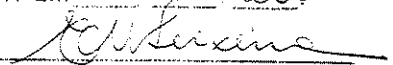


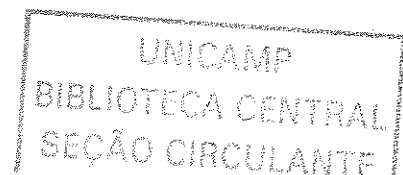
ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR Cleci Schalemburger
Streb E APROVADA PELA
COMISSÃO JULGADORA EM 10/12/2004

ORIENTADOR A

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

**Resíduo sólido domiciliar: potencial de
minimização e potencial de conservação de
energia com reciclagem em municípios da
Região Metropolitana de Campinas**

Autora: Cleci Schalemburger Streb
Orientadora: Prof^a Dr^a Eglé Novaes Teixeira
Co-orientador: Prof. Dr. Ennio Peres da Silva

12/04



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

**Resíduo sólido domiciliar: potencial de
minimização e potencial de conservação de
energia com reciclagem em municípios da
Região Metropolitana de Campinas**

Autora: Cleci Schalemberger Streb
Orientadora: Prof^ª Dr^ª Eglé Novaes Teixeira
Co-orientador: Prof. Dr. Ennio Peres da Silva

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos.

Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como um dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas, 2004
SP – Brasil

UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	+1 UNICAMP
	St 83r
V	EX
TOMBO BC/	63596
PROC.	16 P.00086.05
C	☐
D	☒
PREÇO	11,00
DATA	12/05/05
Nº CPD	

BIB ID - 349308

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

St83r Streb, Cleci Schalemburger
Resíduo sólido domiciliar: potencial de minimização e potencial de conservação de energia com reciclagem em municípios da Região Metropolitana de Campinas / Cleci Schalemburger Streb.--Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientadores: Eglé Novaes Teixeira e Ennio Peres da Silva.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Lixo-Eliminação. 2. Resíduos. 3. Energia-Conservação.
I. Teixeira, Eglé Novaes. II. Silva, Ennio Peres da. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. IV. Título.

Titulo em Inglês: Domestic solid waste: Campinas Metropolitan area waste recyching minimization and energy conservation potentials

Palavras-chave em Inglês: Waste discart, waste, Energy conservation

Área de concentração: Planejamento de Sistemas Energéticos

Titulação: Doutorado

Banca examinadora: Carla Kazue Nakao Cavaliero, Wanda Maria Risso Günther, Emílio Maciel Eigenheer e Jorge Hamada

Data da defesa: 10/12/2004

TESE DE DOUTORADO

Autora: Cleci Schalemberger Streb

Instituição: FEC/UNICAMP

Instituição: FEM/UNICAMP

Instituição: HSA/FSP/USP

Instituição: DF/UFF

Instituição: FE/UNESP/Bauru

Campinas, 10 de dezembro de 2004

Dedicatória

Dedico este trabalho a todas as pessoas que contribuíram diretamente para a sua viabilização, em especial aos meus meninos, Marcos e Felipe.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

À professora Eglé, pela orientação.

Ao professor Ennio, pela co-orientação.

À Beth, minha sócia do lixo e companheira de “bons” trabalhos.

Às crianças, Stephanie, Pedro e Ronan, que me ensinaram a “ser professora”.

Às professoras Carla e Wanda, pelas valiosas sugestões apresentadas no exame de qualificação e na defesa.

Aos professores Emílio e Jorge que também compuseram a banca de defesa.

Aos profissionais envolvidos no gerenciamento de resíduo sólido dos municípios estudados, que forneceram a infra-estrutura necessária para caracterização do resíduo sólido domiciliar.

Aos motoristas e coletores de resíduo que nos auxiliaram na caracterização e ajudaram a tornar esta atividade mais prazerosa.

A todos os professores e colegas do departamento, que ajudaram de forma direta e indireta na conclusão deste trabalho.

Ao pessoal “do corredor”, meus companheiros das alegrias e angústias do dia-a-dia acadêmico.

Aos amigos do Laboratório de Hidrogênio.

Especialmente aos meus amigos e grandes incentivadores: Ana Maria, Carla, Carrlinha, Cris, Drix, Ennio, Fabis, Gos, Jane, Kamyla, Neusinha e Rodrigo.

*“Em momentos de crise só a imaginação
é mais importante que o conhecimento.”*
Albert Einstein

Resumo

STREB, Cleci Schalemburger. Resíduo sólido domiciliar: potencial de minimização e potencial de conservação de energia com reciclagem em municípios da Região Metropolitana de Campinas. 2004. 182 p. **Tese** (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

Neste trabalho, parte-se da hipótese de que um razoável potencial energético associado ao resíduo sólido pode estar sendo descartado nos domicílios e de que é possível minimizar as quantidades de resíduo. O objetivo deste estudo é estimar a energia evitada, associada ao potencial de minimização do resíduo sólido domiciliar, produzido em municípios pertencentes à Região Metropolitana de Campinas - RMC. A justificativa para este estudo é a necessidade de conhecimento da geração e composição do resíduo sólido domiciliar, para buscar a minimização e conseqüente conservação de energia do mesmo. Na execução da pesquisa, partiu-se da contextualização do problema resíduo sólido, do ponto de vista energético, social e ambiental, buscando-se as reais possibilidades de minimização e conseqüente conservação de energia; perpassando-se pela caracterização da RMC, com ênfase para o tema resíduo sólido domiciliar; realizando-se estudo de caso para investigar a gestão e o gerenciamento de resíduo sólido doméstico nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo; e, de estudo analítico para determinação, a partir da caracterização gravimétrica e do potencial teórico de minimização, associado ao resíduo nos municípios, finalizando-se com a estimativa do potencial de conservação de energia que poderá ser obtido com a reciclagem de resíduo sólido domiciliar nos municípios estudados e na RMC. Os resultados desta pesquisa, indicando que há um potencial de minimização e conseqüente conservação de energia, podem vir a servir de base para melhorar as condições ambientais e, conseqüentemente, tornar tais potenciais aplicáveis.

Palavras Chave: resíduo sólido domiciliar, minimização e conservação de energia

Abstract

STREB, Cleci Schalemburger. Resíduo sólido domiciliar: potencial de minimização e potencial de conservação de energia com reciclagem em municípios da Região Metropolitana de Campinas. 2004. 182 p. **Tese** (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

The work hypotheses are that a reasonable energetic potential associated to the solid waste might be discarded at the residences and that it is possible to minimize the quantities of waste. The purpose of this study is to estimate the avoided energy associated to the potential minimization of the domestic solid waste produced in municipal districts of Campinas Metropolitan Region - RMC. The justification for it is the information degree needed about generation and composition of the residential solid waste to reach its minimization and consequently its energy conservation. It was considered: the solid waste problem context, from the energetic, social and environmental point of view, seeking the real possibilities of minimization and consequent energy conservation; the characterization of the RMC, with emphasis on the residential solid waste; study cases to investigate the administration and the domestic solid waste management of Campinas, Valinhos and Vinhedo cities; analytical study to determinate, from gravimetric characterization, the theoretical minimization potential associated to the municipal waste; and the energy conservation potential estimation which can be obtained with the domestic solid waste recycling on the studied cities and on the RMC. As all the hypothesis were confirmed, the results may be used as base to improve the environmental conditions and, consequently, turning the potential minimization and energy conservation into a real conduction.

Key Words: domestic solid waste, minimization and energy conservation

Lista de Figuras

	Página
Figura 2.1 Fontes primárias de energia utilizadas no mundo em 2002	9
Figura 2.2 Oferta total de energia primária no Brasil (2002)	9
Figura 2.3 Uso de energia ao longo da cadeia produtiva de alimentos	11
Figura 2.4 Composição média do resíduo domiciliar de Barão Geraldo – 1999	22
Figura 2.5 Energia elétrica potencialmente evitável com a reciclagem de resíduo sólido domiciliar – média por categoria de material (GJ/t)	25
Figura 4.1 Localização das Regiões Metropolitanas Brasileiras e da RMC	40
Figura 4.2 Municípios que compõem a Região Metropolitana de Campinas	41
Figura 4.3 Distribuição da população da RMC - por municípios	43
Figura 4.4 Distribuição da população residente - situação dos domicílios por municípios (%)	44
Figura 4.5 Densidade demográfica (hab/km ²) nos municípios da RMC	44
Figura 4.6 Distribuição dos estabelecimentos econômicos na RMC - 2000	45
Figura 4.7 Renda per capita em 2003 nos municípios da RMC (R\$/hab)	45
Figura 4.8 Consumo de energia elétrica por categorias de consumo na RMC	46
Figura 4.9 Consumo de energia elétrica – RMC – 2000	46
Figura 4.10 Domicílios particulares permanentes, por classe de rendimento médio mensal do chefe do domicílio - em salários mínimos (%)– RMC – 2000	47
Figura 4.11 Consumo total de água por categoria de uso – RMC - 2000	47
Figura 4.12 Domicílios ligados à rede coleta de esgoto - % por município – RMC - 2000.	48
Figura 4.13 Produção de resíduo percentual por município da RMC – 2003	51
Figura 4.14 Taxa de geração diária de resíduo sólido em municípios da RMC - 2003	52
Figura 4.15 Avaliação da coleta de resíduo da RMC, com relação ao Brasil em 2001, total de resíduo da cidade	53
Figura 4.16 Condições de disposição de resíduo sólido na RMC (2003)	55
Figura 5.1 Estrutura operacional da gestão e do gerenciamento de resíduos em Campinas	58
Figura 5.2 Caminhões para ser utilizados na coleta seletiva de resíduo em Campinas	59
Figura 5.3 Produção média de resíduo por dia do mês: jan., fev., mar./2004	64
Figura 5.4 Resíduo coletado por dia da semana – jan., fev., mar./2004 - % da média dos meses de janeiro, fevereiro e março e 2004, por dia da semana	64
Figura 5.5 Composição do resíduo, coleta domiciliar comum, Campinas ano de 1996	65
Figura 5.6 Quantidade de resíduo recolhido pela coleta seletiva: jan./2003 – jan/2004	68
Figura 5.7 Estrutura operacional do gerenciamento de resíduo em Valinhos	71
Figura 5.8 Quantidades de resíduo recolhida em Valinhos (ou.t/2002 – set./2003)	73
Figura 5.9 Evolução da coleta seletiva de Valinhos – 2004	75

	página
Figura 5.10 Composição do resíduo sólido domiciliar reciclável - Valinhos	76
Figura 5.11 Estrutura operacional do gerenciamento de resíduo em Vinhedo	77
Figura 5.12 Geração mensal de resíduo sólido em Vinhedo (% ao mês)	80
Figura 5.13. Resíduo sólido reciclável separado na cooperativa no município de Vinhedo no ano de 2003	82
Figura 5.14 Evolução da quantidade de material triado na cooperativa de recicláveis de Vinhedo: 1998-2003 (t/ano)	82
Figuras 6.1 Resíduo depositado em frente dos domicílios para ser coletado e transporte das amostras de resíduo sólido domiciliar para caracterização	86
Figura 6.2 Pesagem, abertura das embalagens e segregação do resíduo sólido domiciliar	86
Figura 6.3 Composição do resíduo amostrado em Barão Geraldo coleta comum, seletiva e total diário por tipo de material (2003)	91
Figura 6.4 Composição do resíduo amostrado - Barão Geraldo por tipo de material (2003)	91
Figura 6.5 Taxa de geração de resíduo em Barão Geraldo por categoria de resíduo sólido amostrado (2003)	92
Figura 6.6 Taxa de geração de resíduo em Barão Geraldo para o total de resíduo amostrado em 2003 (kg por domicílio por dia de amostra)	93
Figura 6.7 Produção de resíduo em Campinas. Comparação entre coleta oficial e amostragem em Barão Geraldo (2003)	94
Figura 6.8 Taxa de geração de resíduo sólido domiciliar em Campinas – Barão Geraldo	97
Figura 6.9 Composição do resíduo sólido domiciliar amostrado em Barão Geraldo, por classe social (2003)	98
Figura 6.10 Composição do resíduo de Barão Geraldo considerando o ajuste da correlação por classe social (2003)	99
Figura 6.11 Composição final do resíduo de Barão Geraldo - subcategorias em percentual com relação ao total da categoria de material	100
Figura 6.12 Composição do resíduo produzido em Campinas. Comparação entre resultados da amostragem, dados oficiais e da literatura	101
Figura 6.13 Potencial de redução da geração de matéria orgânica do resíduo amostrado em Barão Geraldo, percentual com relação ao total de material descartado	103
Figura 6.14 Potencial de reciclagem em Barão Geraldo. Percentual de cada categoria de material com relação ao total de resíduo produzido (2003)	104
Figura 6.15 Composição do resíduo amostrado em Valinhos, por tipo de material (2003)	106
Figura 6.16 Taxa de geração de resíduo em Valinhos para o total de resíduo amostrado (2003) (kg por domicílio por dia de amostra)	106
Figura 6.17 Taxa de geração de resíduo em Valinhos por categoria de resíduo amostrado	107
Figura 6.18 Produção de resíduo, comparação entre coleta oficial e amostragem	108
Figura 6.19 Composição do resíduo sólido domiciliar produzido no município de Valinhos, por classe social amostrada (2003)	110
Figura 6.20 Taxa de geração de resíduo sólido domiciliar em Valinhos (2003)	111
Figura 6.21 Composição do resíduo amostrado em Valinhos – considerando o ajuste da correlação por classe social (2003)	111
Figura 6.22 Composição do resíduo amostrado Valinhos. Subcategorias em percentual com relação ao total da categoria de material	112

	página
Figura 6.23 Potencial de redução de matéria orgânica do resíduo amostrado em Valinhos, percentual com relação ao total de material descartado	113
Figura 6.24 Composição do resíduo amostrado em Valinhos. Percentual de cada categoria de material com relação ao total de resíduo produzido (2003)	114
Figura 6.25 Composição final do resíduo amostrado em Vinhedo, tipo de material (2003)	117
Figura 6.26 Taxa de geração de resíduo em Vinhedo para o total de resíduo amostrado (kg por domicílio por dia de amostra)	117
Figura 6.27 Taxa de geração de resíduo em Vinhedo por categoria de resíduo sólido amostrada	118
Figura 6.28 Produção de resíduo, comparação entre coleta oficial e amostragem	119
Figura 6.29 Composição do resíduo sólido domiciliar produzido no município de Vinhedo, por classe social amostrada (2003)	121
Figura 6.30 Composição do resíduo amostrado em Vinhedo considerando o ajuste por classe social (2003)	122
Figura 6.31 Composição do resíduo amostrado em Vinhedo. Subcategorias em percentual com relação ao total da categoria de material	123
Figura 6.32 Taxa de geração de resíduo sólido domiciliar em Vinhedo	124
Figura 6.33 Potencial de redução de matéria orgânica do resíduo amostrado em Vinhedo, percentual com relação ao total de material descartado	125
Figura 6.34 Composição do resíduo amostrado em Vinhedo. Percentual de cada categoria de material com relação ao total de resíduo produzido (2003)	126
Figura 6.35 Quantidade de resíduo amostrado em Campinas, Valinhos e Vinhedo, kg coletado por local de coleta de amostra (2003)	127
Figura 6.36 Taxa de geração de resíduo sólido domiciliar nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo, por dia de amostragem (2003)	127
Figura 6.37 Comparação entre taxa de geração de resíduo sólido domiciliar, obtida de diferentes fontes de informações para Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)	128
Figura 6.38 Comparação dos resultados da caracterização de resíduo sólido domiciliar por categoria de material amostrado em Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)	131
Figura 6.39 Potencial de redução de matéria orgânica do resíduo amostrado em Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)	132
Figura 6.40 Potencial de redução para a matéria orgânica do resíduo sólido amostrado em Campinas, Valinhos e Vinhedo - categoria de desperdício (2003)	132
Figura 6.41 Potencial de reciclagem avaliado com base nos resultados da caracterização de resíduo sólido domiciliar - Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)	133
Figura 6.42 Potencial de reciclagem por categoria de material amostrado em Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)	133
Figura 6.43 Comparação entre potenciais de reciclagem e de ampliação da coleta seletiva nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)	134
Figura 6.44 Potencial de minimização de resíduo sólido domiciliar obtido com base nos resultados da amostragem em de Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)	134
Figura 7.1 Energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar recolhido mensalmente, por meio da coleta seletiva no município de Campinas (2004)	141

	página
Figura 7.2 Energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido mensalmente, no distrito de Barão Geraldo - Campinas (2004)	143
Figura 7.3 Energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido mensalmente no município de Campinas (2004)	145
Figura 7.4 Energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente coletado mensalmente, pelos catadores no município de Campinas (2004)	147
Figura 7.5 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Campinas por tipo de material	149
Figura 7.6 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Campinas por forma de coleta	149
Figura 7.7 Comparação entre potencial de conservação de energia elétrica pela reciclagem e consumo de energia elétrica no setor residencial em Campinas	150
Figura 7.8 Energia elétrica evitável mensalmente com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar coletado seletivamente no município de Valinhos (2004)	152
Figura 7.9 Energia elétrica evitável mensalmente com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no município de Valinhos (2004)	154
Figura 7.10 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Valinhos, por tipo de material	155
Figura 7.11 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Valinhos por forma de coleta	155
Figura 7.12 Comparação entre potencial de conservação de energia elétrica pela reciclagem e consumo de energia elétrica no município de Valinhos	156
Figura 7.13 Energia elétrica evitável mensalmente com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no município de Vinhedo (2004)	157
Figura 7.14 Energia elétrica evitável mensalmente com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no município de Vinhedo (2004)	159
Figura 7.15 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Vinhedo, por tipo de material	161
Figura 7.16 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Valinhos por forma de coleta	161
Figura 7.17 Comparação entre potencial de conservação de energia elétrica pela reciclagem e consumo de energia elétrica no setor residencial em Vinhedo	162
Figura 7.18 Energia elétrica evitável mensalmente com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente na RMC (2004)	164
Figura 7.19 Comparação entre potencial de conservação de energia elétrica pela reciclagem na RMC e consumo de energia elétrica no setor residencial da RMC	165

Lista de Tabelas

	Página
Tabela 3.1 Classificação do resíduo para caracterização gravimétrica	33
Tabela 3.2 Planilha para registro dos resultados da triagem de resíduo domiciliar	36
Tabela 4.1 Perfil da Região Metropolitana de Campinas – Ano base: 2000	43
Tabela 4.2 Gerenciamento de resíduo na RMC – por municípios	50
Tabela 4.3 Coleta de resíduo sólido – tipo de serviço por número de municípios no Brasil e na RMC - 2001	53
Tabela 4.4 Unidades de destinação do resíduo coletado - Brasil e RMC – 2001 (t/dia)	54
Tabela 5.1 Controle do peso do resíduo domiciliar de Campinas – 1994 a 2003 (kg/mês)	62
Tabela 5.2 Resíduo proveniente da coleta comum de Campinas – por dia do mês e da semana – jan., fev., mar./2004	63
Tabela 5.3 Média de resíduo coletado por dia da semana – Campinas (jan., fev., mar /2004)	64
Tabela 5.4 Material recebido pelas cooperativas de recicláveis de Campinas 2003-2004	67
Tabela 5.5 Cooperativas institucionalizadas e em incubação em Campinas - 2004	69
Tabela 5.6 Comparação entre composição do material proveniente da coleta oficial e do coletado por catadores (% do total)	70
Tabela 5.7 Coleta de resíduo no município de Valinhos - coleta domiciliar (t/mês)	73
Tabela 5.8 Coleta de resíduo no município de Valinhos - coleta seletiva (t/mês)	75
Tabela 5.9 Coleta mensal de resíduo em Vinhedo: 1994-2003	79
Tabela 5.10 Quantidade de resíduo coletado e segregado pela cooperativa de Vinhedo	81
Tabela 6.1 Quantidade de resíduo caracterizado por tipo de material. Valores em kg. Somatório dos 30 domicílios por dia de coleta - Barão Geraldo - 2003 (coleta comum)	88
Tabela 6.2 Quantidade de resíduo caracterizado por tipo de material. Valores em kg. Somatório dos 30 domicílios por dia de coleta - Barão Geraldo - 2003 (coleta seletiva)	89
Tabela 6.3 Quantidade de resíduo caracterizado por tipo de material. Valores em kg. Somatório dos 30 domicílios por dia de coleta - Barão Geraldo - 2003 (total diário corrigido: coleta comum e seletiva)	90
Tabela 6.4 Resultados da amostragem de resíduo sólido domiciliar em Barão Geraldo – Campinas. Categoria de material por classe social (2003)	96
Tabela 6.5 Quantidade de resíduo caracterizado por tipo de material. Valores em kg. Somatório dos 30 domicílios por dia de coleta - Valinhos	105
Tabela 6.6 Resultados da amostragem de resíduo sólido domiciliar em Valinhos. Categoria de material por classe social (2003)	109
Tabela 6.7 Quantidade de resíduo caracterizado por tipo de material. Valores em kg. Somatório dos 30 domicílios por dia de coleta – Vinhedo (2003)	116

	página
Tabela 6.8 Resultados da amostragem de resíduo sólido domiciliar em Vinhedo. Categoria de material por classe social (2003)	120
Tabela 7.1 Estimativa da composição do resíduo sólido domiciliar recolhido mensalmente, por meio da coleta seletiva no município de Campinas (2004)	140
Tabela 7.2 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar recolhido mensalmente, por meio da coleta seletiva no município de Campinas (2004)	141
Tabela 7.3 Estimativa da quantidade de resíduo sólido domiciliar produzido mensalmente em Barão Gerado (2004)	142
Tabela 7.4 Estimativa da energia elétrica evitável mensalmente, com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no distrito de Barão Geraldo (2004)	143
Tabela 7.5 Estimativa da quantidade de resíduo sólido domiciliar produzida mensalmente em Campinas (2004)	144
Tabela 7.6 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido mensalmente em Campinas (2004)	145
Tabela 7.7 Estimativa da quantidade de resíduo sólido domiciliar potencialmente coletada mensalmente, pelos catadores de Campinas (2004)	146
Tabela 7.8 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente coletado mensalmente, pelos catadores de Campinas (2004)	147
Tabela 7.9 Estimativa do potencial de conservação de energia elétrica resultante da reciclagem do resíduo produzido em Campinas	148
Tabela 7.10 Estimativa da composição do resíduo sólido domiciliar recolhido mensalmente por meio da coleta seletiva no município de Valinhos (2004)	151
Tabela 7.11 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar recolhido mensalmente, por meio da coleta seletiva no município de Valinhos (2004)	151
Tabela 7.12 Estimativa da quantidade de resíduo sólido domiciliar produzido mensalmente em Valinhos (2004)	153
Tabela 7.13 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no município de Valinhos	153
Tabela 7.14 Estimativa do potencial de conservação de energia elétrica resultante da reciclagem do resíduo produzido em Valinhos	154
Tabela 7.15 Estimativa da composição do resíduo sólido domiciliar recolhido mensalmente por meio da coleta seletiva no município de Vinhedo	157
Tabela 7.16 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar recolhido por meio da coleta seletiva no município de Vinhedo	157
Tabela 7.17 Estimativa da quantidade mensal de resíduo produzida em Vinhedo	158
Tabela 7.18 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no município de Vinhedo	159
Tabela 7.19 Estimativa do potencial de conservação de energia elétrica resultante da reciclagem do resíduo produzido em Vinhedo	160
Tabela 7.20 Estimativa da quantidade de resíduo produzida na RMC	163
Tabela 7.21 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido nos municípios da RMC	164

Sumário

	Página
Capítulo 1 Introdução	1
1.1 Objetivos	5
1.1.1 Objetivo geral	5
1.1.2 Objetivos específicos	5
1.2 Estrutura da Tese	6
Capítulo 2 Resíduo sólido domiciliar e as possibilidades de minimização e de conservação de energia	7
2.1 Resíduo sólido domiciliar: um problema energético, social e ambiental contemporâneo	7
2.2 Minimização como estratégia para gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar	15
2.2.1 Redução na fonte	22
2.2.2 Reutilização	23
2.2.3 Reciclagem	24
2.3 Caracterização de resíduo sólido como instrumento para avaliar o potencial de minimização e de conservação de energia	27
Capítulo 3 Procedimentos metodológicos	31
3.1 Gestão e gerenciamento de resíduo sólido na esfera regional e local	31
3.1.1 Plano de amostragem para a caracterização gravimétrica de resíduo sólido domiciliar	32
3.1.2 Coleta das amostras e análise gravimétrica do resíduo	35
3.2 Avaliação do potencial de minimização e de conservação de energia de resíduo sólido	37

	página
Capítulo 4 Região Metropolitana de Campinas	39
4.1 Alguns indicadores demográficos, econômicos, energéticos e sociais da RMC	39
4.2 Gestão de resíduo sólido domiciliar na RMC	49
4.2.1 Gerenciamento de resíduo sólido domiciliar na RMC	49
4.2.2 Produção de resíduo sólido domiciliar na RMC	51
4.2.3 Coleta e disposição de resíduo sólido domiciliar na RMC e o contexto nacional	52
4.2.4 Considerações sobre gestão de resíduo sólido domiciliar na RMC	55
Capítulo 5 Gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar no contexto municipal: Campinas, Valinhos e Vinhedo – SP	57
5.1 Gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar no município de Campinas	57
5.1.1 Coleta comum	61
5.1.2 Coleta seletiva	66
5.1.3 Coleta informal de resíduo sólido em Barão Geraldo	69
5.2 Gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar no município de Valinhos	71
5.2.1 Coleta domiciliar comum	72
5.2.2 Coleta seletiva	74
5.3 Gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar no município de Vinhedo	77
5.3.1 Coleta domiciliar comum	79
5.3.2 Coleta seletiva	81
5.4 Considerações sobre gestão e gerenciamento de resíduo nos municípios	83
Capítulo 6 Resultado e discussão sobre o potencial de minimização do resíduo domiciliar para Barão Geraldo - Campinas, Valinhos e Vinhedo	85
6.1 Potencial de minimização do resíduo produzido em Barão Geraldo - Campinas	87
6.1.1 Resultados da caracterização de resíduo sólido domiciliar em Barão Geraldo: quantidade coletada por dia de amostra	87
6.1.2 Resultados da amostragem de resíduo em Barão Geraldo por classe social	95
6.1.3 Avaliação do potencial de minimização para o resíduo amostrado em Barão Geraldo	102
6.1.2.1 Redução da geração	102
6.1.2.2 Reciclagem	103
6.2 Potencial de minimização do resíduo sólido produzido no município de Valinhos	104

	página
6.2.1 Resultados da caracterização de resíduo sólido em Valinhos: quantidade coletada por dia de amostra	104
6.2.2 Resultados da amostragem de resíduo sólido em Valinhos por classe Social	108
6.2.2 Avaliação do potencial de minimização para o resíduo sólido amostrado em Valinhos	113
6.2.2.1 Redução da geração	113
6.2.2.2 Reciclagem	114
6.3 Potencial de minimização do resíduo produzido no município de Vinhedo	115
6.3.1 Resultados da caracterização de resíduo sólido domiciliar em Vinhedo: quantidade coletada por dia de amostra	115
6.3.2 Resultados da amostragem em Vinhedo por classe social	119
6.3.3 Avaliação do potencial de minimização do resíduo sólido amostrado em Vinhedo	125
6.3.3.1 Redução da geração	125
6.3.3.2 Reciclagem	126
6.4 Análise comparativa dos resultados da caracterização de resíduo em Barão Geraldo – Campinas, Valinhos e Vinhedo	126
6.4.1 Comparação dos resultados da caracterização	126
6.4.2 Comparação do potencial de minimização	131
6.5 Considerações sobre os resultados da caracterização de resíduo sólido domiciliar	135
Capítulo 7 Estimativas do potencial de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo domiciliar produzido em Campinas, Valinhos, Vinhedo e Região Metropolitana de Campinas	139
7.1 Estimativas de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido em Barão Geraldo e no município de Campinas	139
7.1.1 Conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo coletado seletivamente em Campinas	140
7.1.2 Estimativas para o distrito de Barão Geraldo e município de Campinas com base nos dados da amostragem	142
7.1.3 Coleta informal	145
7.1.4 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido no município de Campinas	148
7.2 Estimativas de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido no município de Valinhos	150
7.2.1 Conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo coletado seletivamente em Valinhos	150
7.2.2 Estimativas para o município de Valinhos com base nos dados da amostragem	152
7.2.3 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido no município de Valinhos	154

	página
7.3 Estimativas de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido no município de Vinhedo	156
7.3.1 Conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo coletado seletivamente em Vinhedo	156
7.3.2 Estimativas para o município de Vinhedo com base nos dados da amostragem	158
7.3.3 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido no município de Vinhedo	160
7.4 Estimativas de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido na Região Metropolitana de Campinas	162
8 Conclusão e sugestões para próximos trabalhos	167
8.1 Conclusão	167
8.2 Sugestões para próximos trabalhos	170
Referências	171

Capítulo 1

Introdução

Diariamente, em especial nos centros urbanos, são produzidas substanciais e crescentes quantidades de resíduo sólido, o que tem levado progressivamente ao agravamento dos impactos associados. Deste modo, a questão do resíduo sólido é um grave problema a ser enfrentado pela sociedade contemporânea.

Resíduo sólido, segundo ABNT (2004), “são os resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (...).”

O objeto de estudo desta tese é o chamado resíduo sólido domiciliar. Segundo definição empregada em CETESB (1997), “resíduo sólido domiciliar são os resíduos produzidos em residências, em estabelecimentos comerciais, industriais, prestadores de serviços públicos e similares, cujo volume é compatível aos dos recipientes padronizados adotados para apresentação à coleta regular com referência à produção máxima diária de materiais que, pelas suas características físico-químicas, exigem tratamento diferenciado”.

Reconhece-se que a geração de resíduo sólido é inevitável nas atividades humanas. O que se questiona é a escala em que estes estão sendo gerados, cada vez em maior quantidade e grau de complexidade das matérias a partir dos quais são fabricados. Ao mesmo tempo, percebe-se que a geração de resíduo é diferenciada entre as classes sociais. Pois, quando o poder de consumo é diferenciado entre as frações da população, o resultado pode ser a diferença de condições de acesso à alimentação de qualidade (CAMPOS et al., 2003). Enquanto uma parcela da população passa fome, outra pode estar descartando material que poderia ser destinado a outros fins.

A necessidade de minimizar o resíduo e os impactos ambientais associados, entre estes, o consumo de energia, é defendida em documentos como: Agenda 21 (MMA, 2004a), EPA (2004), Streb et al. (2003 e 2002a e b), IPT/CEMPRE (2000), Peres (1999), Teixeira (1999), Cepal/GTZ (1997), Rossiter (1995), e Brundtland (1991), entre outros.

Para avaliação dos potenciais, assume-se minimização como redução na geração de resíduo, reutilização e reciclagem - os 3Rs. Nesta mesma linha de entendimento, evitar o desperdício, reutilizar e reciclar matéria-prima/resíduo possibilita evitar a demanda energética para processamento de novas matérias, destinadas ao mesmo uso final. Assim, a possibilidade de conservação de energia de resíduo sólido é tida como fator que contribui para a minimização.

Para a redução da quantidade de resíduo sólido a ser tratado e disposto, existem algumas opções mundialmente divulgadas. Entre estas, uma é a possibilidade de equacionar o problema nas unidades industriais, com a implementação de programas de produção mais limpa (P+L) ou de prevenção da poluição (PP), como descrito em EPA (2004), Citroën (2004), Couto e Olivete (2004), FEMA (2004), USP (2004), Bizzo (2004), Long (1995) e SETAC (1993). Para o resíduo sólido domiciliar, uma alternativa pode ser a minimização, propícia a ser desenvolvida em escala domiciliar, individual e local. Esta tese foi desenvolvida com base neste enfoque.

Do ponto de vista das questões energéticas envolvidas, entende-se que a conservação e a geração de energia a partir do resíduo sólido são possibilidades de minimizar os problemas decorrentes da produção e disposição final, do resíduo que não puder ser evitado ou recuperado (ZANIN e MANCINI, 2004; IPCC, 2004; EPA, 2004; CALDERONI, 2003; e, RENÓ, STREB e PIUNTI, 2002). Contudo, salienta-se que a meta principal deve ser a minimização de resíduo.

No Brasil, algumas pesquisas têm sido desenvolvidas, nas últimas décadas, para avaliação do potencial de geração e/ou conservação de energia a partir de resíduo sólido, entre as quais: CEPEA/MMA (2004); Batista (2004); Sordi et al. (2004); Ensinas (2003); Cunha (2003); Streb (2001), Piunti (2001); Kanayama (2000); Kligerman (2000); Oliveira (2000); Meldonian (1998); Gripp (1998); e Figueiredo (1995). Porém, os potenciais avaliados permanecem à espera de um dia serem aproveitados. Ao que parece, falta planejar e buscar formas para viabilizar o aproveitamento e/ou a conservação da energia presente no resíduo sólido.

Visando a trazer subsídios à viabilização do aproveitamento e/ou conservação da energia presente no resíduo sólido, nesta tese, busca-se o entendimento das articulações político-administrativas e o conhecimento do que vem sendo descartado como resíduo nos municípios tema de estudo. A probabilidade de implementação das opções apontadas como resultado desta pesquisa depende deste entendimento para evitar os riscos deste tornar-se mais um levantamento de potencial inviável de ser aproveitado.

Assim, na metodologia aqui adotada, é considerada a recomendação de Fernandes (2003) de que o planejamento deve estar pautado em informações confiáveis e em condições e qualidade para serem reproduzidas e utilizadas por quem tenha o poder decisório. Tais informações, pois, têm como escopo servir de base à gestão/gerenciamento e ao planejamento energético do resíduo sólido domiciliar.

Nesta linha de entendimento da questão, quando se elabora a gestão de resíduo sólido, aqui entendida como política para resíduo, há questões fundamentais que devem estar explícitas para que as possíveis soluções teóricas do problema resíduo estejam de acordo com a realidade local e sejam aplicáveis. A principal delas é considerar qual o modelo de desenvolvimento que se tem e o que se quer, o que a população quer e o que se deseja para a região.

Quanto ao gerenciamento de resíduo sólido domiciliar, entendido como sinônimo de ações operacionais relacionadas ao resíduo, as possíveis soluções para os transtornos decorrentes devem ser planejadas considerando o contexto regional e local. A Constituição do Estado de São Paulo reconhece que o problema do resíduo sólido deve ser resolvido dentro do contexto da região metropolitana (SÃO PAULO, 2004). Atendendo a estes requisitos, escolheu-se como limite geopolítico para este estudo a Região Metropolitana de Campinas – SP (RMC) e, para análise local, os municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo.

A justificativa para o estudo nos municípios é a necessidade de conhecimento da geração e composição do resíduo sólido domiciliar para buscar a minimização e conseqüente conservação de energia do mesmo. Na literatura e nos órgãos municipais responsáveis pelo gerenciamento de resíduo, raramente, são encontrados dados sobre a produção e a composição do resíduo sólido

domiciliar; e, quando existem, geralmente não há referências com relação à metodologia utilizada para obtenção de tais informações, gerando margens a incertezas quanto aos resultados.

Com relação à questão energética intrínseca ao resíduo sólido, é pré-requisito adequar a gestão/gerenciamento de resíduo sólido domiciliar considerando a possibilidade de recuperação ou conservação de energia. Deste modo, os administradores/gestores/planejadores necessitam de informações confiáveis que permitam planejar o gerenciamento de resíduo buscando tal fim.

Nesta tese, parte-se da hipótese de que um razoável potencial energético associado ao resíduo sólido pode estar sendo descartado nos domicílios e de que há uma real possibilidade de se conseguir minimizar as quantidades de resíduo produzidas e dispostas. Com a avaliação destas quantidades, espera-se demonstrar que a minimização é viável.

O grande diferencial proposto é considerar as configurações político-administrativas, regionais e locais, no que tange à questão de gestão e gerenciamento de resíduo, assim como buscar a composição gravimétrica do resíduo, por meio da caracterização, para estimativa dos potenciais de conservação de energia que poderão resultar da minimização de resíduo sólido domiciliar.

Para o município de Campinas, nesta tese, procedeu-se a uma análise das quantidades e composição do resíduo proveniente da coleta oficial (comum e seletiva). Os resultados deste trabalho, assim, ao serem avaliados juntamente com outro estudo de Streb (2001), relativo à coleta informal, permitem o mapeamento detalhado das diferentes formas de coleta para o município, servindo, pois, como subsídio aos gestores públicos responsáveis pelo gerenciamento do resíduo sólido domiciliar. Por meio do presente estudo, também foi possível elaborar análise comparativa dos resultados da caracterização considerando que o resíduo sólido domiciliar produzido no distrito de Barão Geraldo - Campinas foi objeto de estudo de Teixeira et al. (1999).

A partir das informações obtidas com a análise dos resultados da pesquisa feita, pôde-se apontar opções para melhorar as condições de saneamento local e também tornar os potenciais conseguidos na pesquisa aplicáveis para a gestão de resíduo e ao planejamento energético regional.

Para complementação da análise global do tema desta tese, constam ainda um trabalho de mestrado e mais três trabalhos de iniciação científica, também orientados pela Prof^a Eglé.

A adequação da metodologia de amostragem e a caracterização de resíduo, devido à abrangência e à dificuldade de sua execução, dada a quantidade de variáveis envolvidas, foram feitas em conjunto com a mestrandia Elizabeth Camargo Nagle, da Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo e os resultados foram utilizados conjuntamente.

1.1 Objetivos

Os objetivos da tese estão divididos em geral e específicos.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo é estimar, quantitativamente, o potencial de minimização e conseqüente potencial de conservação de energia associado à reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido em municípios pertencentes à Região Metropolitana de Campinas

1.1.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos tem-se:

- contextualizar, com base na literatura, resíduo sólido domiciliar do ponto de vista energético, social e ambiental e buscar as reais possibilidades de minimização e conseqüente conservação de energia de resíduo sólido domiciliar;
- caracterizar, com base na literatura, a Região Metropolitana de Campinas com ênfase no tema resíduo sólido domiciliar;
- inventariar a gestão e o gerenciamento de resíduo sólido doméstico nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo;
- determinar, a partir da caracterização gravimétrica, o potencial teórico de minimização associado ao resíduo sólido domiciliar nos municípios de Campinas (distrito de Barão Geraldo), Valinhos, Vinhedo e RMC; e,

- estimar o potencial de conservação de energia que poderá ser obtido por meio da reciclagem de resíduo sólido domiciliar nos municípios estudados e na RMC.

1.2 Estrutura da Tese

Esta tese está estruturada em 8 capítulos, da seguinte maneira:

- no capítulo 1, é feita a apresentação do objeto de estudo e são explicitados os objetivos e a estrutura da tese;

- no capítulo 2, é feita a revisão da literatura. Nesta, resíduo sólido é definido como um problema energético, social e ambiental contemporâneo, são abordadas as premissas teóricas sobre gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar e é defendida a necessidade de caracterização do resíduo, método utilizado nesta tese como meio para obtenção de dados, para a avaliação dos potenciais de minimização e de conservação de energia. Nesta tese, o gerenciamento de resíduo tem como enfoque principal a minimização e a conseqüente conservação de energia obtidas por meio de redução da produção de resíduo, reutilização, reciclagem;

- no capítulo 3, é explicitada a forma como foi construído e organizado o conhecimento para atendimento aos objetivos da tese e são detalhados o método de caracterização de resíduo e a forma de obtenção do potencial de minimização e de conservação de energia;

- no capítulo 4, é apresentado o resultado da pesquisa bibliográfica exploratória sobre a RMC, com ênfase ao tema resíduo sólido domiciliar. A avaliação destes resultados, embasada nos dados sobre a realidade local dos municípios de estudo, apresentado no capítulo 5, permitirá definir diretrizes para gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar para a RMC;

- no capítulo 5, são apresentados os resultados de estudos de caso sobre a gestão e o gerenciamento de resíduo nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo;

- no capítulo 6, são apresentados os resultados do estudo analítico/caracterização e é avaliado o potencial de minimização do resíduo produzido nos municípios;

- no capítulo 7, são apresentadas as estimativas de conservação de energia que poderão resultar da reciclagem de resíduo sólido domiciliar nos municípios e na RMC; e,

- no capítulo 8, constam as conclusões e sugestões para próximos trabalhos.

Capítulo 2

Resíduo sólido domiciliar e as possibilidades de minimização e de conservação de energia

Neste capítulo, é apresentado um estudo descritivo contextualizando resíduo sólido domiciliar como um problema energético, social e ambiental contemporâneo; e, na sequência, são abordados os temas gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar. Como uma das formas de gerenciamento de resíduo, é apresentada a possibilidade de minimização e de conservação de energia, que poderá ser obtida por meio de redução da produção, reutilização e reciclagem. Finalizando, defende-se a necessidade de caracterização de resíduo para conhecimento de sua geração e composição e, conseqüentemente, para a sua adequada gestão.

2.1 Resíduo sólido domiciliar: um problema energético, social e ambiental contemporâneo

As tendências indicam que o consumo de eletricidade vai se expandir nas próximas décadas. Segundo Goldemberg (2003), o consumo de energia mundial cresceu em média 3,3% ao ano, entre 1960-1990, porém, este autor afirma que o crescimento foi diferente em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Mesmo que haja a estabilização do consumo energético nos países desenvolvidos, este vai continuar a crescer nos países em desenvolvimento. O potencial de crescimento do consumo de energia é atribuído às seguintes razões: crescimento populacional de, aproximadamente, 2% ao ano no conjunto de todos os países em desenvolvimento; crescimento econômico uniforme na maioria dos países em desenvolvimento

(com exceção de alguns países africanos); e, resultado da independência política, integração na economia mundial e acesso à informação.

Segundo Relatório do Banco Mundial sobre o Desenvolvimento Mundial (WORLDBANK, 1992) e Knox, Doughty e Hovorka (2003), para atenuar o anunciado agravamento dos impactos ambientais associados ao aumento no consumo de energia, existem dois meios complementares: estimular o uso eficiente da energia e desenvolver tecnologia.

Os investimentos para a melhoria da eficiência no uso da energia contribuem, ao mesmo tempo, para a redução da poluição e expansão da atividade econômica, como expresso no relatório do Banco Mundial (WORLDBANK, 1992).

Deste modo, o aumento do consumo energético, decorrente de maiores níveis de desenvolvimento econômico e de consumo final de bens e serviços, objetivo crucial dos países do hemisfério sul, segundo Nova (1999), não precisa ser necessariamente baseado no crescimento da oferta de energia. A redução do seu uso final, direto ou indireto, principalmente através de programas de conservação, é fundamental neste sentido.

A conservação de energia revela que é possível uma redução no vínculo atual entre o consumo de energia e o crescimento econômico, negando a idéia de que o aumento da oferta de energia seja condição ao crescimento econômico (OLIVEIRA e ROSA, 2003).

Com o uso racional de energia, os países do Terceiro Mundo poderiam planejar seu desenvolvimento sem repetir os padrões de consumo energético adotados pelos países do hemisfério norte e, mesmo assim, viabilizar seu desenvolvimento (GOLDEMBERG, 2003; MONTIBELLER-FILHO, 2001; BERMAN, 1999; e, BRAKEL, 1999).

Como alternativa à redução dos impactos da produção de eletricidade, Assis (1999) recomenda: melhorar a eficiência das tecnologias de geração de combustível fóssil, reduzindo, assim, os poluentes na fonte, aumentar a participação das fontes renováveis na geração de eletricidade e implementar programas de conservação e racionalização do consumo.

A conservação de energia de resíduo sólido, por meio da reciclagem como alternativa de redução do consumo de energia, e a utilização do resíduo sólido como matéria-prima para a

geração de eletricidade estão entre as possibilidades de incremento do uso eficiente de energia e das fontes renováveis.

Conforme já expressei, considerando os objetivos desta tese, primeiramente, foi delineado, de forma geral, o aproveitamento do resíduo sólido como fonte de energia renovável. Feito isso, passou-se a explicitar a relação entre minimização de resíduo e conservação de energia.

Com relação à participação das fontes renováveis, em geral, e do aproveitamento do resíduo sólido, em especial, na matriz energética mundial, verifica-se que ainda é incipiente, como mostram os dados publicados pela IEA (2004) e apresentados na Figura 2.1.

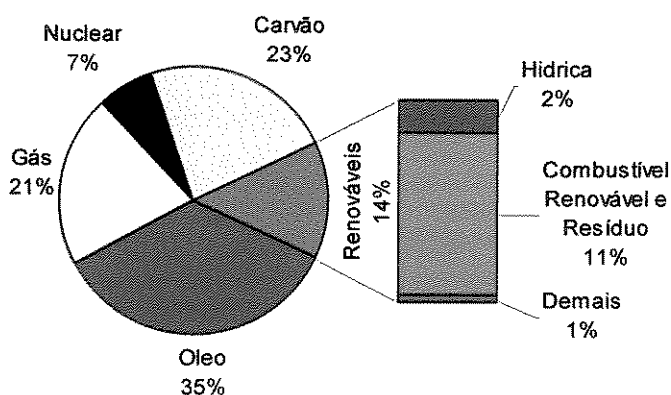


Figura 2.1 Fontes primárias de energia utilizadas no mundo em 2002

Fonte: adaptado de IEA, 2004

A utilização de resíduo sólido é computada juntamente com as demais fontes de origem renovável, as quais representam em torno de 11% do total de energia consumida no mundo.

No Brasil, segundo Esparta, Lucon e Uhlig (2004), no ano de 2002, 38,7% da oferta de energia era proveniente de fontes renovável e sustentável, como mostrado na Figura 2.2.

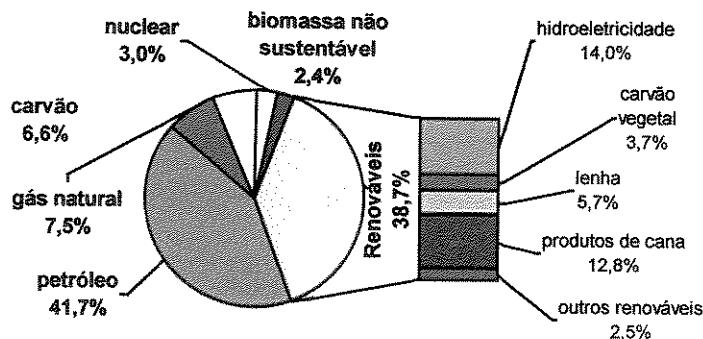


Figura 2.2 Oferta total de energia primária no Brasil (2002)

Fonte: adaptado de Esparta, Lucon e Uhlig (2004)

Apesar de sua participação significativa na matriz energética brasileira, as fontes renováveis de energia ainda têm um enorme potencial a ser explorado (ROSA et al., 2003 e ESPARTA, LUCON E UHLIG, 2004), inclusive o do resíduo sólido domiciliar (MENEZES, 2004).

Atualmente, verifica-se que a recuperação energética resultante do aproveitamento de resíduo sólido domiciliar é incipiente no Brasil. Pode-se citar, como exemplo de iniciativa nesse sentido, a usina de geração elétrica a partir da combustão do biogás, em operação no Aterro Sanitário Bandeirantes, no município de São Paulo, com potência instalada de 24 MW, é gerenciada por um consórcio entre as empresas UNIBANCO e Biogás Energia.

Para Goldemberg (2003), a conservação de energia implica em redução de desperdícios, fabricação de produtos menos intensivos em energia e mais duráveis, redução, reutilização e reciclagem de rejeitos e aumento da eficiência energética.

Nesta tese, assume-se que o aumento da demanda energética tem em comum com o aumento da geração de resíduo o fato de ambos resultarem dos padrões de produção e consumo não sustentáveis, adotados pela sociedade contemporânea. Pois, o incremento do consumo de bens leva ao aumento da quantidade e da variedade do resíduo gerado e descartado no ambiente e, desta forma, ao aumento do consumo de energia. Este argumento é justificado ao se considerar que os setores industriais mais intensivos energeticamente são os de papel e celulose e químico e de metais primários, particularmente o alumínio.

Tendo o consumo médio de energia como indicador e analisando os processos produtivos de material descartado como resíduo, observa-se que este consome quantidades substanciais de energia em seu processamento.

Os setores industriais responsáveis pelo processamento de matéria-prima utilizada na fabricação de embalagens compostas por plástico, papel, metal e vidro, principalmente (STREB et al., 2002a), são caracterizados pelo uso intensivo de energia, tanto na forma térmica como na forma elétrica, como analisado por Calderoni (2003), Meldonian (1998), CEN (1994), Berni (1993), entre outros.

Tomando-se como referência a cadeia produtiva de alimento, um dos maiores componentes em peso do resíduo sólido domiciliar, um estudo elaborado por Kooijman (1995) para o INCPEN -*The Industry Council for Packaging and Environment*-, exemplifica, por meio da análise do ciclo de vida, o impacto ambiental dos alimentos em cada uma das etapas, desde o cultivo até o consumo, como mostrado na Figura 2.3.

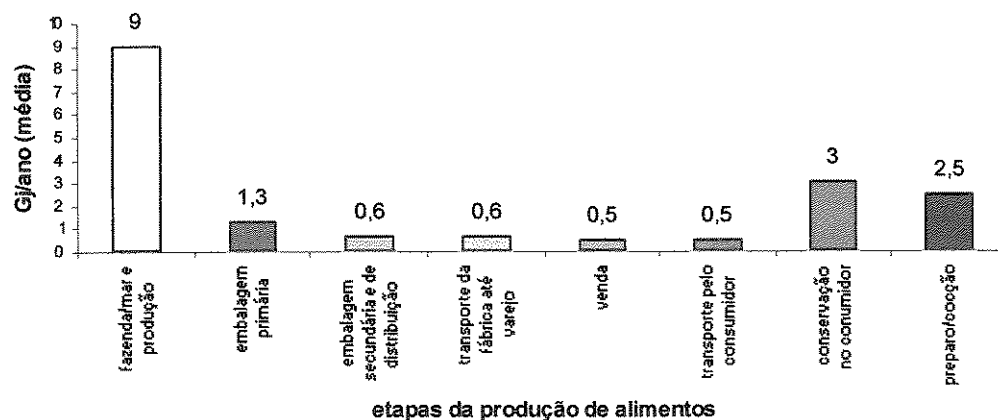


Figura 2.3 Uso de energia ao longo da cadeia produtiva de alimentos

Fonte: elaborado a partir de Kooijman (1995)

Considerando que muitos dos alimentos produzidos são descartados antes de serem, parcial ou integralmente consumidos (TEIXEIRA et al., 1998), o descarte de alimento com condições adequadas ao consumo configura desperdício da energia utilizada para seu processamento, embalagem, transporte, conservação e cocção (se for o caso). Assim, além de

aumentar os problemas de saneamento, decorrentes da produção e disposição de resíduo sólido domiciliar, tem-se o agravamento dos problemas resultantes da produção e consumo de energia.

Conforme defendido em Teixeira (2000) e Oliveira e Rosa (2003), é possível economizar energia com o gerenciamento integrado de resíduo sólido urbano, por meio de redução do consumo, reutilização ou do uso de material reciclável no processo de produção. Estas opções são válidas, considerando-se que a maioria dos produtos descartados como resíduo resultam de processos industriais de transformação/beneficiamento de matéria-prima que consumiram grande quantidade de energia (JARDIM, 2004; CALDERONI, 2003; RENÓ, STREB e PIUNTI, 2002; STREB, 2001; PIUNTI, 2001; e, FIGUEIREDO, 1995).

No que toca ao aproveitamento do resíduo para a geração de energia, tem-se que os alimentos descartados como resíduo orgânico, geralmente com alto poder calorífico, apresentam a possibilidade de serem aproveitados como combustível, extraindo-se energia útil. Em outras palavras, grande quantidade de energia na forma de biomassa é descartada como resíduo (DETROIT® STOKERS, 2004 e PIUNTI et al., 2002). Porém, conforme dados publicados pelo IPT/CEMPRE (2000), na maioria das vezes, esse resíduo tem como destino final o aterro sanitário ou outras formas de disposição que não a valorização da fração energética.

Segundo expresso na Agenda 21 (MMA, 2004) e na EPA (2004), se mantido o ritmo atual de consumo e descarte de material, a tendência é de se quadruplicar ou quintuplicar a quantidade de resíduo gerado até o ano 2025, tornando indispensável uma abordagem preventiva centrada na transformação do estilo de vida e dos padrões de produção e consumo.

Em IPT/CEMPRE (2000), é argumentado que, além destes fatores, as mudanças na política econômica de um país são causas a influenciar na composição do resíduo sólido de uma comunidade. A geração de resíduo sólido é um fenômeno inevitável que ocorre diariamente e em quantidades e composições que dependem do tamanho da população e do desenvolvimento econômico de cada município.

Assim, com o intuito de compreender a origem do “problema resíduo”, é necessário reportar-se ao modelo histórico de desenvolvimento adotado pela sociedade (BRUCE, 1995), especialmente ao que se relaciona à produção de resíduo sólido e às questões energéticas

associadas e, a partir daí, avaliar qual é o modelo que se tem e o que se deseja visando à qualidade de vida das gerações futuras.

De acordo com informações publicadas em Hydrapower (2004), há cerca de 40 anos, a quantidade de resíduo gerada era muito menor que a atual. Geralmente, as pessoas levavam para casa o estritamente necessário. As mudanças ocorridas nas décadas seguintes, resultantes do chamado fenômeno técnico-sócio-econômico (YEARLEY, 1996), resultaram, entre outros pontos, na produção de embalagens muitas vezes desnecessárias e com vida útil curta (as quais, sob a perspectiva do acondicionamento e conservação dos produtos, precisam ser descartadas, visto que não fazem parte integrante do produto). A expressão “descartável” passou a ser empregada para exprimir tal fato.

Avalizando esta discussão, Farret (2004) argumenta que os fundamentos da economia moderna, baseados no máximo lucro e na mínima consideração por outros fatores, tais como o ambiente, permitem vislumbrar conseqüências sombrias para a sobrevivência da raça humana na Terra. Também afiança que o resíduo sólido deve ser motivo de maiores preocupações, tanto pela quantidade produzida quanto pela sua composição.

Ainda com relação ao mote do mercado, Campelo (2003) afirma que a facilidade de produção, introduzida pela indústria mecanizada e automatizada, resulta em uma grande quantidade de bens que, por sua vez, necessitam de mercados consumidores. Para atender a esta demanda, é disseminada a idéia de que o cidadão “moderno” e “bem sucedido” é aquele que consome a maior quantidade de produtos. Segundo Kligerman (2000), o desperdício, pautado no modelo consumista, passou a ser um traço característico desta sociedade.

Corroborando esta afirmação, Firestone (2004) e Machado (2002) consignam que a produção de resíduo está crescendo com o incremento do consumo e com a maior venda de produtos. Os problemas estão sendo ampliados pelo crescimento da concentração da população urbana e pela diminuição ou encarecimento de áreas destinadas a aterros sanitários.

Neste sentido, também se manifesta Jacobina (2001), citando que, num mundo extremamente dependente de processos industriais complexos, a capacidade humana de gerar resíduo ultrapassa, em larga escala, a capacidade do ambiente em recebê-los, com prejuízo ao seu

equilíbrio. O aumento da população e o desenvolvimento da tecnologia, com a conseqüente transformação dos processos industriais, não foram seguidos pela preocupação com aquilo que resultou inevitavelmente: o aumento da formação de resíduo indesejável num grau em que a natureza era - e é - incapaz de absorver e processar, com prejuízo ao seu próprio equilíbrio.

Igualmente, resíduo sólido pode ser entendido como um problema de saúde pública, pois as conseqüências de seu manejo e disposição final inadequado refletem-se direta e indiretamente na saúde da população. Assim, buscando-se a melhoria das condições sanitárias, o tratamento dado ao resíduo produzido nas cidades passou a ser objeto de atenção, na medida em que, desde o período da Idade Média começou a ser associado a surtos epidêmicos que assolavam a população (SISINO, 2002).

Nas últimas décadas, com a mudança da composição do material que é descartado como resíduo levando ao aumento da quantidade de material passível de ser novamente introduzido como matéria-prima em processos produtivos, cresce o número de pessoas ocupadas com atividades de coleta, segregação e reciclagem de resíduo sólido. Este quadro resulta, de um lado, da abundante quantidade e da excelente qualidade do resíduo produzido pela sociedade atual (STREB e BARBOSA, 2004 e PORTILHO, 1997); e, de outro, em conseqüência das políticas sócio-econômicas brasileiras excludentes, que levam à marginalização de parcelas significativas da população (STREB, 2001 e BURSZTYN, 2000).

Este quadro reflete-se, principalmente, no incremento da coleta informal, atividade que contribui para a degradação da qualidade de vida das pessoas envolvidas, devido às condições às quais estes trabalhadores são expostos, como argumentado por Streb e Barbosa (2002).

É fato que alguns avanços estão sendo alcançados no tocante a esta atividade. Estes trabalhadores têm-se organizado através de cooperativas e/ou associações, quer voluntariamente, quer com o apoio dos governos locais, de organizações não governamentais e da sociedade em geral. Mesmo parecendo evidente a legitimidade desta atividade, a questão da qualidade de trabalho e de vida ainda precisa ser devidamente equacionada.

Assim, conclui-se a contextualização de resíduo sólido como um problema energético, social e ambiental contemporâneo. Sua produção é um problema social, pois os agentes sociais

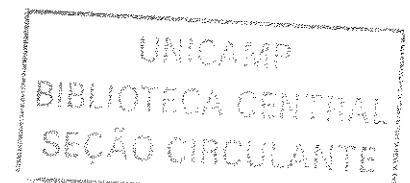
determinam o modelo de desenvolvimento, modificam os processos produtivos, geram o resíduo e têm o poder decisório sobre a gestão dos mesmos. Foi em decorrência da ação social que, historicamente, houve a inversão do conceito de qualidade de vida pelo de quantidade de bem consumido (STREB e BARBOSA, 2002). Em consequência deste paradoxo, resíduo sólido passou a ser um problema ambiental. Como num ciclo vicioso, aumenta-se a produção, mais energia é necessária, mais resíduo é gerado e, conseqüentemente, maior o impacto negativo ao ambiente e à qualidade de vida da população.

Considerando a necessidade de reavaliar o modelo de consumo adotado pela sociedade contemporânea, na Agenda 21 (MMA, 2004a), no capítulo 4, Seção I, é apontada a necessidade de mudar os padrões de consumo no Ocidente, tanto em países desenvolvidos, quanto naqueles em desenvolvimento, com sistemas econômicos semelhantes. Reconhece-se que o consumo insustentável acarreta o esgotamento dos recursos naturais, o agravamento da pobreza e o desequilíbrio.

Assim, entre as metas expressas na Agenda 21, para se atingir ao desenvolvimento sustentável, mostra-se fundamental a promoção de padrões de produção e consumo que busquem reduzir as pressões ambientais e que atendam às necessidades básicas da humanidade. Para isto, são consignados instrumentos como: gerenciamento, coleta de dados e informações sobre consumo, desenvolvimento de novos conceitos de crescimento econômico sustentável e prosperidade, cooperação e coordenação internacionais, financiamentos, estímulo a uma maior eficiência no uso da energia e dos recursos e redução, ao mínimo, da geração de resíduo (MMA, 2004a).

2.2 Minimização como estratégia para gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar

Buscando-se uma definição para os termos gestão e gerenciamento de resíduo sólido, na literatura, encontra-se uma infinidade de referências com diferentes sentidos, como argumentado por Zanta e Ferreira (2003). Teixeira (2000) afirma que gestão e gerenciamento de resíduo sólido são termos hoje bastante empregados, mas, às vezes, misturam-se os conceitos: pode-se dizer que



gerenciamento refere-se ao conjunto de ações, enquanto a gestão diz respeito à política que rege estas ações. É nesta linha de entendimento que se desenvolve esta tese.

Para os participantes da Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e o Desenvolvimento (Unced), o gerenciamento de resíduo sólido tem um significado que ultrapassa a formulação e aplicação de soluções técnicas para a coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduo gerado. A questão do resíduo sólido é abordada por meio da: redução; reutilização; reciclagem; tratamento e despejo ambientalmente saudável; e ampliação dos serviços. O manejo ambientalmente saudável do resíduo sólido deve ir além do depósito ou aproveitamento por métodos seguros do resíduo gerado e buscar resolver a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões insustentáveis de produção e consumo, o que implica na utilização do conceito de manejo integrado do ciclo de vida. A possibilidade de conciliar o desenvolvimento com a proteção do ambiente, visando à sobrevivência das gerações futuras, está intrínseca a este conceito (MMA, 2004a).

Frangipane, Ferrari e Pastorelli (2004) afirmam que atuar na busca do gerenciamento adequado para o resíduo sólido é missão de todos os países, tendo em vista os efeitos globais de comprometimento do ambiente. No entanto, não se pode ignorar as diferenças fundamentais de capacidade econômica, disponibilidade de qualificação técnica, características ambientais e demandas por necessidades básicas entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento.

Em uma política que vise à minimização de resíduo, é fundamental o estabelecimento de estratégias para atingir tal fim. Para o enfrentamento dos problemas decorrentes de resíduo sólido, Cunha et al. (2003) afirmam serem necessários, além de mecanismos econômicos, inovações do mercado e uma regulamentação jurídica de apoio a uma gestão eminentemente preventiva.

A gestão ambiental global está nas mãos de quem atua numa esfera de decisões que diz respeito ao planeta e estabelece metas mundiais para resolução do problema. Tanto as questões relativas ao mercado e, em decorrência disso, ao consumo, como aquelas relacionadas aos problemas ambientais, tais como a geração, disposição e tratamento de resíduo sólido, pressupõem o envolvimento internacional. Como ressaltam Soares (2001) e Philippi Jr. et al.

(2002), nos dias atuais, tanto as relações internacionais quanto a regulamentação internacional do ambiente sofrem consequências do fenômeno denominado “mundialização” ou “globalização”.

No tocante à questão do resíduo sólido, segundo Soares (2001), a atuação internacional é tímida, seja porque os maiores impactos decorrentes não têm, comumente, expressão transfronteiriça, seja porque seus efeitos negativos estão sendo descobertos recentemente ou, mesmo, a preocupação com sua geração tem ganhado repercussão internacional. O enfoque até então dado, circunscreveu-se ao transporte e comércio internacional de resíduo, notadamente, o perigoso. Tem-se, como exemplos, a Convenção sobre Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduo Perigoso, de 1989 - Convenção de Basiléia (assinada e ratificada pelo Brasil), Convenção Africana sobre Banimento da Importação e Controle do Movimento e Gerenciamento de Resíduo Perigoso Transfronteiriço, de 1991 (Bamako) e Convenção de Londres sobre Banimento de Despejo de Resíduo de Baixo Índice de Radiação nos Oceanos, de 1993.

A escassez de normas internacionais sobre geração, tratamento e disposição de resíduo é confrontada pela existência no âmbito internacional, de uma série de princípios e diretrizes, a maioria constante de Cartas e Declarações internacionais. Entre essas, destaca-se como instrumento norteador para a gestão de resíduo sólido, a Agenda 21, assim denominada por pretender traçar, para todo o século XXI, as ações que devem ser empreendidas pelos Estados. Neste documento, foi sistematizado o resultado da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1992. É um instrumento norteador das políticas mundiais em defesa do ambiente, incluindo neste o homem (SOARES, 2001). Igualmente considerada um marco no direito ambiental, a Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, fruto da Conferência realizada no Rio em 1992, constitui um conjunto de princípios normativos que, em linhas gerais, consagra o desenvolvimento sustentável como norte de toda política ambiental internacional e nacional.

No Brasil, como verificado por Cunha et al. (2003), a legislação existente sobre proteção ambiental e resíduo sólido contempla mecanismos de prevenção (licenciamento, autorizações), reparação (responsabilidade civil, ações coletivas) e punição (para os crimes ambientais).

Contudo, como afirmam Cunha et al. (2003) a análise das legislações federal e estadual evidencia a existência de lacunas quanto ao cumprimento efetivo destes mecanismos. As normas jurídicas existentes mostram-se ineficazes e inócuas no enfrentamento da problemática ambiental, social e econômica acarretada pela inadequada gestão do resíduo sólido.

As poucas normas jurídicas existentes circunscrevem-se a ordenar mecanismos repressivos. E, quando estabelecem instrumentos preventivos, estes focam apenas a adequação do destino final do resíduo, não encarando o problema de forma unitária e desde o início do ciclo de produção. Igualmente, não vislumbram a participação e a responsabilidade de todos os sujeitos que passam pela cadeia produtiva até o descarte final. Enfim, mantêm-se omissas quanto às verdadeiras causas do problema (CUNHA et al., 2003).

Começam a surgir no cenário brasileiro, contudo, a exemplo de iniciativas estrangeiras, normas que aplicam o princípio do poluidor-pagador ao ciclo produtivo, determinando, entre outros, a responsabilidade pós-consumo do fabricante pelo reaproveitamento, reutilização e reciclagem dos produtos por ele colocados no mercado. Vale lembrar que esse princípio, assim como o do usuário-pagador, assenta-se na idéia de que apenas aquele que obtém lucro ou utiliza-se do produto de determinada atividade econômica é quem deve arcar com as externalidades ambientais originadas pela produção; em outras palavras, significa a internalização dos custos ambientais (ARAGÃO, 1997).

No Brasil, essa orientação é incipiente, podendo-se citar apenas as seguintes Resoluções do CONAMA (MMA, 2004 b): a resolução 257/99, que define a obrigatoriedade de retorno ao fabricante de baterias e pilhas para tratamento de disposição final; e a resolução 258/99, que obriga as empresas importadoras e fabricantes de pneumáticos dar-lhes adequada destinação final.

O princípio de responsabilidade continuada no caso das pilhas e baterias restringe-se a regulamentar a disposição final deste resíduo. A resolução CONAMA 257/99 (MMA, 2004b) delega aos fabricantes e importadores a responsabilidade pela destinação final e adequada desses materiais. O não cumprimento desta determinação pode acarretar a cobrança de uma multa para a empresa poluidora. A mesma idéia de responsabilidade contínua foi imputada para o caso de pneus, por meio da Resolução CONAMA 258/99 (MMA, 2004b).

Apesar da discussão acerca de sua constitucionalidade, esses exemplos expõem a necessidade da cooperação entre todos os participantes do ciclo de vida dos produtos, não somente o produtor, fabricante e importador. No contexto em que, mesmo após o consumo, continuam eles responsáveis pela destinação final dos rejeitos de seus produtos, somente a participação e o envolvimento direto do consumidor são capazes de levar essa espécie de responsabilidade ao sucesso. Em verdade, há de se falar em “responsabilidade compartilhada” entre todos os atores da sociedade, todos os que, de alguma forma, fazem parte da vida do ciclo do produto. Contudo, é eminente a iniciativa do estado como gestor de resíduo.

Segundo Nagle et al. (2004) e Kligerman (2000), todos são responsáveis: o cidadão comum, o educador, o industrial, o comerciante e os representantes do poder público, cada um conforme a função que ocupa na sociedade. Pode-se dizer que há instâncias, níveis de responsabilidade; porém, seja qual for o nível, a questão do resíduo exige conhecimento, comprometimento e mudança de atitudes, uma vez que se tornou um problema ambiental, um fator de poluição a necessitar de novas estratégias para sua solução.

A gestão atual entra, justamente, neste ponto: prevenir a geração de resíduo desde o projeto do produto e sua embalagem, incentivando, por meio do mercado, mecanismos de valorização e aumento da vida útil do produto e obrigando, por meio de uma política de gestão integrada, que todos os atores sociais atuem na sua implementação (STREB et al., 2003).

Dessa forma, é eminente a iniciativa do Estado, notadamente do Poder Legislativo, em estudar e formular políticas públicas e sistemas jurídicos de gestão do resíduo sólido que, por sua vez, tenham em vista todos os princípios e diretrizes apontados, assim como proporcionem efetiva responsabilidade e participação de todos os setores da sociedade.

Portanto, com a crescente geração de resíduo e dos problemas a este associados, é necessário o estabelecimento de uma nova forma de lidar com o problema resíduo sólido (SEMA, 1998), que represente a busca de modelos de gerenciamento, com soluções que passam pela redução do rejeito na fonte, a reutilização e a reciclagem, ou seja, a minimização (TEIXEIRA, 2000).

Buscando-se definições para o termo minimização de resíduo sólido, percebe-se a existência de diversas abordagens que permitem distintas interpretações. Na sequência, são apresentadas algumas definições de minimização presentes na literatura.

Concebendo o conceito de minimização qualitativa, voltada ao ambiente, em documentos como Banco Mundial (WORLDBANK, 2004) e Günther (2000), minimização inclui, além de redução, reutilização e reciclagem, também o tratamento da parcela de resíduo resultante. Dentro de uma proposta de minimização, a primeira meta é gerar o mínimo possível de resíduo e o que não tiver condições de ser reciclado ou reutilizado deve ser tratado antes de ser lançado ao ambiente, visando a reduzir o seu volume, simplificar sua composição e minorar seu impacto no ambiente.

A EPA (2004) apresenta um enfoque quantitativo como forma de minimização dos problemas com resíduo, sugerindo quatro componentes independentes: a redução na fonte, reciclagem, processamento em instalações geradoras de energia a partir de resíduo e aterro do que não for mais combustível.

Na prática da minimização de resíduo, a ordem de prioridades recomendada pela Agenda 21 (MMA, 2004a) e EPA (2004), é, primeiramente, prevenir antes de gerar resíduo, ou seja, primeiro produzir menos, depois reutilizar, reciclar o resíduo que for inevitável e, por último, o tratamento da fração resultante e disposição final.

Em Menezes (2004), minimização quantitativa do resíduo inclui redução na fonte, reutilização do material aproveitável nas condições em que é descartado, reciclagem do material com valor econômico (incluindo recuperação da fração energética) e disposição do resíduo.

Em um estudo avaliando o potencial da redução da quantidade de resíduo gerado e, conseqüentemente, disposto, Teixeira (2000) afirma que a minimização de resíduo consiste em: por meio da redução na fonte, reutilização e reciclagem, diminuir a sua quantidade e/ou seu potencial de contaminação (minimizando a sua toxicidade e/ou periculosidade). Embasado neste conceito, é que são avaliados os potenciais de minimização nesta tese.

Com relação a abordagem de minimização de resíduo sólido, como visto, este deriva, principalmente, de duas linhas de entendimento: uma abordando a questão do ponto de vista da quantidade de resíduo produzida/descartada, compreendendo minimização como redução da produção, reutilização e reciclagem os 3Rs e, outra, pautando-se na qualidade do ambiente. Este conceito engloba os 3Rs e o tratamento da fração resultante. Entende-se que a segunda visão é a mais adequada em função de sua visão mais abrangente, a englobar também o tratamento do resíduo restante.

Intrínsecos aos conceitos de minimização de resíduo, diversos termos são empregados, alguns fazendo referência à possibilidade de conservação ou recuperação de energia. Entre estes:

- reaproveitamento de resíduo - utilizado como sinônimo de um dos meios de se conseguir a minimização quantitativa de resíduo. Para Sayago, Oliveira e Serôa (2004), o reaproveitamento, obtido por meio de reutilização e de reciclagem, significa introduzir parcela do resíduo sólido domiciliar no processo produtivo;

- reaproveitamento energético de resíduo - pode ser dividido em: reaproveitamento direto, via conversão térmica, e reaproveitamento indireto, promovido através de reciclagem ou reutilização de elementos (Warmer Bulletin, 2001); e,

- valorização de resíduo- definida por Ferrer (2004), é uma operação que permite a sua utilização, agregando-lhe valor. A agregação de valor ao resíduo consiste na sua separação/tratamento para que adquira qualidade diferenciada. O autor argumenta que a valorização do resíduo, por exemplo, para geração de energia, é uma estratégia inteligente a uma sobrevivência saudável, uma forma indireta de promover a saúde pública, limpar o ambiente, reduzir a poluição nos mananciais d'água e salvaguardar a natureza da depredação humana para as futuras gerações.

A possibilidade de conservação de energia avaliada nesta tese pode ser obtida por meio da reciclagem de resíduo sólido domiciliar, sendo entendida como consequência da minimização de resíduo sólido domiciliar.

Nesta pesquisa, serão estudadas as possibilidades de redução da quantidade de resíduo a ser disposta, ou seja, os potenciais de minimização e de conservação de energia, com base nos

resultados da caracterização de resíduo por meio de redução da produção, reutilização e reciclagem.

2.2.1 Redução na fonte

Redução na fonte, como definido em CEMPRE (2004), significa evitar, ao máximo, a geração de resíduo e redução ou eliminação de sua periculosidade. Esta deve ser a principal meta a ser alcançada na busca da minimização do resíduo. Uma forma para reduzir a quantidade de resíduo gerada é combater o desperdício (EIGENHEER, 2003).

Do ponto de vista energético, segundo Oliveira e Rosa (2003) e EPA (2004), evitar a necessidade de produção/ beneficiamento de bens significa não demandar energia.

No trabalho executado por Teixeira et al. (1999), foi avaliado o potencial de minimização para o resíduo produzido no distrito de Barão Geraldo, Campinas. Entre os resultados do estudo, destaca-se, na Figura 2.4, o desperdício de matéria orgânica, ou seja, um potencial teórico de redução de 16% da quantidade de resíduo gerada/descartada.

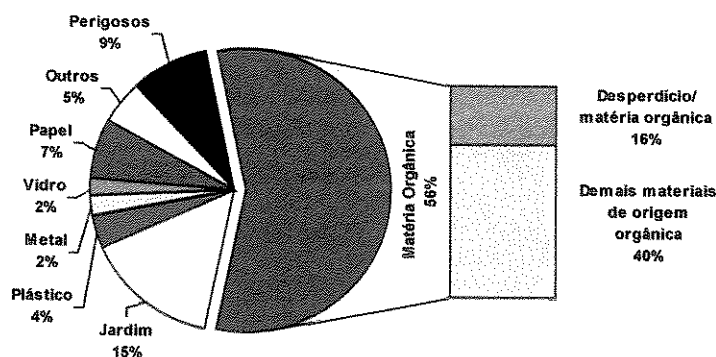


Figura 2.4 Composição média do resíduo domiciliar de Barão Geraldo – 1999

Fonte: elaborado com base em Teixeira et al. (1999)

Na avaliação isolada do total de matéria orgânica amostrada, observa-se que esta apresentou o valor de 29% como desperdício, distribuídos em: 17% de preparo, 8% de compra e 4% de consumo. Desta forma, o desperdício representou, aproximadamente, 16% do total de resíduo, sendo superior à porcentagem do segundo componente do mesmo (jardim, 15%). Conforme as autoras, este valor indica que, no presente caso, existia potencialidade para a minimização, atingindo resultados significativos, através da redução na fonte, a ser obtida pela

diminuição dos desperdícios a partir das mudanças nos hábitos e costumes da população (16%) e outra parcela, de 40%, pelo tratamento através da compostagem.

Em estudo realizado por Streb et al. (2003), foi avaliado o potencial de minimização de embalagens constantes da cesta básica e, como resultado, demonstrou-se que, para as embalagens destes produtos, o potencial de redução é pequeno. Segundo estes pesquisadores, melhores resultados visando à minimização das embalagens dos produtos da cesta básica nacional poderiam ser obtidos via substituição do material com que as embalagens são fabricadas, quando possível (levando em conta a necessidade de conservação dos alimentos e critérios sanitários), e/ou aumento da capacidade de armazenamento das mesmas (quando isto não significar embalagens mais resistentes, com aumento do consumo de matéria-prima).

Avaliando a situação atual da minimização de resíduo doméstico, Teixeira (2000) afirma que a redução de resíduo tem sido desenvolvida com grande ênfase para o resíduo sólido industrial, pois, apesar da necessidade de pesquisas e de modificações em processos industriais, na maioria dos casos, essa redução é mais fácil de ser conseguida já que depende apenas da vontade de decisão do proprietário e de sua ação.

No caso de resíduo sólido doméstico, pouco se tem avançado com relação à redução na produção e, parece que a consciência de todos os problemas relacionados ao resíduo não chegou à grande maioria dos consumidores.

Com relação à questão energética associada à produção de resíduo, para o resíduo que não puder ser evitado, existe um potencial de recuperação energética por meio da operacionalização de aterro energético de 0,73 MWh/t, ou seja, considerando-se que 1 MWh/t corresponde a 3,6 GJ/t, há um potencial de recuperação de 2,63 GJ/t de resíduo descartado (Santos, 1995).

2.2.2 Reutilização

Reutilização de resíduo consiste no seu aproveitamento nas condições em que é descartado, exigindo apenas operações de limpeza, embelezamento, identificação, entre outros (MENEZES, 2004 e TEIXEIRA, 2000).

A reutilização é viável para algumas embalagens. Segundo Streb et al. (2003) e Teixeira et al. (1999), este deve ser o segundo procedimento a ser tomado para o resíduo que é gerado mesmo com a redução na fonte. A reciclagem será a última alternativa a ser tentada na busca da minimização. Nas palavras de Teixeira (2000), “...todos devem ter presente a condição primeira: melhor que tentar resolver problemas, é deixar de criá-los, prevenindo e reduzindo a produção de resíduos”.

Do ponto de vista energético, assim como a redução da produção de resíduo, com a reutilização de material que potencialmente seria descartado evita-se a necessidade de produção/beneficiamento de produtos o que, conseqüentemente, significa não demandar energia (OLIVEIRA e ROSA, 2003).

2.2.3 Reciclagem

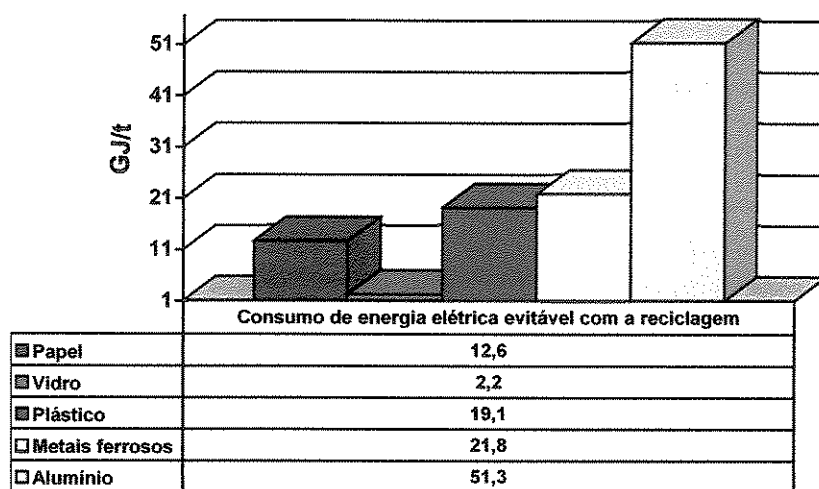
Reciclagem de resíduo é definida por Teixeira (2000) como o processo em que um material, após o seu uso, retorna ao ciclo produtivo, quer seja o de sua origem, quer em qualquer outro ciclo produtivo.

Em Compact Power (2004), é expresso que a reciclagem é uma forma de tratamento de resíduo que permite a conservação de energia. Com este processo obtém-se o resgate de matéria-prima que pode ser útil para novos processos e, desta forma, reduz-se a quantidade de resíduo a ser disposta.

A partir da reciclagem, com a reintrodução da matéria-prima no processo produtivo, evita-se o consumo de significativa quantidade de energia (CALDERONI, 2003; CUNHA, 2002; RENÓ, STREB E PIUNTI, 2002; MELDONIAM 1998; FIGUEIREDO, 1995; e, MORRIS e CANZONERI, 1993).

Em Detroit® Stokers (2004), é defendida a idéia de que reciclar e diminuir o resíduo produzido não é apenas necessidade ecológica, mas também um bom negócio, principalmente considerando-se o alto custo dos combustíveis convencionais. Assim, evita-se o gasto de energia, tornando-se uma solução viável.

Do ponto de vista energético, reciclar resíduo significa reduzir o consumo de energia associado ao processo produtivo primário. Avaliando o potencial do que se conceitua como energia evitada pela reciclagem de resíduo, Streb (2001) afirma que este potencial é obtido subtraindo-se da quantidade de energia necessária para o processamento primário do material, a quantidade de energia necessária para a reciclagem deste, obtendo-se a quantidade de energia evitada com a reciclagem. A atribuição de valores sobre as quantidades de energia demandada no processo industrial para a transformação de papel, plástico, vidro, metais (e alumínio) são consideradas médias para cada categoria de material. O potencial para evitar o consumo de energia elétrica com a reciclagem dos materiais está apresentado na Figura 2.5.



* os dados são apresentados na literatura em MWh/t e convertidos em GJ/t (1MWh/t = 3,600 GJ/t).

Figura 2.5 Energia elétrica potencialmente evitável com a reciclagem de resíduo sólido domiciliar – média por categoria de material (GJ/t).

Fonte: papel - Rosa et al. (2003) e Meldonian (1998); plástico - Rosa et al. (2003) e Reno, Streb e Piunti (2002); metais ferrosos - Santos (1995); alumínio - Figueiredo (1985).

Na reciclagem, usa-se o resíduo como insumo, face o seu menor consumo energético em comparação com o insumo virgem, acarretando a conservação de energia (OLIVEIRA e ROSA, 2003).

Porém, como afirma Fuente (2004), uma análise superficial do problema resíduo pode dar a idéia de que basta implementar programas de reciclagem para reduzir a quantidade de resíduo gerado nas cidades. A partir de uma observação mais aprofundada, é possível perceber que o

incremento da reciclagem pode resultar também no aumento da geração de resíduo. Para o autor, uma política moderna deve apontar formas que visem a diminuir a geração de resíduo e a aumentar a reciclagem de tudo o que não puder ser evitado.

Avaliando as possibilidades de reutilização e reciclagem de resíduo sólido, em Warner Bulletin (2001), entende-se ser necessário estabelecer prioridades, pois existe a preocupação em saber se a reciclagem de material e a recuperação de energia proporcionam a mesma economia. Para o autor, é consenso que se deve tentar fazer a reciclagem de material antes de se pensar na recuperação de energia. Mas, a recuperação é uma opção válida como proposta de gerenciamento integrado de resíduo e recursos.

Porém, é necessário cautela ao se analisar a questão, pois as propostas de solução para minimizar os impactos ambientais provocados por resíduo sólido são, normalmente, motivadas por visões segmentadas. Entre estas: pelo que se interpreta de Eigenheer (1993), alguns programas de coleta seletiva podem ser implementados objetivando os possíveis benefícios político-eleitorais resultantes do “marketing ecológico”, ou segundo Streb (2001), a reciclagem é colocada em contraposição ao destino final, como uma solução definitiva para a disposição final do resíduo sólido.

Com relação às embalagens, Fuente (2004) afirma que, como o resíduo de um produto está constituído por sua embalagem e pela fração que é consumível, seu tamanho e peso na massa de resíduo depende de como foi projetada. Reciclar significa, então, encontrar algum uso para a parte não consumida. Deste modo, minimizar significa, em primeiro lugar, tratar o problema no próprio projeto do produto e de seu envoltório, a fim de que surja menos resíduo de fábrica; em segundo, implica estudar possibilidades de valorização do resíduo, para sua eventual reciclagem. Evitar também significa eliminar todos aqueles passos que, na perspectiva do resíduo, estão demais ou são superfluos.

Contrariamente à concepção de minimização, proprietários das empresas coletoras e de tratamento de resíduo estão de acordo que se gere mais resíduo, porque ganham pela quantidade que coletam e depositam, respectivamente (CAMPELO, 2003). Como argumentado por Streb e

Barbosa (2004), um empreendedor na área de reciclagem prefere a geração de mais resíduo reciclável e, por isso, que não seja evitado.

Também é preciso reconhecer que, como afirmam Sayago, Oliveira e Serôa (2004), o reaproveitamento (reutilização e reciclagem) nem sempre é viável, em face da natureza do resíduo e dos custos de triagem e transporte aos pontos de transformação. Assim, na elaboração de programas de gerenciamento de resíduo sólido, os administradores municipais devem planejar, além do tratamento da fração de material que não é passível de redução, condições adequadas de destinação para o material passível de reaproveitamento, mas que não encontra condições de mercado ou técnicas para tal.

Na gestão e no gerenciamento do resíduo sólido, deve-se, primeiramente, buscar conhecer o problema para depois, se este for o intuito, elaborar estratégias, tendo-se em vista minimizar/valorizar energeticamente o resíduo.

2.3 Caracterização de resíduo sólido como instrumento para avaliar o potencial de minimização e de conservação de energia

Como argumentado em CETESB (1997), para dimensionar o problema resíduo sólido doméstico, é fundamental o conhecimento da composição (qualitativa: análise física, gravimétrica e quantitativa: análise química) do resíduo gerado, coletado e disposto. Conhecer o resíduo é pré-requisito para se avaliar qual a melhor alternativa de uso e os benefícios diretos e indiretos possíveis a partir da adoção de determinada forma de disposição (STREB, NAGLE e TEIXEIRA, 2004). Este conhecimento só pode ser obtido por meio da caracterização da composição do resíduo sólido.

Alba et al. (2004), Pessin (2002) e Oliveira (1997) afirmam que caracterizar o resíduo sólido produzido por uma população é uma tarefa de importância para qualquer projeto na área de resíduo sólido. Como expresso em CETESB (1997), o levantamento deve abranger, integralmente, ou pelo menos, as áreas servidas por coleta regular e, posteriormente, pode ser extrapolado para toda a cidade, se for preciso.

De acordo com LIPOR (2004), a concepção de uma campanha de caracterização envolve a definição das zonas e esquemas de amostragem a considerar, número de amostras a realizar e sua distribuição temporal, parâmetros a determinar e meios necessários para tal fim.

Segundo Stech (1990) e Schneider et al. (2000), quando se realiza a caracterização do resíduo sólido em um município, deve-se definir bem o objetivo desta caracterização. Normalmente, o principal objetivo é definir a forma de disposição final mais adequada a ser aplicada ao resíduo sólido gerado em uma determinada comunidade; viabilizar a implantação de algum sistema de tratamento, como por exemplo, a compostagem a partir do resíduo sólido, para a qual é necessário determinar a quantidade média de matéria orgânica que faz parte do resíduo; ou avaliar a viabilidade do aproveitamento do material inorgânico para instalação de usina de triagem e posterior venda dos materiais recicláveis.

Gomes (1989) afirma que os resultados obtidos na caracterização do resíduo sólido urbano de um município poderão ser comparados com os de outro local ou, até mesmo, servirem como base para comunidades, onde não se tenha realizado esta caracterização, sendo que a utilização da composição física do resíduo de outra cidade só é válida quando as populações e os próprios municípios possuírem características muito semelhantes. Ainda assim, a autora recomenda a utilização destes dados como ponto de partida para a caracterização do resíduo sólido da cidade. Somente depois, de posse destes resultados, deve-se dar continuidade ao projeto.

Como defendido por Gomes (1989), a composição física do resíduo sólido urbano é obtida através da análise do percentual de seus componentes mais comuns, tais como: vidro, plástico, metais, papel, matéria orgânica e outros.

Conforme expresso em LIPOR (2004), na Europa, existem metodologias de caracterização consagradas. Entre estas, o diferencial está na forma de amostragem. Assim, pode-se citar:

- *Direção Geral da Qualidade do Ambiente – DGQA* - elaborada em 1989, é utilizada na quantificação e caracterização de resíduo sólido. Foi elaborada para ser implementada no nível municipal, visando à obtenção de dados uniformes para registro da composição do resíduo sólido. São considerados: características do município, se urbano ou rural; circuitos de coleta,

características semelhantes e representativas; frequência de coleta de resíduo; semanas do mês; sazonalidades; e períodos atípicos;

- *European Recovery and Recycling Association – ERRA* - elaborada em 1993, com o objetivo de proporcionar um método para a coleta de dados quantitativos e qualitativos sobre o resíduo doméstico, designadamente para apoio à avaliação dos projetos piloto de remoções seletivas promovidos pela ERRA. Nesta metodologia, a amostra de resíduo é coletada porta a porta e o tamanho da amostra é relacionado à dimensão da zona a caracterizar. É definido como frequência ideal para coleta de amostra a cada três meses; e,

- *Réseau Européen de Mesures pour la Caractérisation des Ordures Ménagères – REMECOM* - elaborada visando ao conhecimento da quantidade, composição, qualidade e valorização do resíduo. Traça um conjunto de diretrizes metodológicas para obtenção da composição do resíduo doméstico e da eficiência e índices de rejeito da coleta seletiva. Neste método, a amostragem é feita por veículos coletores escolhidos aleatoriamente por zona de estudo. O número de veículos para amostragem é função do número de habitantes (menos de 200.000 habitantes - mínimo de 5 amostras mais de 200.000 habitantes - mínimo de 10 amostras). A frequência de amostragem é uma amostra a cada estação do ano, ou duas a cada mês.

Em diversos países, segundo LIPOR (2004), existem métodos de amostragem sendo empregados, entre esses, o Protocolo ARGUS, na Alemanha; o Protocolo IBGE, na Bélgica; o Protocolo EPA, na Irlanda; e a Metodologia MODECOM, na França.

Contudo, as metodologias descritas anteriormente, por atenderem às características particulares dos países onde foram desenvolvidas/implementadas, podem não servir como referência para a caracterização do resíduo sólido domiciliar brasileiro.

Na metodologia publicada em IBAM (2004), são descritos os procedimentos práticos para determinação da composição gravimétrica, utilizando, na obtenção de amostras, o método de quarteamento, no qual é expresso que os componentes do resíduo a serem avaliados dependem dos objetivos a que se propõe a caracterização.

A CETESB (1997) também divulga sua metodologia de caracterização de resíduo sólido, por meio da qual é possível avaliar resíduos de origem domiciliar, industrial, de varrição,

comercial, de feiras e especiais. São recomendados volumes diários a serem apurados para cada tipo de resíduo, procedimento de coleta das amostras em três recipientes com capacidade para 100 litros e inclusão de recenseamento de residência em residência para saber o número de habitantes, de estabelecimentos comerciais, industriais e o volume de resíduo por eles apresentados. A operação repetida no mesmo percurso por vários dias e os valores obtidos no levantamento foram significativos após três repetições. Por tal motivo, este é o número de repetições recomendado para futuros estudos semelhantes. Esta metodologia permitiu determinar o peso aparente específico e as composições qualitativa e química, como expresso na publicação.

A recomendação de se realizar três repetições de amostragem, prescrita na metodologia publicada pela CETESB (1997), pode ser questionada, posto que este número vislumbra ser insuficiente à avaliação da produção e composição do resíduo sólido.

Concomitante, na literatura consultada, não há referência à utilização de uma metodologia padrão para todos os municípios, visto que a determinação da composição do resíduo produzido faz parte do gerenciamento local e depende de cada administração municipal. Porém, a adoção desta prática pode resultar em redução de custos e esforços associados ao processo e em melhor qualidade no gerenciamento do resíduo.

Assim, para atender aos objetivos desta pesquisa, a saber, avaliar o potencial de minimização e de valorização de resíduo sólido, uma metodologia foi adaptada e publicada por Streib, Nagle e Teixeira (2004), cujo detalhamento é feito no capítulo 3 desta tese.

Capítulo 3

Procedimentos metodológicos

Para atender aos objetivos da tese, a pesquisa foi desenvolvida buscando-se o conhecimento sobre gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar na esfera regional e local, com análise de sua composição gravimétrica e avaliação do seu potencial de minimização e da conseqüente conservação de energia.

Na elaboração deste trabalho, foram ponderados, por meio de revisão bibliográfica, os procedimentos metodológicos necessários para avaliar tal potencial.

3.1 Gestão e gerenciamento de resíduo sólido na esfera regional e local

Para avaliar a problemática associada ao resíduo sólido no contexto regional, optou-se por uma análise descritiva por meio de pesquisa bibliográfica sobre gerenciamento de resíduo sólido em uma região metropolitana. A delimitação do contexto regional foi feita considerando-se que a configuração de metrópoles pressupõe um conjunto de municípios com características semelhantes (CANO e BRANDÃO, 2002), teoricamente, resultando na similaridade dos dados.

Para a análise do contexto local, considerou-se a configuração física de município. Foi realizado um estudo de caso empregando-se, como meio para obtenção de informações, consulta documental e aplicação da técnica de entrevista, realizada com os responsáveis pelo setor que gerencia o resíduo junto às prefeituras municipais. No levantamento de informações, deu-se ênfase à gestão e ao gerenciamento de resíduo e um estudo analítico, com caracterização de resíduo sólido domiciliar para avaliar o potencial de minimização e de conservação de energia do resíduo produzido nos municípios e na RMC.

3.1.1 Plano de amostragem para a caracterização gravimétrica de resíduo sólido domiciliar

Optou-se pela análise e caracterização do chamado resíduo sólido domiciliar. A escolha por este tipo de resíduo é justificada pela inexistência ou inconsistência de dados sobre a quantidade e qualidade de material gerado e descartado nos domicílios.

Como forma de classificação, utilizou-se a análise da composição gravimétrica, ou seja, percentual em massa de cada categoria de material presente no resíduo sólido. Como forma de classificação, entende-se a separação por categorias de material presentes no resíduo. A classificação do resíduo foi subdividida em três categorias: matéria orgânica (também pode ser entendida como sinônimo de resíduo biodegradável de alimentação), resíduo potencialmente reciclável (nesta categoria, inclui-se os materiais que tradicionalmente são encaminhados para reciclagem, tais como: papel, plástico, vidro e metal) e demais resíduos (todo o material que não se enquadra nas anteriores). Os três grupos foram fracionados por tipo de material como mostrado na tabela 3.1.

Materiais como embalagens multicamadas podem ser potencialmente recicláveis, desde que sejam, efetivamente, encaminhados para esta finalidade. Contudo, como tal encaminhamento depende de uma análise do mercado local, tradicionalmente não são destinados para a reciclagem e, portanto, não são caracterizados como reciclável.

No intuito de garantir a representatividade da amostragem, o estudo contemplou as diferentes variáveis temporais na coleta do resíduo sólido domiciliar, pressupondo-se que, em períodos distintos, a composição e a quantidade de resíduo gerada podem ser diferentes em uma mesma residência. Dessa forma, a coleta de resíduo foi feita nas residências nas datas pré-estabelecidas, observando as variáveis temporais consideradas na pesquisa: estação do ano (4), mês do ano (12), semana do mês (4) e dia da semana (7).

Para padronização das variáveis temporais, considerou-se semana de sete dias corridos, independente dos dias de semana e, como quarta semana, todos os dias posteriores ao dia vinte e um. Não havendo uma clara diferenciação das condições climáticas na definição das estações, foram consideradas as datas oficiais: 22 de setembro a 22 de dezembro - primavera; 22 de dezembro a 19 de março - verão; 20 de março a 19 de junho - outono e 20 de julho a 21 de setembro - inverno.

Tabela 3.1 Classificação do resíduo para caracterização gravimétrica

MATERIAL		CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL	EXEMPLO
MATERIA ORGÂNICA	DESPERDÍCIO DE COMPRA	Produtos descartados, sem que tenham sido consumidos	Maços inteiros de verduras, pães inteiros e produtos com as embalagens invioladas
	DESPERDÍCIO DE PREPARO CRU	Alimento e produtos, que estejam facilmente identificados como tal	Cascas de frutas e legumes que foram retiradas contendo parte do produto
	DESPERDÍCIO DE PREPARO COZIDO	Alimento e produtos, que estejam facilmente identificados como tal	Arroz com formato de panela e bifes
	DESPERDÍCIO DE CONSUMO	Alimentos parcialmente consumidos	Pães pela metade, embalagens abertas contendo parte dos produtos
	DEMAIS	Todo resíduo orgânico que não pode ser classificado nas outras categorias ou que sejam de classificação duvidosa	Caroço e casca de frutas, misturas de muitos alimentos
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEIS	PAPEL	Papelão	Diversas embalagens
		Jornal	Diversos
		Revistas	Diversas
		Outros recicláveis	Papel branco, impressos e cadernos
	METAL	Alumínio	Embalagens e utensílios domésticos
		Reciclável	Embalagens de alimentos
	VIDRO	Reciclável	Diversas embalagens
	PLÁSTICO	1 PET (polietileno tereftalado)	Principalmente embalagem de bebida
		2 PEAD (polietileno de alta densidade)	Sacola de supermercado
		3 PVC (cloreto de polivinila)	Embalagens diversas
		4 PEBD (polietileno de baixa densidade)	Embalagens de arroz e açúcar
		5 PP (polipropileno)	Embalagem de produtos de limpeza
		6 PS (poliestireno)	Copos e pratos descartáveis
		7 Outros	Não classificados nas categorias anteriores
DEMAIS RESÍDUOS	FRAÇÃO NÃO RECICLÁVEL	Papel	Etiqueta adesiva e papel-carbono
		Plástico	Cabo de panela, tomada
		Vidro	Espelhos e vidros planos
		Metal	Clipes, grampos, esponjas de aço, canos
	PERIGOSOS	Patogênicos	Papel higiênico, fraldas e fezes de animais
		Saúde	Seringas e curativos
		Químicos	Pilhas, lâmpadas, embalagens de tinta
	RESÍDUO DE JARDIM		Podas, varrição, terra junto a podas
	EMB. MULTICAMADAS	Longa vida e outras	Caixas de leite e suco
	MADEIRA		Caixas e pedaços de madeira
	TÊXTEIS		Vestuário e restos de tecido
	OUTROS	não classificado nas categorias anteriores	Couro, cerâmica e pedra

Considerando-se as variáveis temporais abrangidas no estudo, foi elaborado um cronograma contendo os 16 dias de caracterização para cada município, observando-se: os dias da coleta oficial, os períodos atípicos como feriados e dias subsequentes, férias ou qualquer outro período que pudesse interferir na produção e composição do resíduo.

Buscando-se a melhor qualidade da amostragem, optou-se pela coleta da amostra no local onde o resíduo é gerado, ou seja, no domicílio, acondicionando-o individualmente e identificando-o para posterior caracterização.

Definiu-se que seriam coletadas 30 amostras de resíduo (30 residências em cada um dos 16 dias de caracterização), o que resultou em um total de 480 amostras por município. Na escolha das residências a serem amostradas, utilizou-se o método estatístico de amostra aleatória estratificada simples.

Tendo em vista que o objeto de análise era o resíduo proveniente da coleta oficial, foi necessária a anuência das autoridades responsáveis pelo gerenciamento do resíduo sólido domiciliar. No intuito de viabilizar condições adequadas para a coleta e caracterização das amostras, foram pleiteadas, junto a tais autoridades, infra-estrutura material e mão-de-obra. Feito isso, foram disponibilizados para transporte das amostras e da equipe coletora: um veículo aberto com capacidade para o volume de resíduo a ser coletado; para o local de triagem: espaço coberto, protegido de chuva e sol, ventilado e iluminado; e, para a triagem: uma mesa de madeira e balanças compatíveis com o peso e volume de resíduo.

Definido que seria realizado o estudo na Região Metropolitana de Campinas, foram escolhidos os municípios, os bairros, os domicílios e os roteiros de coleta para amostragem de resíduo. A escolha dos municípios foi feita combinando os seguintes critérios: características sócio-econômicas predominantes e frequência e horário da coleta oficial.

Após a seleção dos municípios do estudo, foram escolhidos os locais para amostragem e roteiros de coleta de amostras para caracterização do resíduo sólido domiciliar. A escolha foi realizada com auxílio dos administradores municipais e dos responsáveis pela coleta, utilizando-se mapas cartográficos, combinando os seguintes fatores: horários da coleta oficial, distância entre os prováveis locais de coleta, dias de coleta e classe social predominante nos bairros.

Levando-se em consideração que a produção e composição de resíduo sólido domiciliar podem ser diferenciadas entre as distintas classes sociais, e objetivando-se a representatividade quantitativa e qualitativa das amostras, escolheu-se, em cada município, três bairros de características distintas entre si, onde residissem predominantemente pessoas pertencentes às classes sociais A, B e C, respectivamente.

As classes sociais são agrupadas utilizando-se como fator de referência a renda média mensal do chefe do domicílio avaliada pelo IBGE (IBGE, 2004 a). Ao definir as classes sociais no Brasil, tendo como fator de referência a renda da população, em Geocites (2004), explicitou-se que a classe A é constituída por pessoas que possuem renda mensal superior a 20 salários mínimos; a classe B por pessoas com renda na faixa entre 10 e 20 salários; e, a classe C, por pessoas com renda inferior a 10 salários mínimos mensais.

Definidos os bairros para coleta de amostra do resíduo sólido domiciliar, visitou-se o local para avaliar se as características destes correspondiam às pré-selecionadas.

Foram selecionadas aleatoriamente 10 residências em cada bairro. Posteriormente, observou-se as características físicas externas das construções, se as selecionadas correspondiam às características desejadas, possuíam o mesmo padrão de construção (entendendo-se como indicio de mesmo nível sócio-econômico) e se naquelas não era exercida atividade comercial como, por exemplo, costureira, cabeleireira ou doceira. Como recomendado por Downing e Clark (2002), havendo distorção de algum destes critérios, era escolhida nova residência.

Com relação aos roteiros de coleta, optou-se pelos que envolvessem menores percursos e que facilitassem a coleta no menor tempo possível. Levou-se em consideração a necessidade de recolher o resíduo próximo ao horário da coleta oficial, para que os moradores já tivessem depositado seu resíduo para ser coletado, mas antes de este ser levado pela coleta oficial.

Um dos critérios de seleção das cidades objeto de análise foi a frequência de coleta oficial do resíduo sólido. Desta forma, optou-se pelas cidades onde a coleta fosse feita pelo menos três vezes por semana, garantido representatividade com relação à variável temporal dia da semana. Ponderou-se a necessidade de a coleta ser realizada no período matutino, para possibilitar a caracterização no mesmo dia, evitando-se a decomposição da matéria orgânica.

3.1.2 Coleta das amostras e análise gravimétrica do resíduo

Nos três municípios selecionados, o processo de coleta das amostras foi executado da seguinte maneira: o resíduo foi coletado nas residências, acondicionado em embalagem própria (saco plástico com capacidade de 50 kg para cada residência); identificado com etiquetas

contendo a numeração correspondente ao número da amostra; transportado até o local de triagem e descarregado e depositado ao lado da balança.

O processo de análise das amostras foi executado da seguinte forma: abertura das embalagens e triagem do resíduo, pesagem das embalagens fechadas e das frações de material e anotação do peso de cada fração de resíduo por residência em uma planilha igual à da Tabela 3.2.

Tabela 3.2 Planilha para registro dos resultados da triagem de resíduo domiciliar

CIDADE		Dia de caracterização (1 a 16)		Número da amostra (1 a 30)
MATERIAL		QUANTIDADE (kg)		OBSERVAÇÕES
MATÉRIA ORGÂNICA	Desperdício de compra			
	Desperdício de preparo cru			
	Desperdício de preparo cozido			
	Desperdício de consumo			
	Demais			
	Total MAT. ORGÂNICA			
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	Papelão		
		Jornal		
		Revistas		
		Outros recicláveis		
		Total PAPEL		
	METAL	Alumínio		
		Reciclável		
		Total METAL		
	VIDRO	Total VIDRO		
	PLÁSTICO	1 PET		
		2 PEAD		
		3 PVC		
		4 PEBD		
		5 PP		
		6 PS		
		7 Outros		
		Total PLÁSTICO		
DEMAIS RESÍDUOS	FRAÇÃO NÃO RECICLÁVEL	Papel		
		Plástico		
		Vidro		
		Metal		
	PERIGOSO	Patogênico		
		Saúde		
		Químico		
		Animal morto		
		Total PERIGOSO		
	RESÍDUO DE JARDIM			
	EMB. MULTICAMADAS			
	MADEIRA			
	TÊXTIL			
	OUTROS			
TOTAL GERAL				

Como recomendado por Downing e Clark (2002), os dados coletados foram tratados estatisticamente, determinando-se a taxa de geração de resíduo para o total e cada fração de material e a composição percentual em peso do material em relação ao total gerado. O resultado desse processo de análise gravimétrica do resíduo sólido possibilitou, assim, a avaliação do potencial de minimização e de conservação de energia.

3.2 Avaliação do potencial de minimização e de conservação de energia de resíduo sólido

Para que os resultados da amostragem fossem os mais próximos possíveis da realidade municipal, ou seja, da participação de cada classe social com relação ao total da população residente no município, a partir dos resultados da amostragem, foi feita a correlação entre o total de resíduo coletado em cada classe social pelo percentual que cada classe social representa sobre o total da população municipal. A correlação foi feita aplicando-se a equação:

$$[\Sigma \text{ do resíduo sólido coletado em Campinas} = (\Sigma A * \% A) + (\Sigma B * \% B) + (\Sigma C * \% C)] / 100]$$

Onde:

ΣA = somatória do total de resíduo coletado nos domicílios de classe A, em kg;

$\% A$ = percentual da população municipal pertencente a classe social A, em fração decimal;

ΣB = somatória do total de resíduo coletado nos domicílios de classe B, em kg;

$\% B$ = percentual da população municipal pertencente a classe social B, em fração decimal;

ΣC = somatória do total de resíduo coletado nos domicílios de classe C, em kg;

$\% C$ = percentual da população municipal pertencente a classe social C, em fração decimal.

A partir dos resultados da correlação da produção de resíduo por classe social, foram avaliados os potenciais de minimização de resíduo sólido domiciliar em municípios da RMC.

Por meio de método analítico, foi avaliado o potencial de minimização e o de conservação de energia do resíduo sólido domiciliar produzido nos municípios e estimado para a região. Os potenciais foram obtidos da seguinte maneira:

- redução na fonte: o potencial teórico de redução na fonte foi calculado para a matéria orgânica e obtido pela soma da quantidade de materiais classificados como desperdício;

- reciclagem: o potencial de reciclagem foi calculado para os materiais definidos como resíduo tradicionalmente reciclável, obtido pela soma dos materiais passíveis de reciclagem. O potencial teórico de conservação de energia que poderá ser obtido com a reciclagem de resíduo, no caso, é entendido como sinônimo de conservação de energia, ou energia evitada, ou energia que se deixa de consumir, minimizando a geração de resíduo. O potencial de conservação de energia foi estimado com base nos dados da caracterização de resíduo e do potencial de evitar o consumo de energia elétrica expresso na literatura. A estimativa foi conseguida multiplicando-se o valor correspondente à quantidade de resíduo gerada pelo valor teórico do potencial para minimizar o consumo de energia elétrica, obtendo-se, assim, o balanço da energia elétrica evitada por tonelada de resíduo (GJ/t).

A estimativa de conservação de energia, como resultado do potencial de minimização de resíduo sólido domiciliar, foi avaliada através do potencial de reciclagem e representa o quanto pode vir a ser diminuído, no total de resíduo a ser disposto, desde que todo resíduo seja efetivamente reciclado.

Embasadas nas realidades regional e local, e a partir das informações apresentadas nos capítulos 4 a 7, foram elaboradas propostas para minimização e conservação de energia.

Capítulo 4

Região Metropolitana de Campinas

Por entender-se que o contexto regional interfere nas ações e políticas locais (CANO e BRANDÃO, 2002), por meio de pesquisa bibliográfica exploratória, neste capítulo, é caracterizada a Região Metropolitana de Campinas – RMC, com ênfase em alguns fatores mensuráveis e/ou quantificáveis relacionados a resíduo sólido.

4.1 Alguns indicadores demográficos, econômicos, energéticos e sociais da RMC

A sociedade contemporânea vivencia novos fenômenos urbanos e, entre esses, destaca-se a proliferação das chamadas metrópoles. Sobre esta configuração organizacional urbana, Santos (1997) afirma que há evidências de um novo fato urbano de caráter metropolitano, não mais caracterizado pela existência de territórios conurbados, mas pela presença de um conjunto de cidades, cujo desempenho econômico e social faz-se em estreito intercâmbio umas com as outras, mantendo relações de troca intensas e cotidianas.

No Brasil, estas transformações, segundo EMPLASA (2002), passam a existir, formalmente, a partir da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), que autorizou os Estados a instituírem, mediante lei complementar, regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, constituídas por aglomerados de municípios limítrofes para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum. Assim, a partir desta data,

diversas regiões metropolitanas foram criadas no Brasil. Hoje, as regiões metropolitanas totalizam 26 (Figura 4.1), concentrando 413 municípios distribuídos numa área de quase 167 mil km², onde vivem um pouco mais de 68 milhões de habitantes.

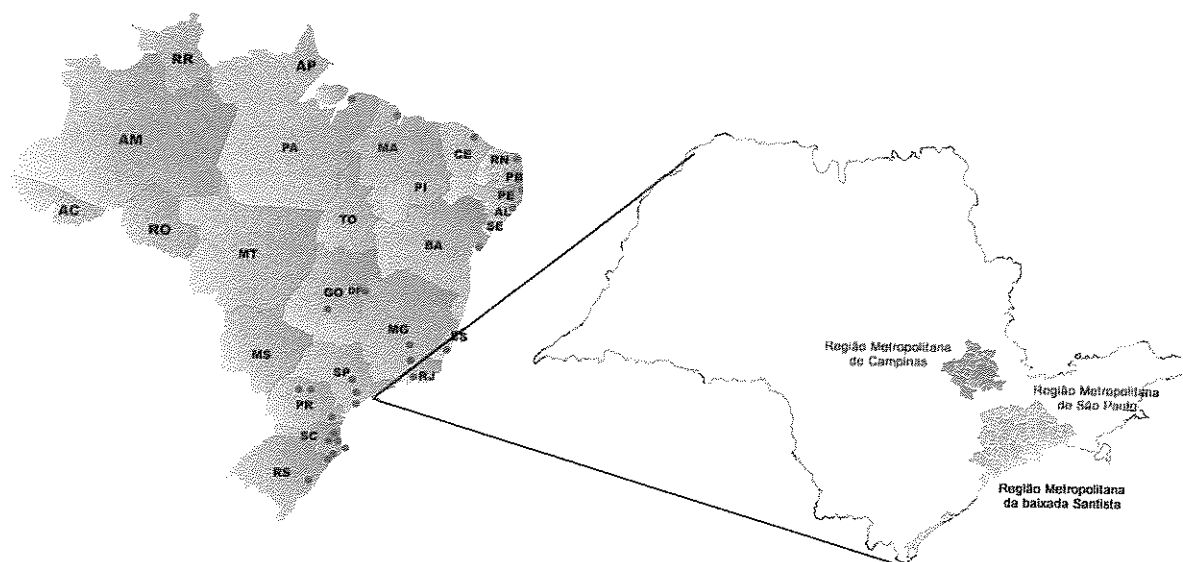


Figura 4.1 Localização das Regiões Metropolitanas Brasileiras e da RMC
 Fonte: adaptado de EMPLASA, 2004.

Atualmente, no Estado de São Paulo, estão regulamentadas três metrópoles. Sobre a institucionalização e a evolução da questão metropolitana no Estado, em EMPLASA (2004), encontra-se a informação de que, no caso das metrópoles paulistas, tem-se observado que o fenômeno metropolitano é mais amplo do que suas efetivas delimitações legais. As três regiões metropolitanas são interdependentes economicamente e formam uma rede metropolitana integrada de fato, com funções produtivas complementares da qual fazem parte também as concentrações urbanas do Vale do Paraíba, de Sorocaba e de outras áreas de seu entorno, cujo desenvolvimento econômico precisa ser estrategicamente planejado de forma integrada.

A RMC, uma das três metrópoles paulistas, está localizada na porção noroeste do Estado de São Paulo, entre 22° 30' e 23° 15' de latitude sul e 46° 30' e 47° 00' de longitude oeste, tendo um perímetro de aproximadamente 443 km e ocupa uma área de 3.673 km², o equivalente a 1,5% da superfície estadual (FONSECA, DAVAZO e NEGREIROS, 2002). A RMC é formada por 19 municípios: Americana, Artur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Bárbara d'Oeste, Santo Antonio de Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo (Figura 4.2).



● Localização dos municípios tema do estudo

Figura 4.2 Municípios que compõem a Região Metropolitana de Campinas

Fonte: SEPLAM/PMC, 2004

O aglomerado urbano regional que deu origem ao núcleo regional da atual área metropolitana originou-se como entreposto mercantil e firmou-se, mais tarde, como importante integrante do complexo cafeeiro paulista, criando as bases para o futuro dinamismo de sua estrutura produtiva e de sua rede urbana, sob a centralidade de Campinas, consolidando-a, posteriormente, como capital regional no interior paulista (CANO e BRANDÃO, 2002).

A expansão urbana, observada na região a partir dos anos 70, foi marcada pela crescente horizontalização e periferização dos espaços urbanizados, intensificando o processo de articulação urbana de Campinas com os municípios limítrofes. Esse padrão de ocupação urbana consolidou-se principalmente na região sudoeste de expansão da cidade, em direção aos

municípios de Sumaré, Hortolândia, Monte-Mor e Indaiatuba. A expansão urbana ao longo da via Anhanguera ocorreu principalmente em função do padrão de instalação industrial do processo de interiorização do desenvolvimento, o qual privilegiou grandes eixos rodoviários regionais. A periferação da região foi reforçada pela abertura do Aeroporto de Viracopos, pela implantação do Distrito Industrial de Campinas e pela construção de conjuntos habitacionais.

No eixo ao longo da via Anhanguera, quase não existe descontinuidade de ocupação, configurando uma mancha urbana praticamente contínua, que se estende de Vinhedo até Americana, articulando fortemente a economia, o mercado de trabalho e a vida urbana deste conjunto de municípios (SEPLAN/PMC, 2004).

A Região Metropolitana de Campinas consolidou-se a partir deste processo de urbanização, iniciado nos anos 50 e acelerado na década de 70, com o aprofundamento da industrialização tardia no país, sendo regulamentada pela Lei Complementar 870, em 19 de junho 2000 (EMPLASA, 2004).

A metrópole, como argumentado em EMPLASA (2004), deu uma nova realidade de gerenciamento de políticas públicas aos 19 municípios que engloba. Com essa nova realidade, todas as questões que são de interesse de todos os municípios devem ser levantadas e estudadas conjuntamente, isto é, num âmbito metropolitano.

Conforme relatado em Cano e Brandão (2002), o processo de conurbação verificado entre os municípios vizinhos ao núcleo metropolitano e a interdependência e complexidade observadas entre os municípios que compõem a RMC, em um contexto dinâmico econômico destacado em todo o Estado de São Paulo e no país, tenderiam, indubitavelmente, a pressionar a estrutura urbana e a infra-estrutura como um todo, afetando a qualidade dos serviços oferecidos e a organização do crescimento das cidades da região. A ausência de ações públicas planejadas e a escassez de recursos financeiros agravaram este processo, apesar da expansão das redes de serviços públicos.

Na Tabela 4.1 são apresentados alguns dados sobre o perfil metropolitano, a serem explorados no decorrer deste item.

Tabela 4.1 - Perfil da Região Metropolitana de Campinas – Ano base: 2000

Municípios	Número de domicílios	População			Área (km²)	Receita municipal (R\$)	Saneamento básico (1)		
		Total	Urbana	Rural			Água (2)	Energia elétrica (3)	Esgoto (4)
Americana	52,504	182.593	180.768	1.825	134	116.005.483	55.996	4.656.697	94
Artur Nogueira	9, 008	33.124	30.464	2.660	178	16.526.370	8.374	415.152	90
Campinas	283,446	969.396	953.218	16.178	796	747.296.166	204.763	8.626.802	85
Cosmópolis	12, 322	46.927	42.546	4.381	155	30.731.355	11.719	362.257	88
Engº. Coelho	2,587	10.033	7.009	3.024	110	5.841.157	2.030	232.175	69
Holambra	1,868	7.211	3.938	3.273	64	10.876.197	1.298	134.474	50
Hortolândia	40,381	152.523	152.523	0	62	72.280.569	39.399	1.090.829	02
Indaiatuba	40,315	147.050	144.740	2.310	311	90.338.854	43.018	1.356.066	91
Itatiba	22,306	81.197	65.925	15.272	323	57.102.289	20.169	1.021.496	81
Jaguariúna	7,969	29.597	25.812	3.785	142	30.536.757	8.917	687.712	85
Monte Mor	9,868	37.340	34.173	3.167	241	26.834.795	10.060	448.157	41
Nova Odessa	11,770	42.071	41.110	961	73	24.659.918	13.344	702.497	96
Paulínia	13,769	51.326	50.762	564	139	250.845.279	15.141	2.845.450,8	84
Pedreira	9,667	35.219	34.132	1.087	110	22.526.053	10.407	382.471	93
Sta Bárbara d'Oeste	46,871	170.078	167.917	2.161	271	64.254.969	46.890	1.360.199	97
Sto Antº de Posse	4,897	18.124	14.673	3.451	154	10.198.284	4.350	109.638	16
Sumaré	53,763	196.723	193.937	2.786	153	80.759.500	50.000	2.003.191	77
Valinhos	23,365	82.973	78.506	4.467	149	74.671.445	19.740	1.562.468	82
Vinhedo	12,843	47.215	46.174	1.041	82	62.969.369	13.680	689.263	74
Total RMC	624,067	2.340.720	2.268.327	72.393	3.647	1.795.254.809	579.295	28.686.996	73

(1) Exceto resíduo sólido

(2) Número de ligações de água na rede geral

(3) Valores convertidos para GJ/h

(4) % dos domicílios com coleta

Fonte: população, IBGE (2004a); saneamento básico, SEPAN/PMC (2004); e demais informações, EMPLASA (2004).

A RMC caracteriza-se pela densa ocupação humana de seu território, com altos índices de urbanização e com grande concentração de população no município de Campinas (Figura 4.3).

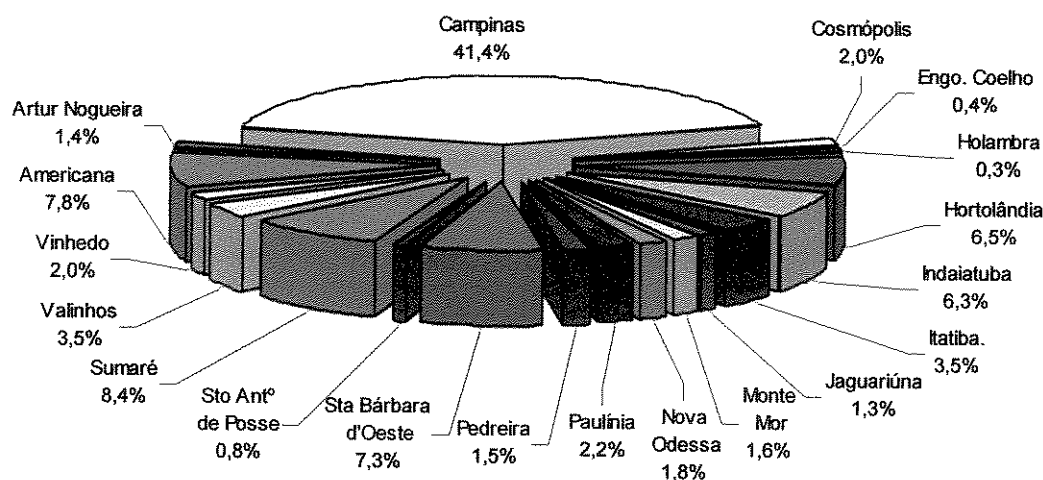


Figura 4.3 Distribuição da população da RMC - por municípios

Fonte: elaborado com base em IBGE (2004a)

Avaliando-se a situação domiciliar na RMC, percebe-se o alto grau de urbanização com apenas 3% de sua população ocupando a área rural (Figura 4.4).

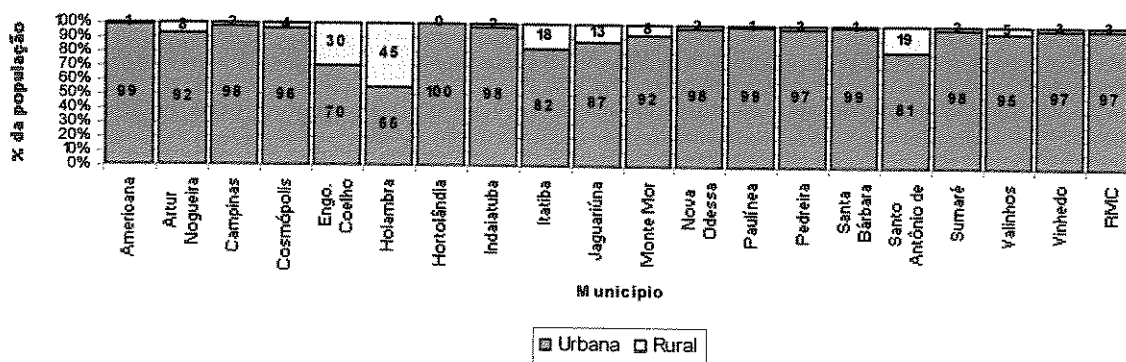


Figura 4.4 Distribuição da população residente - situação dos domicílios/municípios (%)

Fonte: elaborado com base em IBGE, 2004a

Quanto à densidade demográfica, na RMC, a média é de 736 habitantes por km². Dos municípios metropolitanos, o que apresenta maior densidade demográfica é o de Hortolândia, sendo sucedido por Americana, Sumaré e Campinas (Figura 4.5).

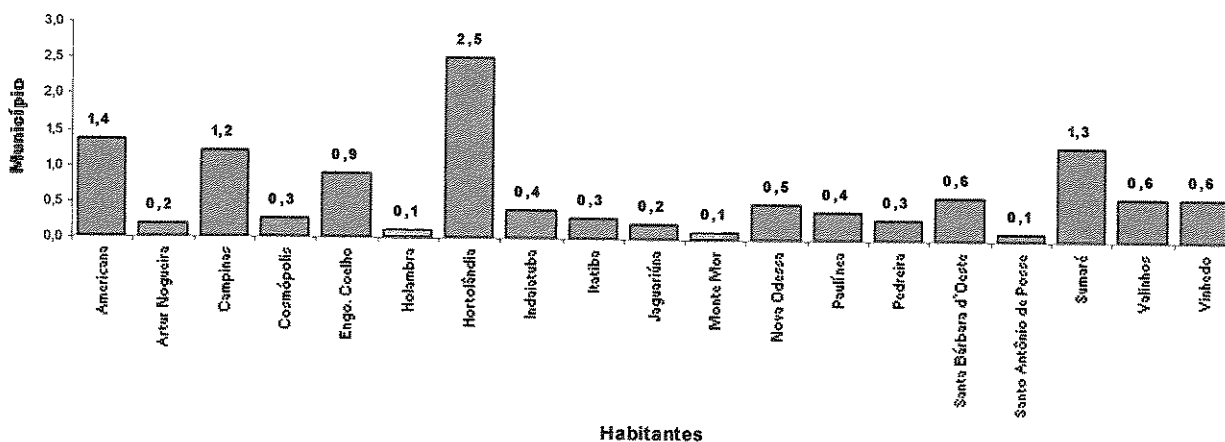


Figura 4.5 Densidade demográfica (hab/km²) nos municípios da RMC

Fonte: elaborado com base nos dados de EMPLASA, 2004

Nos últimos anos, como expresso em EMPLASA (2004), a região de Campinas vem ocupando e consolidando uma importante posição econômica nos níveis estadual e nacional.

A região metropolitana destaca-se pela produção industrial diversificada, com ênfase em setores dinâmicos e de alto impacto científico/tecnológico, notadamente nos municípios de Campinas, Paulínea, Sumaré, Santa Bárbara d'Oeste e Americana, que vem resultando em crescentes ganhos de competitividade nos mercados internos e externos (EMPLASA, 2004).

Na RMC, estão estabelecidas: 9.792 indústrias, 3.552 empresas de construção civil, 43.412 pontos comerciais, 34.835 postos de serviços e 1.884 estabelecimentos agropecuários, de extração vegetal, caça e pesca (ACIC, 2004). A distribuição por categorias dos principais estabelecimentos da RMC é apresentada na Figura 4.6.

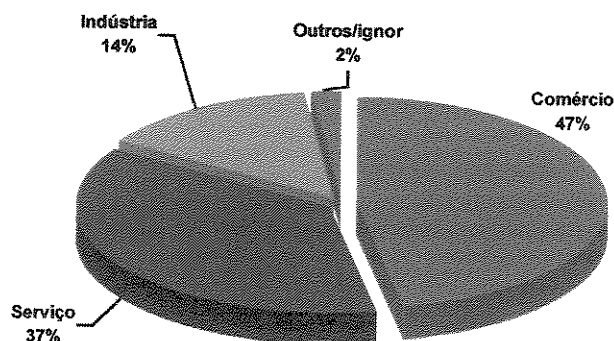


Figura 4.6 Distribuição dos estabelecimentos econômicos na RMC - 2000

Fonte: elaborado com base em IBGE, 2004a

Detalhando-se os dados sobre renda per capita para os municípios da RMC, calculada a partir da receita municipal de 2003 (EMPLASA, 2004), dividida pelo número de habitantes de cada município (IBGE, 2004a), como se pode observar na Figura 4.7, com exceção de Paulínia, não há grande disparidade entre os municípios, perfazendo-se uma média para os municípios da RMC de R\$ 612.481 por habitante por ano.

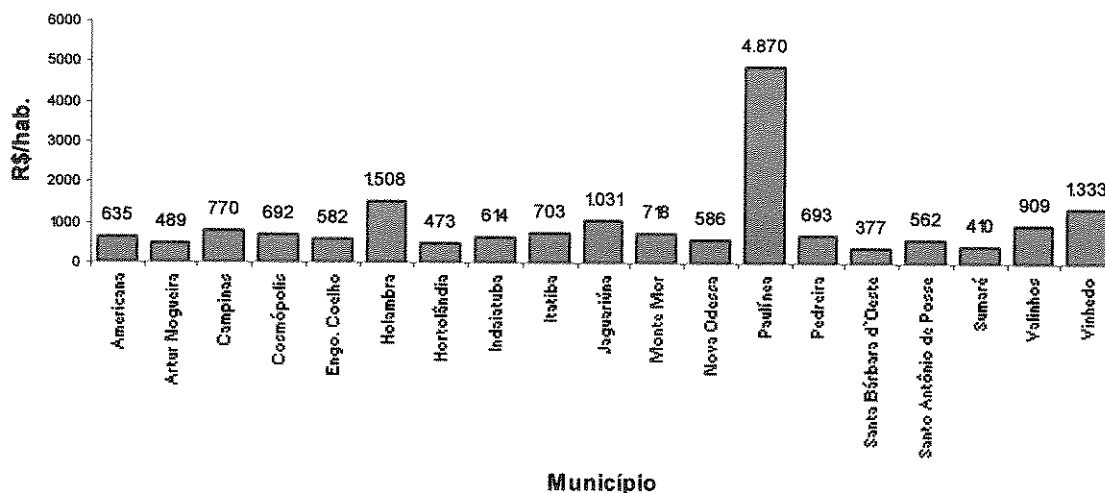


Figura 4.7 Renda per capita em 2003 nos municípios da RMC (R\$/hab)

Fonte: elaborado com base em EMLASA (2004)

No que se refere ao consumo de energia elétrica, item que pode dar indicações sobre o desenvolvimento regional, percebe-se que, comparado aos setores residencial e comercial, o setor industrial é o maior consumidor de energia elétrica (Figura 4.8).

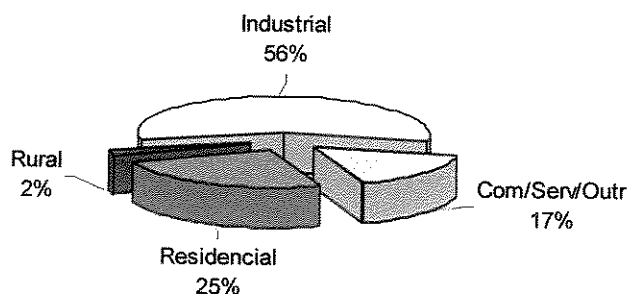


Figura 4.8 Consumo e energia elétrica por categorias de consumo na RMC
Fonte: elaborado com base em SEPLAN/PMC (2004)

A dinâmica demográfica e econômica reflete-se no consumo de energia elétrica, de tal forma que os municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo, juntos, são responsáveis por aproximadamente 40% do consumo de energia elétrica da RMC (Figura 4.9).

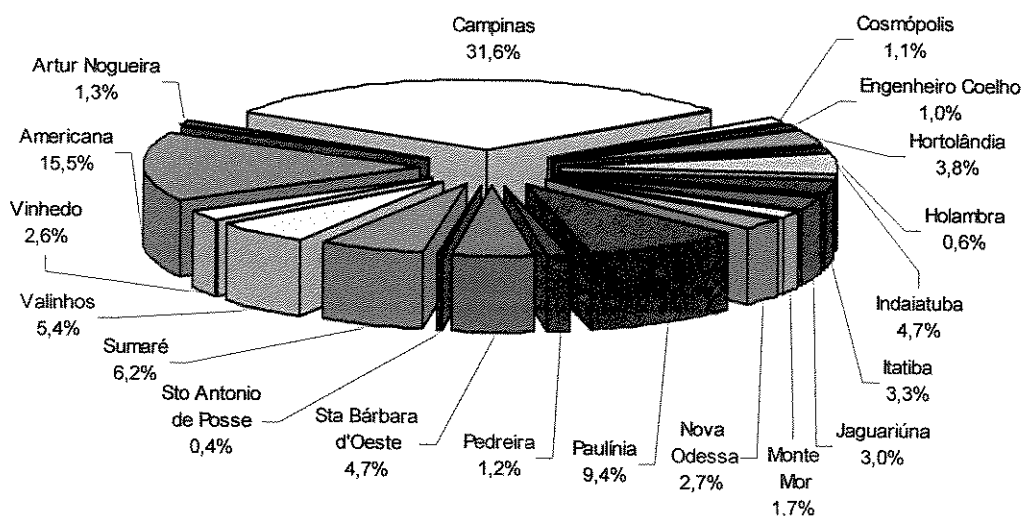


Figura 4.9 Consumo de energia elétrica – RMC – 2000
Fonte: SEPLAN/PMC, 2004

A explicação para o dinamismo econômico desta região pode estar associada ao fato de esta ser favorecida por ampla estrutura de transporte, como descrito em EMPLASA (2004). Além do aeroporto de Viracopos, há uma vasta malha viária que permitiu uma densa ocupação urbana em torno de algumas cidades de portes médio e grande, revelando processos de conurbação já consolidados ou emergentes (FONSECA, DAVAZO e NEGREIROS, 2002).

Contrastando com o desenvolvimento regional metropolitano, segundo Cano e Brandão (2002), as especificidades dos processos de urbanização e industrialização ocorridos na região provocaram mudanças visíveis na vida das cidades. De um lado, acarretaram desequilíbrios de natureza ambiental e deficiências nos serviços básicos e, de outro, geraram grandes potencialidades e oportunidades em função da base produtiva.

Nesse cenário, relatam Cano e Brandão (2002), as cidades médias passaram a conviver com problemas típicos de cidades grandes. A proliferação de favelas, violência e pobreza urbana revelam um padrão de crescimento bastante perverso, que aprofunda as desigualdades sociais. Entre os fatores quantificáveis destas diferenças, pode ser citada a questão da renda (Figura 4.10).

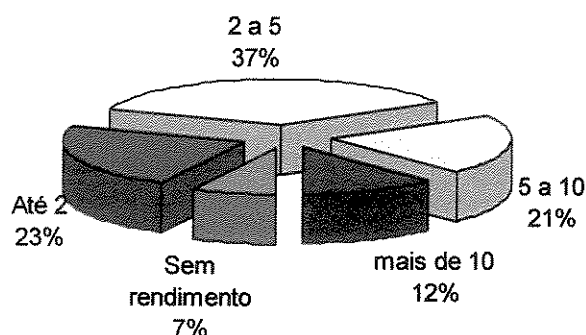


Figura 4.10 Domicílios particulares permanentes, por classe de rendimento médio mensal do chefe do domicílio - em salários mínimos (%) – RMC – 2000
 Fonte: elaborado com base em IBGE (2004a)

No que se refere ao consumo de água potável na RMC, o setor residencial é o maior consumidor (Figura 4.11).

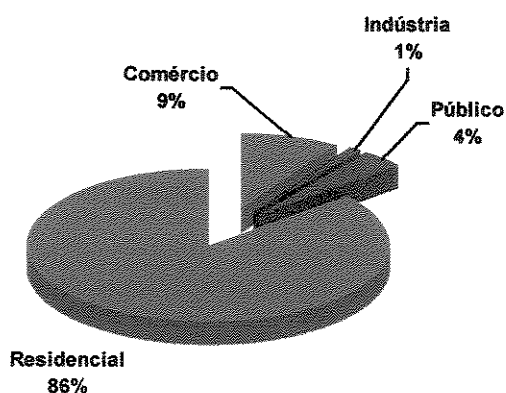


Figura 4.11 Consumo total de água por categoria de uso – RMC - 2000
 Fonte: elaborada com base em SEPLAN/PMC (2004)

Quanto ao esgoto doméstico na RMC, a quantidade tratada, parcial ou total, por município, ainda é uma incógnita, visto que a região ainda carece de rede de coleta. Do total de domicílios, 80% tem coletado o esgoto produzido (Figura 4.12). Contudo, não dá para ignorar o fato de Hortolândia e Santo Antônio de Posse terem um percentual muito baixo de coleta.

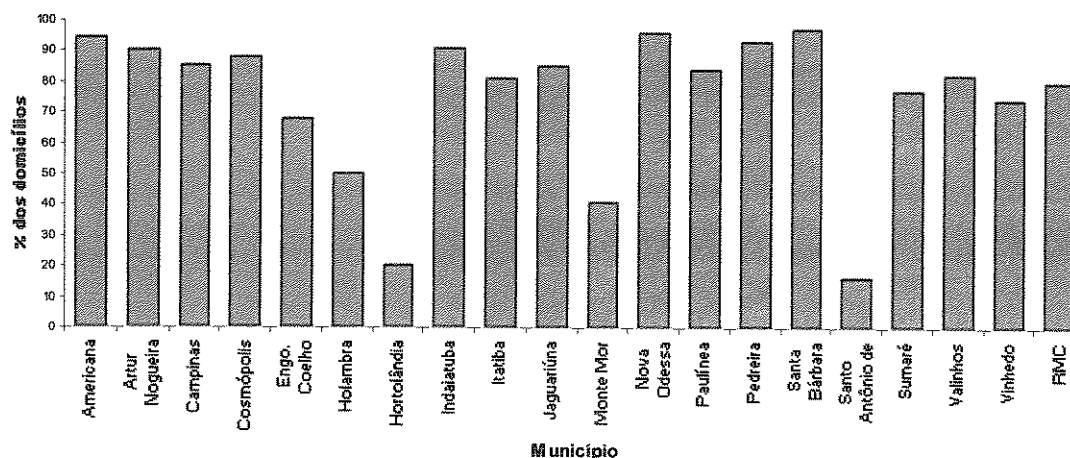


Figura 4.12 Domicílios ligados à rede coleta de esgoto - % por município – RMC - 2000
 Fonte: elaborada com base em EMPLASA (2004)

Com relação às questões de saúde pública relacionadas a resíduo sólido domiciliar, como argumentado em SEMA (1997), investir em saneamento é investir também em saúde pública, visto que tratamento de água, rede de esgoto e coleta regular de resíduo reduzem a incidência de doenças infecciosas e parasitárias. Assim, investimentos em saneamento reduzem a necessidade de investimentos em saúde.

Deste modo, a RMC é bastante atrativa para este estudo, devido ao seu porte e aos seus problemas metropolitanos. Segundo Cano e Brandão (2002), esta região apresenta problemas típicos das grandes metrópoles. Dadas suas escalas e complexidade, estes problemas só podem ser enfrentados de forma integrada e com co-responsabilidade, posto que dificilmente estão circunscritos a um único município ou podem ser passíveis de inserções pontuais ou descontínuas. Dentre os denominados problemas metropolitanos, estão os relacionados ao saneamento básico, como a gestão de resíduo sólido.

4.2 Gestão de resíduo sólido domiciliar na RMC

Neste item, é apresentada uma análise sobre o gerenciamento de resíduo na RMC, por município, situando a região no contexto regional e nacional.

Paiva e Günther (2002) defendem a necessidade de gestão compartilhada de resíduo sólido urbano. A necessidade de se buscar soluções globais e integradas para a gestão de resíduo sólido é justificada pela contínua e crescente geração desse material, pela obsolescência das instalações e pela inadequação das soluções normalmente adotadas na maioria dos municípios brasileiros. Esse modelo de gestão potencializaria os esforços individuais para a viabilização de soluções conjuntas e ainda garantiria economia de recursos aplicados no investimento em infra-estrutura. Assim, reduzir-se-iam as intervenções no ambiente e também a extensão de áreas degradadas pela atividade de destinação final de resíduo sólido urbano.

Buscando-se informações sobre gestão de resíduo, verificou-se a ausência de uma política específica para a RMC. Seguindo a tendência nacional e estadual, para a região inexistia uma política de resíduo.

Entre as tentativas de definições de políticas de resíduo para a RMC, destaca-se a ação do Comitê da Bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, pertencente à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos número 05 - UGRH-05, de acordo com a delimitação de área para atuação estabelecida pela CETESB. Essa delimitação também é conhecida como região das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CECCON, 2004).

4.2.1 Gerenciamento de resíduo sólido domiciliar na RMC

Em IBGE (2004b), encontra-se a informação de que a quantidade média per capita de resíduo produzida no Brasil é de 0,6 kg/habitante/dia. Esta massa varia de 0,4 kg/habitante/dia na região Nordeste a 1,1 kg/habitante/dia na região Sudeste.

Para se ter noção de grandeza sobre a produção de resíduo no Brasil, os resultados de uma pesquisa realizada pelo Departamento de Meio Ambiente da Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha mostraram que o mercado brasileiro de gerenciamento de resíduo é o maior da América Latina, em termos de investimentos no setor (ROSE, 2002).

A análise sobre gerenciamento de resíduo na RMC é feita com base em dados extraídos e compilados a partir de informações publicadas na pesquisa nacional de saneamento básico (IBGE, 2004b) e no Inventário Estadual de Resíduos Sólidos elaborado pela CETESB (2004). Na Tabela 4.2, são apresentados dados para avaliação do gerenciamento de resíduo nos municípios da RMC.

Tabela 4.2 Gerenciamento de resíduo na RMC – por municípios

Municípios	Resíduo					
	Geração (t/dia)	Coletado área urbana (%)	Total coletado do município (%)	Local de disposição	IQR*	Condições de disposição
Americana	94,6	100	99	Conj.c/ Paulínia	9,6	adequada
Artur Nogueira	13,7	100	91	-	2,8	inadequada
Campinas	687,6	100	98	Aterro sanitário	8,5	adequada
Cosmópolis	17,9	100	97	-	3,3	inadequada
Eng. Coelho	3,0	100	83	Proj. aterro em vala	6,5	controlada
Holambra	1,7	-	78	-	7,1	controlada
Hortolândia	86,8	90	99	Conj. c/ Paulínia	9,6	adequada
Indaiatuba	79,3	90	97	Chorume p/ Jundiá	9,8	adequada
Itatiba	27,9	100	96	-	8,0	controlada
Jaguariúna	11,1	100	93	Conj. c/ Paulínia	9,6	adequada
Monte Mor	14,9	100	93	-	7,2	controlada
Nova Odessa	17,4	100	98	-	6,3	controlada
Paulínia	21,8	100	97	Aterro sanitário	9,6	adequada
Pedreira	14,4	100	97	-	5,4	inadequada
Sta B. d'Oeste	86,0	100	98	-	7,9	controlada
Sto Antº de Posse	6,5	100	88	-	3,2	inadequada
Sumaré	125,3	100	98	Conj. c/ Paulínia	9,6	adequada
Valinhos	33,0	100	97	Aterro sanitário	7,5	controlada
Vinhedo	20,3	95	97	CIAS**	9,6	adequada
RMC	1.363,2	-	-	-	7,4	

*Índice de qualidade de disposição de resíduo

** CIAS = Consorcio Intermunicipal de Aterro Sanitário, localizado no município de Cajamar - SP. No Inventário Estadual consta que o resíduo de Vinhedo é levado para Paulínia, mas é levado para CIAS, como verificado no município.

Fonte: elaborado com base em: quantidade de resíduo coletado, local e condição de disposição CETESB (2004); e, demais dados, EMPLASA (2004)

Para determinação do IQR, pela CETESB, são analisadas as condições de disposição de resíduo de acordo com diferentes critérios sanitários. Como resultado da combinação destes, a disposição de resíduo pode ser classificada em: adequadas, para as instalações que obtiverem nota 8,0 ou superior; controladas, para as que obtiverem notas entre 6,0 e 8,0; e inadequadas, para as que obtiverem notas inferiores a 6,0.

4.2.2 Produção de resíduo sólido domiciliar na RMC

Avaliando-se a produção de resíduo sólido domiciliar por município da RMC, percebe-se que os municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo, locais escolhidos para a pesquisa, juntos, produzem a maioria do resíduo metropolitano, em torno de 54% do total, como pode ser visto na Figura 4.13.

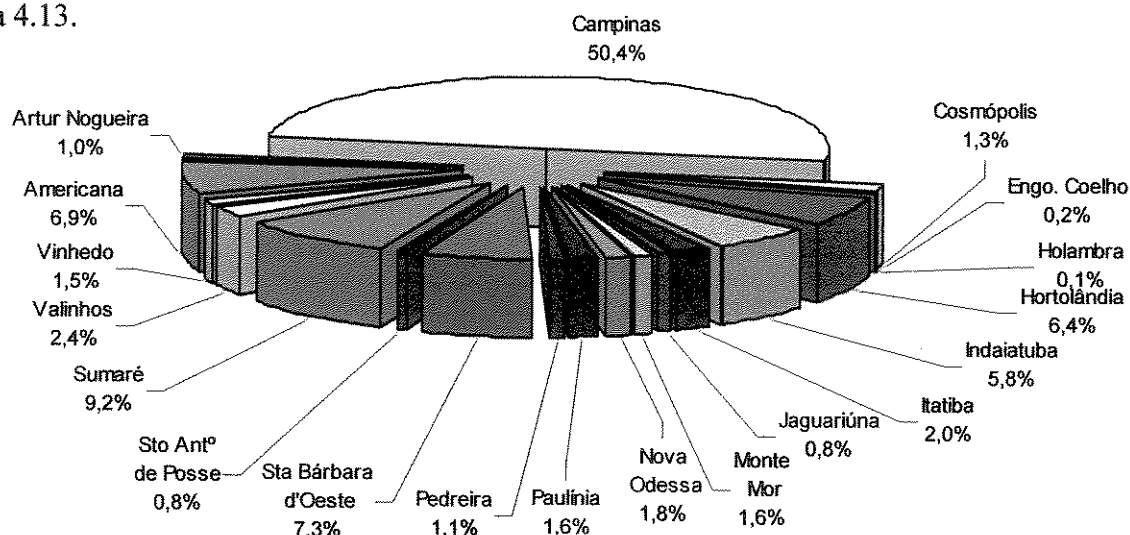


Figura 4.13 Produção de resíduo percentual por município da RMC – 2003
Fonte: elaborado com base em CETESB (2004)

Avaliando-se a taxa de geração de resíduo por domicílio nos municípios da RMC (divisão do total de resíduo coletado pelo número de domicílios), a geração média diária é de 2,18 kg/domicílio. Na Figura 4.14, pode-se observar que Campinas é o maior produtor (2,43 kg/domicílio/dia) e Holambra o menor (0,91 kg/domicílio/dia).

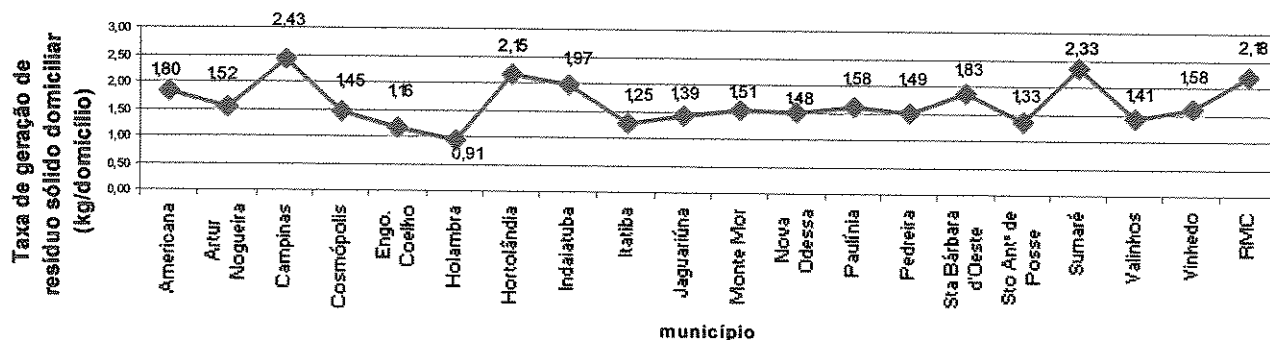


Figura 4.14 Taxa de geração diária de resíduo sólido em municípios da RMC - 2003

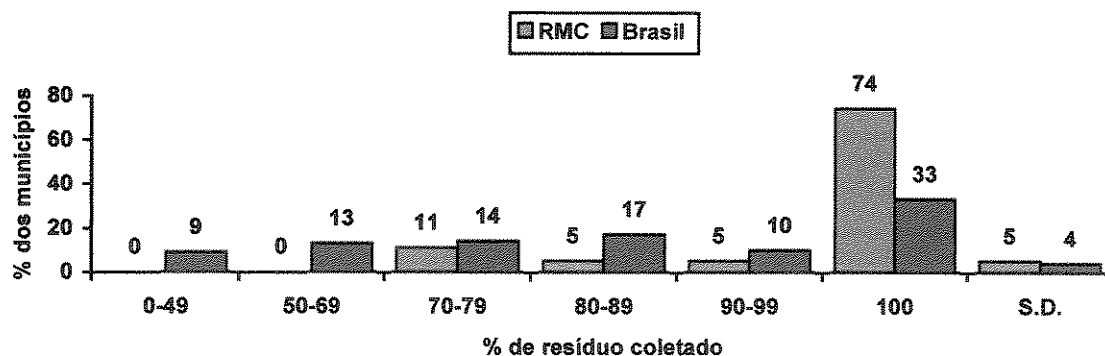
Fonte: elaborado com base em: domicílios, IBGE (2004a); produção de resíduo CETESB (2004)

A geração per capita de resíduo na RMC é de 0,6 kg/hab/dia. Este valor é obtido do resultado da divisão entre a média de habitantes por domicílio (divisão do número de habitantes [2.340,720] pelo total de domicílios [624.067] = 3,7 hab/domicílio) e a taxa de geração de resíduo por domicílio (2,18 kg).

Comparando-se a taxa de geração de resíduo por habitante obtida do cálculo com base nos dados da CETESB (2004) e os dados divulgados pelo IBGE (2004b) verifica-se que os 0,6 kg/hab/dia obtidos equivalem à taxa de geração per capita considerada pelo IBGE como o resíduo potencialmente gerado pela população da região sudeste. Sendo este valor 50% inferior à quantidade estimada, por esta fonte, como taxa diária per capita de geração de resíduo sólido por um habitante da região sudeste.

4.2.3 Coleta e disposição de resíduo sólido domiciliar na RMC em relação ao contexto nacional

A quantidade (%) de resíduo sólido domiciliar coletado, por município, no Brasil e na RMC, é exposta na Figura 4.15.



SD = sem dados. Os responsáveis pela gestão de resíduo não sabem ou não informam.

Figura 4.15 Avaliação da coleta de resíduo da RMC, com relação ao Brasil em 2001, total de resíduo da cidade

Fonte: elaborado com base em IBGE, 2004b

Avaliando-se os dados sobre percentual de resíduo coletado, percebe-se que nenhum município possui menos de 69% de seu resíduo coletado na RMC, enquanto que este percentual é em média de 22% para a totalidade dos municípios no Brasil (IBGE, 2004b).

Quanto à natureza dos serviços urbanos relacionados ao gerenciamento de resíduo sólido domiciliar, conforme apresentado na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB (IBGE, 2004b), estes são subdivididos em: limpeza urbana, coleta de resíduo, coleta seletiva, remoção de entulhos e coleta de resíduo especial. A situação quanto ao tipo de serviço de limpeza urbana e/ou coleta de resíduo é apresentada na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 Coleta de resíduo sólido – tipo de serviço por número de municípios no Brasil e na RMC - 2001

LOCALIDADE	TOTAL DE MUNICÍPIOS	TIPO DE SERVIÇO	
		Coleta de resíduo	Coleta seletiva
Brasil	5.560	5.471	451
RMC	19	19	6

Fonte: Elaborado com base em IBGE (2004b)

A partir dos dados apresentados, observa-se que tanto a RMC como o Brasil têm, em quase a sua totalidade, serviços de limpeza urbana e coleta de resíduo. Já o serviço de coleta seletiva/reciclagem é pequeno na RMC e no Brasil.

Sobre as unidades de destinação final do resíduo coletado, descrito na pesquisa nacional de saneamento básico (IBGE, 2004b), são apresentados os dados constantes da Tabela 4.4.

Tabela 4.4 Unidades de destinação do resíduo coletado - Brasil e RMC – 2001 (t/dia)

resíduo (t/dia)	a céu aberto (lixão)	áreas alagadas	aterro controlado	aterro sanitário	estação de compostagem	estação de triagem	incineração	outras formas*
Brasil	48.322	233	84.576	82.640	6.549	2.265	1.032	2.796
RMC	63	10	920	2.485	-	22	2	6

* não há referências na pesquisa sobre quais seriam as outras formas de disposição de resíduo

Fonte: Elaborado com base em IBGE (2004b)

Salienta-se que, no Brasil, não existe uma classificação padrão sobre as formas de destinação final de resíduo sólido.

Como se pode observar, ao contrário do que ocorre no Brasil, onde (82.640,3t) 20% do resíduo é disposto em aterro sanitário, na RMC, 90% dos municípios que a compõem têm, à disposição, essa forma de destinação final.

Verifica-se também que, apesar de o Brasil apresentar poucas unidades de destinação adequada para resíduo, 73,2% do material que é coletado diariamente recebe como destinação final os aterros controlados ou sanitários.

Assim, do ponto de vista ambiental, a atual disposição de resíduo sólido no Brasil encontra-se em condições caóticas, visto que 21,3% do resíduo gerado é depositado em lixão ou em áreas alagadas. Este quadro demanda urgente busca de soluções para melhoria das condições de coleta e disposição. O manejo inadequado de resíduo causa impactos negativos no ambiente e reflete-se no agravamento das condições de saúde e na qualidade de vida da população.

Sobre a forma de disposição considerada como adequada na PNSB (IBGE, 2004b), é questionável o fato de nesta categoria estarem incluídos os aterros que operam em condições controladas.

Já na RMC, 97% do resíduo coletado recebe destinação final adequada de acordo com a PNSB (IBGE, 2004b). Um dado observado na PNSB é que, tanto no Brasil como na RMC, dentro

e fora do perímetro urbano, a maior parte das unidades de destinação final do resíduo encontra-se próxima a áreas com atividade agropecuária.

Porém, como avaliado pela CETESB (2004) como qualidade de disposição do resíduo produzido na RMC, como mostrado na Figura 4.16, apenas 36,8% do resíduo é disposto em condições adequadas.

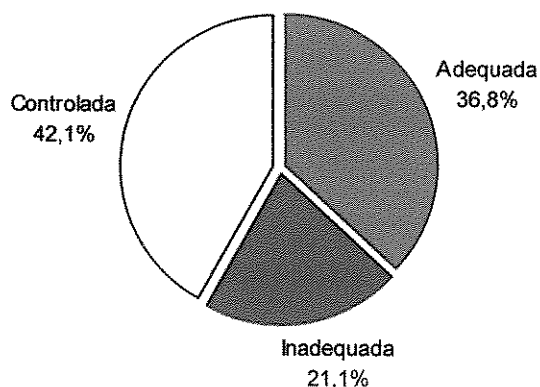


Figura 4.16 Condições de disposição de resíduo sólido na RMC (2003)

Fonte: elaborada com base em CETESB (2004)

Como verificado na Tabela 4.3, os municípios que têm a disposição de resíduo classificado como inadequada, em geral, são os que produzem pequenas quantidades de resíduo, em média quantidade inferior a 8 toneladas por dia.

Do total de resíduo gerado na RMC (319.8t/dia) 23,45% é encaminhado para disposição no aterro localizado no município de Paulínia.

Os municípios da RMC que receberam nota 9,6 terceirizam o serviço de disposição final de seu resíduo, que é encaminhado para o aterro particular, localizado no município de Paulínia. Esta é a nota máxima recebida no Estado de São Paulo, como consta no Inventário (CETESB, 2004).

Portanto, partindo-se da realidade da Região Metropolitana de Campinas, pode-se afirmar que é significativo o potencial de regionalização de aterros/disposição compartilhada de resíduo.

4.2.4 Considerações sobre gestão de resíduo sólido domiciliar na RMC

A definição de região metropolitana, a caracteriza como sendo um aglomerado de municípios com características socioeconômicas, demográficas e ambientais semelhantes, de fato, aplicam-se à RMC. Esta região engloba 19 municípios com traços e problemas similares. Destes, deu-se destaque, neste capítulo, aos relacionados ao saneamento básico e, mais especificamente, ao gerenciamento de resíduo sólido doméstico, que é o tema central desta tese.

Provavelmente devido à dinâmica sócio-econômica regional, observou-se que a produção de resíduo sólido nesta região é superior às taxas médias per capita de geração de resíduo, nacional e estadual. Com relação à coleta e disposição final de resíduo, mesmo que um razoável percentual deste seja coletado e adequadamente disposto, como se pôde concluir dos dados apresentados, alguns dos municípios da RMC dispõem seu resíduo cada um em um local escolhido pelos administradores dentro do próprio domínio municipal e outros municípios encaminham o material coletado para disposição em aterros privados. Ou seja, não há nenhum consórcio ou referência ao gerenciamento conjunto de resíduo, envolvendo o contexto da RMC.

Assim, os temas gestão e gerenciamento de resíduo sólido na RMC ainda devem ser fonte de preocupação por parte da sociedade em geral e, em especial, da comunidade científica e dos gestores municipais. Mostra-se eminente, pois, a necessidade de uma política de gestão e de gerenciamento para o resíduo metropolitano.

No Capítulo 5, é apresentado o resultado da pesquisa nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo, localizados na RMC.

Capítulo 5

Gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar no contexto municipal: Campinas, Valinhos e Vinhedo – SP

Neste capítulo, são apresentados os resultados de estudos de caso sobre gestão de resíduo nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo. As informações constantes resultam de pesquisa bibliográfica, de consulta documental e entrevistas com os responsáveis pelos setores que gerenciam o resíduo nos municípios.

5.1 Gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar no município de Campinas

No caso específico de Campinas, o estudo sobre a gestão e gerenciamento de resíduo municipal é realizado para o município como um todo, pois esta é uma atribuição da administração municipal. Já a caracterização de resíduo propriamente dita, restringiu-se ao limite espacial do distrito de Barão Geraldo para garantir a representatividade estatística dos resultados.

A gestão e o gerenciamento de resíduo no município de Campinas é atribuição da Secretaria Municipal de Serviços Públicos e executada pelo Departamento de Limpeza Urbana - DLU, órgão subordinado a esta secretaria.

Atualmente, existe uma atuação conjunta entre duas secretarias municipais no que se refere ao gerenciamento de resíduo. A Secretaria de Desenvolvimento Social trabalha

conjuntamente com a de Serviços Públicos, atuando junto às cooperativas de catadores de recicláveis.

O Departamento de Limpeza Urbana - DLU é composto por quatro coordenadorias: limpeza urbana, coleta seletiva, administrativa e tratamento de resíduos, como mostrado na Figura 5.1.



Figura 5.1 Estrutura operacional da gestão e do gerenciamento de resíduos em Campinas

A gestão e o gerenciamento de resíduo em Campinas, como pode ser observado, possui uma estrutura política/administrativa verticalizada. Há, no segundo escalão do governo, interação apenas de duas Secretarias. No terceiro nível de governo, atua o DLU, que responde, sozinho, pelo quarto escalão. Entre as diferentes coordenadorias, aparentemente, há interação. Contudo, pela observação das ações e a impressão que se tem pelo relato das atividades dos coordenadores nas entrevistas, percebe-se que, na prática, prevalecem ações isoladas.

Buscando obter informações sobre a política municipal de resíduo, foi realizada uma entrevista com o diretor do Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Campinas – DLU/PMC, arquiteto Wanderley Meira, no mês de abril de 2004, na sede do departamento, cujo conteúdo é apresentado na sequência. Todas as informações apresentadas neste item têm como fonte de informação o diretor do DLU/PMC (MEIRA, 2004).

De acordo com o diretor do DLU/PMC a meta principal de sua gestão é a ampliação da coleta seletiva e a redução de custos a esta associados. Meira (2004) afirmou que a coleta seletiva é o foco de sua gestão, visto que a coleta comum funciona bem no município.

O período de realização da entrevista coincidiu com o lançamento de um programa de ampliação da coleta seletiva no município. Os gestores acreditavam que este projeto daria partida a uma nova realidade no gerenciamento de resíduo municipal. O lançamento oficial de uma nova etapa da coleta seletiva foi no dia 24 de abril de 2004, durante o “3º Seminário Coleta Seletiva: Campinas Recicla” realizado no Paço Municipal da Prefeitura Municipal de Campinas. Neste evento, foi apresentada a nova infra-estrutura para a coleta, incluindo a mostra da frota de caminhões novos, estacionados em frente à sede do poder administrativo municipal (Figura 5.2).



Figura 5.2 Nova frota da coleta seletiva de resíduo em Campinas

Questionado sobre a implementação de programas de minimização de resíduo no município, o diretor do DLU/PMC afirmou estar sendo avaliada a viabilidade de projetos para compostagem de matéria orgânica e de ampliação da reciclagem. Entre estas, inclui-se a reciclagem de resíduo doméstico, de óleo “comestível ou doméstico ou de cozinha” e de entulhos de construção civil.

O diretor comentou que a preocupação maior deve ser a disposição final de resíduo, visto que este é um problema que vem sendo enfrentado pelas administrações municipais. Meira referiu-se à proliferação de aterros, associada à escassez de área para disposição de resíduo e às

“restrições ambientais”, as quais, em sua opinião, transformam-se em um problema de grandes proporções que deve ser equacionado regionalmente.

Sobre gestão regional de resíduo, o diretor do DLU/PMC afirmou que esta é uma solução inteligente e uma tendência atual, que se está consolidando em consequência do fenômeno urbano de metropolização. No caso da RMC, o diretor relatou a experiência que está sendo realizada conjuntamente com o Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, da qual Campinas tem participado ativamente. Buscando-se informações sobre tal fórum de discussões, não foram encontradas referências na literatura sobre a articulação do comitê da RBPC com relação à gestão de resíduo sólido na RMC.

O diretor do DLU/PMC falou da inexistência de uma política nacional para resíduo sólido, o que, em sua opinião, pode ser um entrave para a atuação municipal. Porém, as atribuições da municipalidade sobre o gerenciamento de resíduo são claramente estabelecidas na Constituição Federal, como visto no capítulo 2 desta tese.

Para uma política regional de resíduo, o diretor do DLU/PMC afirmou ser necessário estabelecer normas claras, visto a inexistência de regulamentação em tal instância. Também destacou a possibilidade e viabilidade de interação entre setor público e privado para a minimização e/ou o tratamento de resíduo. Como exemplo desta possibilidade, foi citado o caso de uma empresa que atua na região, tratando, inclusive, o resíduo doméstico de alguns municípios da RMC.

Uma possibilidade defendida pelo diretor é o uso de “créditos de carbono”. Esta alternativa poderia ser viabilizada em nível regional, como, por exemplo, com a construção de aterros intermunicipais que poderiam promover geração de energia. Contudo, segundo Meira (2004), existem algumas questões que devem ser pensadas antes da implementação de tais projetos, entre estas: “quem fica com os recursos provenientes da venda dos créditos de carbono?”.

Questionado sobre a possibilidade de aproveitamento energético do resíduo, o diretor afirmou que esta não está entre as prioridades da administração local, principalmente porque

demanda altos investimentos financeiros. Uma alternativa para viabilização deste tipo de empreendimento, segundo ele, seria a formação de consórcios entre municípios.

Durante a entrevista, o diretor do DLU/PMC queixou-se da ausência de dados sobre o resíduo produzido no município, bem como de informações sobre os programas anteriores. Em verdade, este relato reflete a realidade política municipal, e até nacional, cunhada pela falta de integração política entre diferentes administrações e, muitas vezes, pela omissão de informações dentro de uma mesma gestão. Isto evidencia a descontinuidade das políticas municipais, como observado por Streb e Barbosa (2002).

A coleta domiciliar de resíduo em Campinas é executada pela empresa Eco-camp, contratada pela Prefeitura Municipal de Campinas, desde o ano de 2000, e está dividida em comum e seletiva.

5.1.1 Coleta comum

As informações sobre a coleta comum de resíduo, em Campinas, foram obtidas junto à Coordenadoria de Limpeza Urbana, por entrevistas com o engenheiro Adhemar Fernandes Junior e com o técnico administrativo Marcos José Bezerra e por intermédio de consulta documental realizada na sede do departamento.

A coleta domiciliar comum de resíduo no município de Campinas é realizada com frequência diária, em horários alternados entre os períodos matutino, vespertino e noturno, variando de acordo com a localização dos pontos de coleta de resíduo. O preço pago pela coleta domiciliar comum de resíduo é de R\$ 48,98 a tonelada.

Todo material recolhido pela coleta domiciliar comum é destinado no aterro sanitário Delta I, localizado no Complexo Delta. Quanto aos custos de coleta, segundo o diretor do DLU-PMC, em abril de 2004, eram de R\$ 48,94 por tonelada; já os custos da disposição final, no aterro, eram de R\$ 27,50 por tonelada de resíduo sólido doméstico.

A única fonte oficial de informações sobre geração de resíduo sólido doméstico refere-se ao peso do resíduo coletado. Isso porque este dado é necessário ao controle da quantidade depositada no aterro ao pagamento da empresa responsável pela coleta, cujo valor é calculado por tonelada coletada. Com base nestas informações, é apresentada, na Tabela 5.1, uma série histórica de geração de resíduo em Campinas, considerando os últimos dez anos.

Tabela 5.1 Controle do peso do resíduo domiciliar de Campinas – 1994 a 2003 (t/mês)

Mês	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Janeiro	13.581	16.251	19.445	20.251	20.109	20.839	21.544	22.532	22.437	21.193
Fevereiro	13.047	14.397	17.337	17.258	17.753	18.858	20.328	20.004	19.310	19.691
Março	13.781	16.388	17.819	18.070	19.954	21.086	20.588	21.440	21.027	19.589
Abril	12.855	14.056	17.625	17.777	18.280	19.020	18.757	19.584	21.069	18.457
Mai	13.934	15.698	17.191	17.846	17.882	19.445	19.997	20.354	20.426	18.873
Junho	12.878	14.956	15.995	17.947	18.314	19.340	19.457	19.364	18.982	18.142
Julho	13.039	15.599	17.428	18.647	18.859	19.661	18.889	19.933	20.503	18.458
Agosto	13.352	16.408	17.734	18.268	19.749	19.828	20.743	20.599	21.450	17.841
Setembro	14.059	15.908	17.224	19.261	18.695	19.407	20.212	19.059	19.601	18.837
Outubro	14.336	16.558	18.439	19.466	19.564	19.138	20.712	22.048	21.457	19.214
Novembro	14.115	16.618	18.067	18.953	18.898	20.006	19.755	20.915	19.953	18.336
Dezembro	16.345	18.288	20.616	21.827	21.968	22.390	21.803	22.728	22.305	22.037
TOTAL	165.327	191.127	214.922	225.576	230.027	239.020	242.787	248.564	248.521	230.671
Média/mês	13.777	15.927	17.910	18.798	19.169	19.918	20.232	20.614	20.710	19.223
Média /dia	459	530	597	626	638	664	674	687	690	641
Produção per capita*	0,56	0,64	0,72	0,76	0,77	0,80	0,82	0,71	0,71	0,66

* No cálculo da produção per capita, até o ano de 2000 foi considerada a população de 827.452 habitantes (PMC, 1996a), a partir de 2001 de 969.396, com base em dados do IBGE (2004a).

Fonte: elaborado com base em dados do DLU/PMC - Fernandes Jr. (2004)

Avaliando-se o peso anual de resíduo coletado, uma diminuição ou estabilização da geração/coleta foi percebida pelos técnicos do DLU, e pode ser interpretada como um reflexo da atual crise sócio-econômica que o país enfrenta e também como resultado do incremento da atividade de coleta informal no município.

Na Tabela 5.2 são apresentados os números referentes ao total de resíduo recolhido por dia no município de Campinas nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2004. Avaliando-se os resultados na Figura 5.3, percebe-se que a quantidade de resíduo coletada mantém-se em torno de 600 toneladas/dia (média de 632,870 t), com exceções de picos semanais que, quando avaliados

no calendário, correspondem às segundas-feiras, mas nunca excedendo 1.200,000 toneladas, ou seja, mesmo sendo resíduo de dois dias, não resultou no dobro da quantidade de um dia.

Tabela 5.2 Resíduo proveniente da coleta comum de Campinas – por dia do mês e da semana – jan., fev., mar./2004

Dia/ mês	Mês/dia/peso líquido (t)						Total dos 3 meses	Média dos 3 meses
	Jan 2004		Fev 2004		Mar 2004			
	Dia da semana	Peso	Dia da semana	Peso	Dia da semana	Peso		
01	quinta-feira	0,000	domingo	0,000	segunda-feira	1.124,550	1.124,55	374,85
02	sexta-feira	923,670	segunda-feira	1.148,195	terça-feira	701,650	2.773,515	616,62
03	sábado	901,830	terça-feira	761,560	quarta-feira	641,055	2.304,445	467,54
04	domingo	0,000	quarta-feira	669,830	quinta-feira	778,485	1.448,315	482,77
05	segunda-feira	1.209,410	quinta-feira	790,480	sexta-feira	604,850	2.604,74	465,11
06	terça-feira	778,970	sexta-feira	639,790	sábado	726,610	2.145,37	455,47
07	quarta-feira	603,920	sábado	769,210	domingo	0,000	1.373,13	256,40
08	quinta-feira	739,050	domingo	0,000	segunda-feira	1.166,940	1.905,99	388,98
09	sexta-feira	636,240	segunda-feira	1.104,650	terça-feira	736,790	2.477,68	613,81
10	sábado	771,080	terça-feira	702,200	quarta-feira	639,880	2.113,16	447,36
11	domingo	0,000	quarta-feira	603,170	quinta-feira	762,850	1.366,02	455,34
12	segunda-feira	1.169,430	quinta-feira	78,640	sexta-feira	631,663	1.879,733	236,77
13	terça-feira	746,300	sexta-feira	601,750	sábado	741,450	2.089,5	447,73
14	quarta-feira	652,500	sábado	719,220	domingo	0,000	1.371,72	239,74
15	quinta-feira	799,040	domingo	0,000	segunda-feira	1.115,260	1.914,3	371,75
16	sexta-feira	617,290	segunda-feira	1.164,860	terça-feira	714,710	2.496,86	626,52
17	sábado	745,980	terça-feira	734,720	quarta-feira	629,000	2.109,7	454,57
18	domingo	0,000	quarta-feira	635,900	quinta-feira	746,050	1.381,95	460,65
19	Segunda-feira	1.089,360	quinta-feira	759,670	sexta-feira	572,710	2.421,74	444,13
20	terça-feira	728,240	sexta-feira	602,040	sábado	729,530	2.059,81	443,86
21	quarta-feira	624,800	sábado	760,840	domingo	0,000	1.385,64	253,61
22	quinta-feira	737,130	domingo	0,000	segunda-feira	1.070,300	1.807,43	356,77
23	sexta-feira	593,330	segunda-feira	812,010	terça-feira	683,390	2.088,73	498,47
24	sábado	754,950	terça-feira	454,190	quarta-feira	573,220	1.782,36	342,47
25	domingo	0,000	quarta-feira	666,060	quinta-feira	722,840	1.388,9	462,97
26	segunda-feira	999,340	quinta-feira	937,940	sexta-feira	568,950	2.506,23	502,30
27	terça-feira	713,120	sexta-feira	658,640	sábado	691,830	2.063,59	450,16
28	quarta-feira	672,260	sábado	749,200	domingo	0,000	1.421,46	249,73
29	quinta-feira	838,390	-	-	segunda-feira	1.057,200	1.895,59	352,40
30	sexta-feira	651,930	-	-	terça-feira	672,690	1.324,62	224,23
31	sábado	797,220	-	-	quarta-feira	578,340	1.375,56	192,78
Total	20.494,780		17.524,77		20.382,793		58.402,34	1.9467,45

Fonte: elaborado com base em dados do DLU/PMC - Fernandes Jr. (2004)

A escolha dos meses de janeiro, fevereiro e março como referência temporal para análise da produção de resíduo por dia da semana deve-se, exclusivamente, ao fato de serem estes os dados disponíveis para o ano de 2004, no período da busca de informações junto ao DLU/PMC.

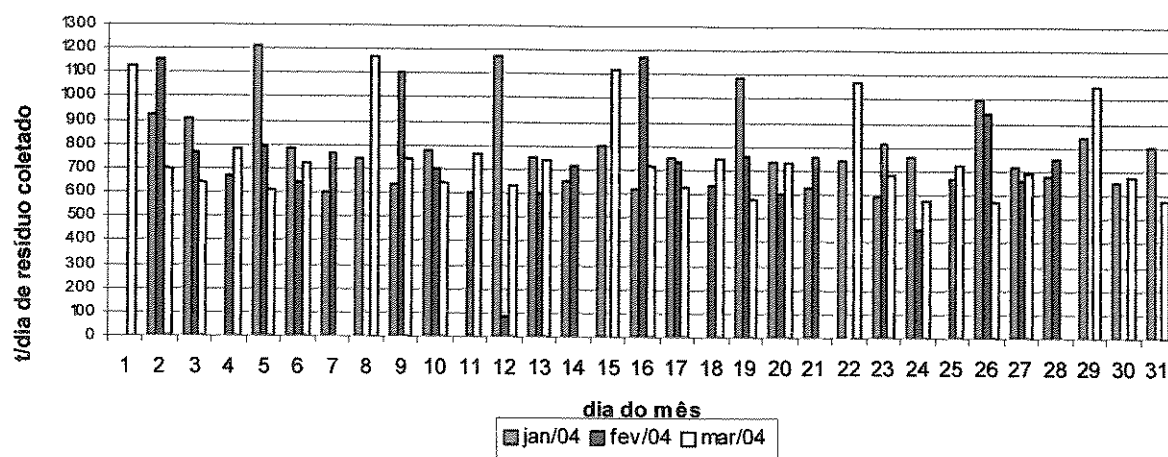


Figura 5.3 Produção de resíduo por dia do mês: jan., fev., mar./2004

Fonte: elaborado com base em dados do DLU/PMC - Fernandes Jr. (2004)

Agrupando-se estes dados da coleta de resíduo por dias da semana a quantidade de resíduo recolhida não apresenta grande variação com exceção da segunda-feira, dia em que também é coletado o material descartado no domingo, como mostrado na Tabela 5.3 e Figura 5.4.

Tabela 5.3 Média de resíduo coletado por dia da semana – Campinas (jan., fev., mar. /2004)

Dia da semana	Média por dia da semana (t)			Média
	Jan 2004	Fev 2004	Mar 2004	
Segunda-feira	1.116,885	1.139,235	1.106,850	1.120,990
terça-feira	741,658	732,827	701,846	725,444
quarta-feira	683,370	636,300	612,299	643,990
quinta-feira	778,403	778,597	752,556	769,852
sexta-feira	689,492	633,393	594,543	639,143
Sábado	794,212	749,618	722,355	755,395

Fonte: elaborada com base em dados de Bezerra (2004)

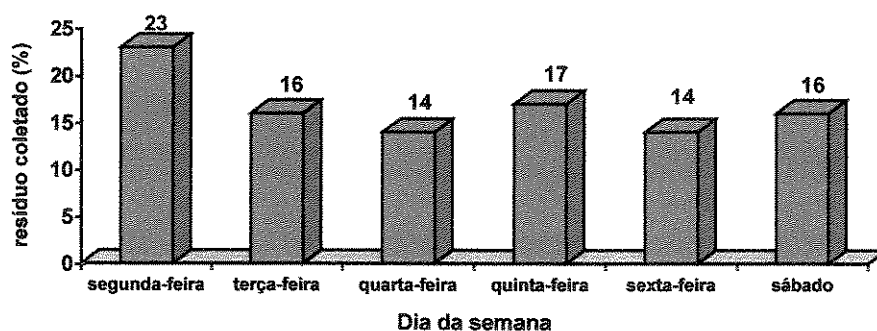


Figura 5.4 Resíduo coletado por dia da semana – jan., fev., mar./2004 - % da média dos meses de janeiro, fevereiro de março e 2004, por dia da semana

Fonte: elaborado com base em dados do DLU/PMC - Fernandes Jr. (2004)

O percentual de resíduo coletado por dia da semana varia em torno de 15% do total na terça-feira, quarta-feira, quinta-feira e sexta-feira, 16% no sábado e 23% na segunda-feira.

Como verificado, informações sobre a produção/coleta de resíduo sólido em Campinas são facilmente disponibilizadas pela Coordenadoria de Coleta Comum de resíduo da Prefeitura Municipal de Campinas. Este fato deve-se ao controle diário da quantidade de material coletada para pagamento da empresa responsável pela coleta, que recebe por tonelada coletada, como afirmou Bezerra (2004).

Contrariamente à quantidade de informações sobre a quantidade de resíduo produzida, a composição do resíduo coletado é desconhecida pelos responsáveis pelo gerenciamento de resíduo em Campinas.

A composição do resíduo considerada pelo DLU/PMC é a avaliada no ano de 1995 e publicada em 1996, ou seja, de dez anos atrás. Segundo dados da Prefeitura Municipal de Campinas (PMC, 1996), a composição do resíduo sólido domiciliar de Campinas é a mostrada na Figura 5.5.

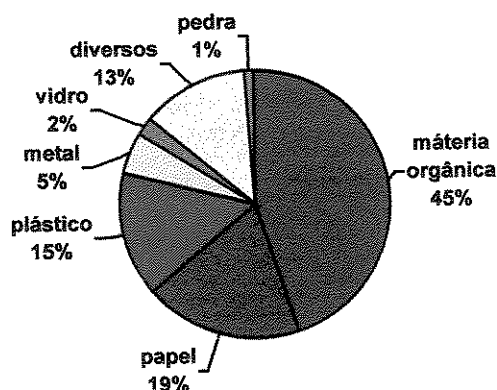


Figura 5.5 Composição do resíduo, coleta domiciliar comum, Campinas ano de 1996
Fonte: elaborada com base em PMC (1996)

Como visto no resíduo sólido doméstico amostrado em Campinas em 1995, prevalece a presença de resíduo orgânico. A fração dos materiais, nesta tese foram classificados como tradicionalmente recicláveis (papel, plástico, vidro e metal), equivale a 40% do total de resíduo.

5.1.2 Coleta seletiva

As informações sobre a coleta seletiva de resíduo, em Campinas, foram obtidas por meio de consulta documental e entrevista com o coordenador de coleta seletiva, engenheiro Gilfredo de Alemar Junior.

Segundo o coordenador de coleta seletiva em Campinas, a coleta seletiva de resíduo teve seu início no ano de 1992, dado confirmado em PMC (1996), sendo reimplantada no ano de 2001 e tendo novo programa em implantação em 2004.

A coleta seletiva executada porta a porta, que até o lançamento do novo programa era realizada em dias alternados com a coleta comum, foi substituída por coleta uma ou duas vezes por semana, dependendo da demanda, em horários diferenciados dos da coleta comum.

Com o novo programa de coleta seletiva, que entrou em vigor em abril, a prefeitura absorveu para si o resultado do trabalho dos coletores informais, fornecendo-lhes a infraestrutura: local para depósito e carrinhos de ferro para transporte do material coletado.

O fato de ter sido delegado aos catadores a coleta de resíduo no centro da cidade de Campinas causa indignação, por entendê-la como uma forma de mascarar problemas sociais, que na verdade motivam a existência dos coletores informais. Contudo, a prefeitura transferindo o resultado do trabalho dos catadores para si não está resolvendo a questão da falta de emprego e de qualidade de vida a que estes estão submetidos.

Na afirmação do coordenador da coleta seletiva de Campinas, a coleta realizada porta a porta possui uma abrangência de 65% da população, “sendo recolhida grande quantidade do resíduo potencialmente reciclável”. Mas, segundo Alemar Jr (2004), o percentual de reciclagem de resíduo proveniente do município é em torno de 2%.

A meta do “novo programa de coleta seletiva” é recolher 29 t/dia de resíduo, um índice ambicioso se comparado às atuais 7 t/dia. Deste modo, o grande desafio apontado pelo coordenador é, além de aumentar a eficiência/abrangência da coleta, reduzir os custos associados.

Atualmente, o custo é de R\$ 49,00 por tonelada de resíduo coletada, o mesmo preço da coleta comum. Contudo, o coordenador não detalha como obteve este preço e o que representa de fato.

A quantidade de resíduo coletada seletivamente tem-se reduzido significativamente, nas palavras do coordenador. No ano de 2002, eram coletadas 400 toneladas/mês e, em 2004, a quantidade não vem excedendo 200 toneladas/mês, ou seja, houve redução da quantidade coletada neste período. O coordenador afirmou que não houve alteração de percurso percorrido.

A quantidade de resíduo coletada seletivamente em Campinas, segundo dados fornecidos por Alemar Jr (2004), é apresentada na Tabela 5.4, baseada no controle do material recebido pelas cooperativas em operação no município.

Tabela 5.4 Material recebido pelas cooperativas de recicláveis de Campinas 2003-2004

Ano	Mês	Tipo de coleta/quantidade de material (t/mês)						
		Material coletado pela PMC	Doações	Coletado pelas cooperativas	Total mês	Reciclável útil	Rejeitos*	
							(t)	%
2003	Janeiro*	-	-	-	397	283	114	29
	Fevereiro*	-	-	-	327	230	97	30
	Março	220	12	-	232	128,29	104	45
	Abril	235	14	-	249	182,18	67	27
	Maiο	193	13	-	207	162,16	45	22
	Junho	151	18	-	169	130,94	38	23
	Julho	158	12	-	170	157,40	13	2
	Agosto	147	14	11	172	133,37	39	22
	Setembro	163	13	11	189	124,69	63	33
	Outubro	165	15	9	189	130,64	58	31
	Novembro	140	19	10	168	114,30	54	32
	Dezembro	195	18	11	224	154,16	69	31
2004	Janeiro	166	23	10	199	147,01	52	26
Média do período		176	16	10	222	160	62	28

* Para o mês de janeiro e fevereiro, foram utilizados dados apresentados por Bizzo (2004)

* Rejeito foi calculado subtraindo-se do total de material o total de reciclável útil.

Fonte: elaborada com base em dados do DLU/PMC - Alemar Jr. (2004)

Na Figura 5.6, é possível visualizar a variação da quantidade de material triado no decorrer do período.

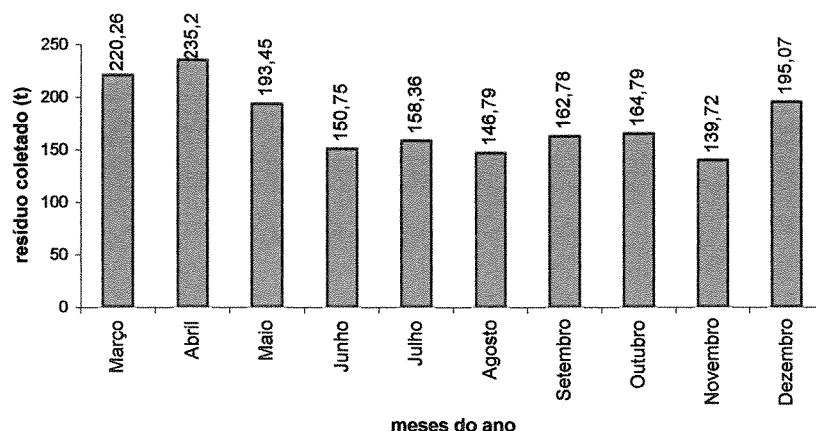


Figura 5.6 Quantidade de resíduo recolhido pela coleta seletiva: jan./2003 – jan./2004

Fonte: elaborada com base em dados do DLU/PMC- Alemar Jr. (2004)

Na Figura 5.6 não constam os meses de janeiro e fevereiro pela inexistência de dados. Observa-se nitidamente que, em março, abril e dezembro, foram coletados mais resíduos seletivamente. Este aumento quantitativo pode dever-se ao fato que o mês de março coincide com o retorno de férias, quando as famílias repõem os estoques de alimentos e realizam compras de material escolar; o mês de abril é o da comemoração da Páscoa; e, dezembro, o término do ano letivo e preparação para as festas de final de ano. Todos estes fatores podem resultar em maior quantidade de resíduos e embalagens descartadas.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 5.4, percebe-se que, no município, o trabalho das cooperativas recebe, além do material coletado pelo DLU por mês, em média, quase 16 toneladas de resíduo por meio de doação. Os catadores cooperados, juntos, coletam, em média, pouco mais de 10 toneladas por mês. Contudo, nestes números, não são considerados os resultados do trabalho dos catadores não cooperados. Se houvesse controle sobre a atividade destes, certamente os resultados sobre o total de resíduo coletado seletivamente seriam diferentes.

Sobre os rejeitos resultantes da triagem de resíduo, o coordenador da coleta seletiva citou ser bastante alto, em torno de 30%, e afirmou que esta quantidade pode ser atribuída, basicamente, a dois fatores: falta de uma pré-seleção do material nas residências, por falta de informação ou interesse da população; e, exigências do mercado receptor de reciclável, que é rigoroso quanto à qualidade do resíduo. Todo o material proveniente da coleta domiciliar seletiva é destinado às cooperativas em operação no município, cuja relação é apresentada na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 Cooperativas institucionalizadas e em incubação em Campinas - 2004

Relação das cooperativas institucionalizadas em Campinas		
Cooperativa	Nome da cooperativa	Número de cooperados
1	Barão Geraldo - Barão Geraldo	20
2	Reciclar	30
3	Aliança	29
4	Bom Sucesso – Nova Aparecida	15
5	São Bernardo	20
6	Antonio da Costa Santos - Satélite Íris	22
Cooperativas em incubação		
7	Hávila - Pq. Via Norte	10
8	Santo Expedito - Vl. Castelo Branco	14
9	Divipaz - Jd. Ouro Preto - Lot. Maringa	11
10	Santa Genebra	14
11	Dom Bosco – Parque São Quirino	10
12	CEASA - CEASA Campinas	06

Fonte: elaborada com base em informações do DLU/PMC - Alemar Jr. (2004)

Distribuídas por todo o território urbano de Campinas, especialmente na periferia, como afirma o coordenador da coleta seletiva Alemar Jr (2004), as 12 cooperativas em operação no município agregam 191 trabalhadores.

5.1.3 Coleta informal de resíduo sólido em Barão Geraldo

A coleta informal de resíduo sólido domiciliar resulta em importante contribuição para o aumento da quantidade de resíduo coletada seletivamente e conseqüentemente, no incremento dos índices de reciclagem (STREB e BARBOSA, 2004). Avaliando esta problemática, em uma pesquisa realizada por Streb (2001), sobre a coleta informal de resíduo sólido no distrito de Barão Geraldo, foi identificada a presença de 19 catadores atuando no distrito.

Barão Geraldo é um dos 4 distritos de Campinas, localizado na região norte da cidade. Segundo dados do IBGE (2004 a), Barão Geraldo possui 45.585 habitantes, em torno de 5% da população do município. O distrito destaca-se por sua dinâmica de desenvolvimento e urbanização, que se intensificou principalmente nas últimas quatro décadas, o que está diretamente ligado à implementação da Universidade Estadual de Campinas (PMC, 1998). Possui a estrutura urbana de uma cidade (STREB, 2001), tendo como atividade econômica o comércio, a indústria, o setor de serviços, apresentando todos os seguimentos de um município, inclusive uma estrutura institucional privilegiada, que inclui três universidades e diversas escolas de ensino

fundamental e médio, terminal rodoviário, hospitais (TEIXEIRA et al., 1998 e ACIC, 2000). O perfil sócio-cultural é bastante alto (Miranda et al., 2004).

Com relação à composição do resíduo, avaliando comparativamente o percentual do resíduo sólido coletado pelos catadores com o coletado pelo DLU, como mostrado na Tabela 5.6, a quantidade de papel coletada pelos catadores equivale à quantidade coletada pelo DLU (39%). Com relação ao vidro e ao plástico, a quantidade coletada pelos catadores é muito menor que a coletada pelo DLU (19% e 18%, respectivamente), STREB, 2001).

Tabela 5.6 Comparação entre composição do material proveniente da coleta oficial e do coletado por catadores (% do total)

Material	Coleta oficial	Coleta informal
Papéis diversos	39	45
Vidro	19	8
Plástico	18	7
Metais	23	36

Fonte: elaborado com base nos dados de Streb (2001)

Segundo Streb (2001), com relação à segregação dos materiais recicláveis na fonte de origem, no domicílio onde ele é produzido, muitos catadores reclamam que as pessoas não têm o hábito de separar o material reciclável do resíduo orgânico, o que dificulta o trabalho e reduz a quantidade potencialmente coletável. Eles afirmam não terem o hábito de abrir embalagens de lixo onde identificam a presença de resíduos orgânicos.

Esta informação está de acordo com os dados levantados pela autora junto ao DLU-PMC no período daquela pesquisa, sobre a coleta domiciliar comum, permitindo-se afirmar que, do total de resíduo encaminhado para o aterro, 40% é passível de reciclagem. Os dados são válidos, considerando-se o fato de que a adesão à coleta seletiva oficial, inclusive em Barão Geraldo, é de metade da população (SALEK, 2000) e o total de resíduo reciclado gira em torno de 3% do resíduo sólido domiciliar produzido no município.

Na época da realização do estudo, segundo Streb (2001), a coleta seletiva de resíduo em Campinas era executada pelo DLU/PMC, que, segundo conclusões da pesquisa, coletava, no distrito de Barão Geraldo (35,36 t./mês), uma quantidade de resíduo inferior à quantidade

coletada pelos catadores (44,2 t./mês). O total coletado pelos catadores é de 8,84 t./mês a mais, ou seja, 20% a mais que o DLU.

De acordo com os resultados obtidos por Streb (2001), para se quantificar a coleta de resíduo sólido domiciliar em Campinas, deve-se somar, aos resultados obtidos sobre a coleta oficial e a quantidade de material coletado informalmente.

5.2 Gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar no município de Valinhos

Este item foi abordado para o município de Valinhos da mesma forma que para a avaliação do tema no município de Campinas: entrevistas com os responsáveis e consultas documentais.

A gestão e o gerenciamento de resíduo em Valinhos é de responsabilidade da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Serviços Públicos. Internamente, nesta secretaria, a coleta e tratamento de resíduo são designados ao Departamento de Limpeza Pública (Figura 5.7).



Figura 5.7 Estrutura operacional do gerenciamento de resíduo em Valinhos

A gestão e o gerenciamento de resíduo no município possui uma estrutura verticalizada, ou seja, as responsabilidades sobre os problemas municipais são da prefeitura, que delega poderes a um departamento, que, por sua vez, repassa esta responsabilidade a uma secretaria.

Conforme Nelson Bissoto (2004), diretor da Limpeza Pública da Prefeitura de Valinhos, a principal meta da prefeitura é ampliar a coleta seletiva, objetivando, basicamente, a preservação do aterro sanitário e, indiretamente, a promoção da conscientização e a educação ambiental. Bissoto afirma que, para melhorar o processo, é necessário desenvolver campanhas de divulgação e de educação da população.

Os resultados da geração e disposição do resíduo sólido doméstico são apresentados para a coleta domiciliar comum e seletiva. Cabe a ressalva de que a obtenção de informações históricas sobre quantidade de resíduo coletada no município de Valinhos foi prejudicada, devido aos freqüentes assaltos ocorridos no escritório da Empresa Corpus Saneamento e Obras LTDA, resultando no furto do computador, onde eram armazenadas as informações sobre quantidades coletadas e outras. Assim, reduziu-se a quantidade de dados históricos disponíveis sobre a produção de resíduo.

As informações sobre a logística da coleta domiciliar de resíduo em Valinhos foram obtidas em entrevistas realizadas, no mês de maio de 2004, com o engenheiro Wilson Fernando Carioca, responsável pela execução desta e pelas atividades realizadas pela empresa Corpus Saneamento e Obras LTDA no município.

A empresa atua no município desde o ano de 1997 e realiza serviços de limpeza urbana como varrição, poda, capina, coleta de resíduo de serviço de saúde e coleta domiciliar de resíduo – comum e seletiva.

5.2.1 Coleta domiciliar comum

Segundo o engenheiro responsável pela empresa Corpus no município de Valinhos, a coleta comum abrange 100% da zona urbana do município.

De acordo com Carioca (2004), a freqüência de coleta varia nos diferentes pontos da cidade e é definida conforme a demanda, sendo diária nas áreas centrais e em dias alternados em pontos onde há menor quantidade de resíduo a ser coletada.

O horário de coleta é determinado visando a evitar problemas decorrentes do fluxo intenso de veículos nas áreas centrais e em horários comerciais. Assim, nos períodos matutino e vespertino, é coletado o resíduo das áreas periféricas da cidade, ficando a região central para o período noturno, de acordo com o engenheiro responsável pela empresa Corpus no município de Valinhos. Questionado sobre os custos da coleta, Carioca (2004) afirmou que a execução da coleta custa aos cofres públicos de Valinhos R\$ 56,00 por tonelada.

Todo o resíduo coletado nas residências é encaminhado para o aterro sanitário municipal, em funcionamento desde 1987. O aterro é atualmente administrado por empresa privada e tinha previsão de vida útil até dezembro de 2003, como afirmou o engenheiro, mas atualmente continua em atividade.

Depois de esgotada a capacidade deste aterro, o resíduo sólido coletado em Valinhos deverá ser depositado em aterro sanitário particular, gerenciado pela empresa Estre, no município de Paulínia, o qual já vem sendo utilizado para triagem do resíduo da coleta seletiva em uma cooperativa lá sediada. A quantidade de resíduo coletada é apresentada na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 Coleta de resíduo no município de Valinhos - coleta domiciliar (t/mês)

	2002			2003								
Mês	outubro	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	março	abril	maio	junho	julho	agosto	set.
Quantidade	1.850	1.730	1.969	1.979	1.675	1.770	1.815	1.707	1.615	1.739	1.788	1.654

Fonte: elaborada com base em dados da Empresa Corpus - Carioca (2004)

Na Figura 5.8, é possível visualizar a variação da quantidade de resíduo coletada no decorrer dos meses de outubro de 2002 a setembro de 2003.

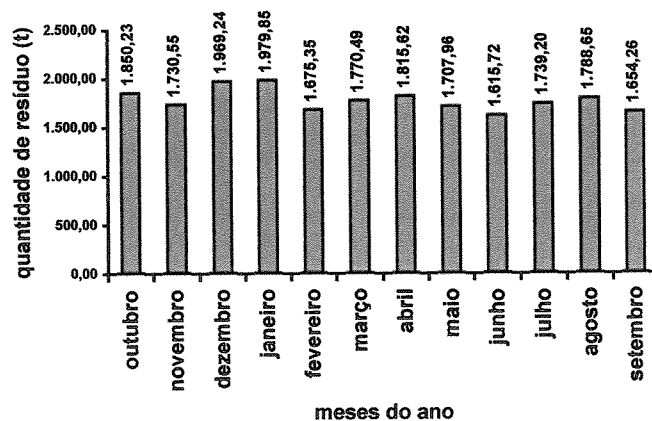


Figura 5.8 Quantidades de resíduo recolhida em Valinhos (out./2002 – set./2003)

Observa-se, na Figura 5.8 picos de produção de resíduo nos meses de dezembro e janeiro, que podem ser atribuídos às festas de final de ano e o decréscimo nos meses de fevereiro, junho e novembro. A redução da quantidade de resíduo coletada em fevereiro pode ser atribuída ao fato de que este mês possui menor número de dias e é época de férias escolares, quando, supostamente, as famílias ausentam-se de seus domicílios, não produzindo resíduo; já para os meses de junho e novembro, aparentemente, não há justificativa.

5.2.2 Coleta seletiva

Segundo Bissoto (2004), a coleta seletiva de resíduo em Valinhos começou no ano de 1999, sendo executada por uma cooperativa que venceu licitação realizada pela prefeitura. A Cooperativa era gerenciada por uma empresa privada sediada no município. No contrato de concessão, imputava-se, à firma responsável, a coleta dos materiais passíveis de reciclagem. Esta empresa deveria pagar porcentagem para a prefeitura, inexistindo qualquer ônus para o setor público.

O modelo atual de coleta seletiva de resíduo em Valinhos foi implantado em alguns bairros em 2002, segundo Carioca (2004).

Com o programa de coleta seletiva no município, tenta-se “embutir” o conceito de que material reciclável deve ser tratado de maneira diferente do que os outros resíduos. Por isso, é recomendado que sejam armazenados em embalagem padronizada para a coleta seletiva (saco azul), diferente do da coleta comum (saco preto). Contudo, como admite o engenheiro responsável pela empresa Corpus no município de Valinhos, o coletor acaba tendo que fazer o trabalho de catação para identificar o material reciclável, visto que a população não separa adequadamente.

O resíduo coletado seletivamente é encaminhado para uma “central de tratamento de resíduos” no município de Paulínia, sendo segregado e encaminhado para a reciclagem. Da triagem do material, realizada por pessoas associadas em uma cooperativa, aproximadamente 23% é descartada como rejeito.

Uma característica particular de Valinhos, como relatou o engenheiro responsável pela empresa Corpus no município de Valinhos, é que a prefeitura não paga pela coleta seletiva. Nas palavras deste: “Em Valinhos, o resíduo da coleta seletiva é tratado como matéria-prima, devido ao seu potencial econômico”. Esta filosofia justifica o fato de que é a “central de tratamento de resíduos” que paga ao município uma taxa simbólica de R\$ 1,00 por tonelada. Contudo, não foi relatado se o município paga, e no caso afirmativo quanto, pelo tratamento deste resíduo. Visto que como pode ser verificado pelas afirmações do responsável pela coleta no município, há uma empresa contratada pela prefeitura para fazer a coleta seletiva.

Como mostrado na Tabela 5.8, atualmente, por meio do sistema de coleta seletiva em Valinhos, são coletadas, aproximadamente, 100 toneladas/mês de resíduo.

Tabela 5.8 Coleta de resíduo no município de Valinhos - coleta seletiva (t/mês)

Ano de 2003								
Mês	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto
quantidade	128	102	85	93	88	83	86	91

Fonte: elaborada com base em dados da Empresa Corpus - Carioca (2004)

Na Figura 5.9 visualiza-se que, em janeiro e fevereiro, há incremento na quantidade de resíduo coletada. A maior produção de resíduo, nesses meses, pode resultar das festas de final de

ano e de retorno do período escolar, visto que as escolas de rede particular de ensino retomam suas atividades neste mês.

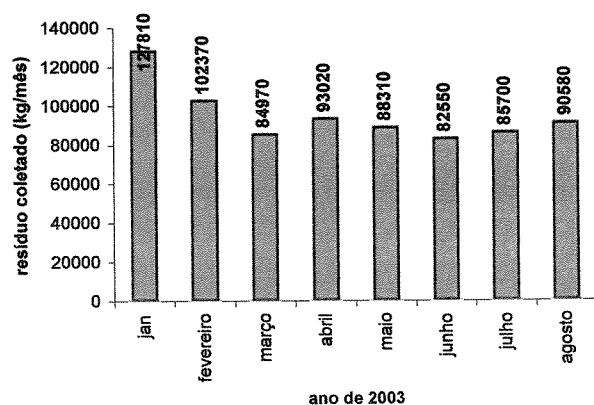


Figura 5.9 Evolução da coleta seletiva de Valinhos – 2004

Fonte: elaborada com base em dados da Empresa Corpus - Carioca (2004)

Observa-se que há uma variação na quantidade de resíduo coletado em alguns meses, que reflete o incremento da atividade de muitos catadores. A atividade dos catadores culminou, inclusive, na organização de cooperativa, mas que não está regulamentada, segundo informações de Carioca (2004).

Sobre a composição do resíduo sólido domiciliar produzido em Valinhos, o engenheiro responsável pela empresa Corpus afirma não possuir dados. Em Ferruccio (2003), há referência sobre um estudo feito pela prefeitura, onde foram obtidos os seguintes dados (Figura 5.10):

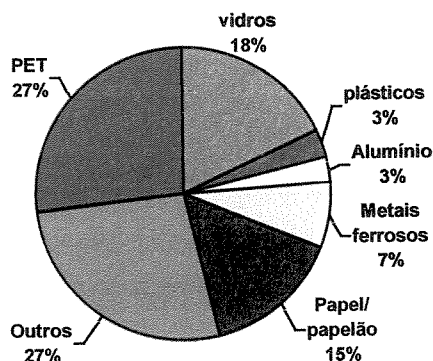


Figura 5.10 Composição do resíduo sólido domiciliar reciclável - Valinhos

Fonte: elaborada com base em FERRUCIO (2003)

Assim, verificou-se que, no município de Valinhos, a principal meta dos responsáveis pela gestão e o gerenciamento de resíduo sólido é a adequada operacionalização da coleta.

Com relação à coleta comum, é esperado que seja adequadamente executada, visto que a cobertura atual, segundo os responsáveis, é de 100% dos domicílios urbanos. Já para coleta seletiva, a meta é ampliar índice de recolhimento do material potencialmente reciclável.

Outro desafio a ser enfrentado pelos administradores de Valinhos é a escolha de local para disposição do resíduo coletado, visto que o atual tem previsão de saturação da capacidade de receber resíduo no próximo ano.

Como se verificou na pesquisa, a elaboração de políticas para obtenção da minimização de resíduo sólido em Valinhos não está entre as intenções dos administradores municipais. Ao menos, não se observou nenhum esforço neste sentido.

5.3 Gestão e gerenciamento de resíduo sólido domiciliar no município de Vinhedo

A gestão e o gerenciamento de resíduo sólido domiciliar no município de Vinhedo são de responsabilidade da Secretaria de Serviços Públicos, que oficialmente atua em conjunto com as Secretarias de Governo, Planejamento e Meio Ambiente (Figura 5.11).

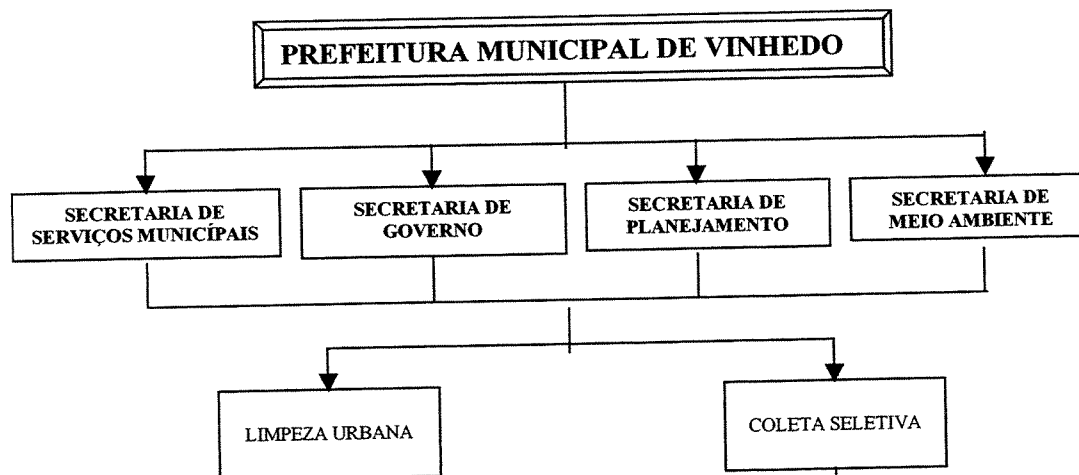


Figura 5.11 Estrutura operacional do gerenciamento de resíduo em Vinhedo

Observa-se uma aparente interação e divisão de poderes entre as Secretarias de Governo, Planejamento, Meio Ambiente e Secretaria de Serviços Públicos Municipais. Contudo, durante a realização da pesquisa no município, pôde-se observar que o engenheiro José Antônio Benatti,

responsável pela Secretaria de Serviços Públicos Municipais, é quem de fato responde e realiza o gerenciamento de resíduo sólido no município de Vinhedo.

No período da entrevista, no mês abril de 2004, Eliazar Ceccon era, então, Secretário de Planejamento, de Meio Ambiente e de Governo.

Reportando-se à gestão de resíduo sólido doméstico em Vinhedo, o secretário Ceccon (2004), afirma que há, no município, projetos de minimização, cuja base é o trabalho conjunto com a educação. Como perspectiva futura, o município pretende utilizar o “projeto de sustentabilidade, com a idéia de que “lixo não é lixo”, para gerar outros programas de minimização”. Contudo, o secretário não se reporta a nenhum programa de minimização efetivamente implantado no município.

Vinhedo conta com uma cooperativa de triagem de resíduo, denominada, pelo secretário, como de reciclagem, além de programas de reciclagem que existem em dois condomínios e nas escolas públicas. Também, como meta futura, o secretário define a intenção de que outros condomínios se integrem a essa política de reciclagem, pois entende que, com o aumento da participação da população e, conseqüentemente, da quantidade de material reciclável, deve acontecer a ampliação da cooperativa.

Para Ceccon (2004), o “Projeto Vila Esperança”, em construção, é uma alternativa em implementação pelo município, visando a amenizar problemas municipais, entre estes, a falta de emprego, habitação e os da geração excessiva de resíduo.

Questionado sobre a inserção do município com relação à gestão de resíduo na RMC, o secretário relatou que Vinhedo tem participado ativamente do Fórum de discussões sobre a região e que existe a preocupação com conscientização, por parte de cada município, de que todos trabalhem com preocupações e ações ambientais. Ressaltou que, se apenas alguns municípios se preocuparem com as questões ambientais regionais, os resultados das políticas adotadas serão insignificantes ou nulos sob o ponto de vista do desenvolvimento regional sustentável. É o que tem acontecido na atualidade, pois ainda não existem ações integradas, considerando que, apesar das preocupações comuns, cada município tem atuado individualmente.

Como exemplo positivo na busca de soluções conjuntas para os problemas regionais, Ceccon (2004) reporta-se às experiências do Fórum da Bacia dos rios Piracicaba-Capivari e Jundiaí, o qual fornece muitos dados sobre a região, e o Fórum de Lixo e Cidadania, que tem mais articulação para gerir esta política, afirmando que ambos devem trabalhar conjuntamente.

Os dados sobre a dinâmica operacional relacionada a resíduo, em Vinhedo, foram conseguidos por entrevista com o secretário de Serviços Públicos, engenheiro José Antônio Benatti (BENATTI, 2004) e sua secretária, Sra. Tânia Gallo Brunialti (BRUNIALTI, 2004).

A prefeitura municipal de Vinhedo terceiriza todas as atividades da limpeza pública para a empresa Litucera Limpeza e Engenharia Ltda.

5.3.1 Coleta domiciliar comum

Os resíduos domiciliar e comercial são coletados diariamente, de segunda a sábado, ou 3 vezes por semana, dependendo da região. Farmácias e consultórios têm sua coleta realizada 3 vezes por semana e hospitais, diariamente. Esta é realizada no período noturno no centro expandido e no período diurno no restante do município (BRUNIALTI, 2004).

Como afirmou Brunialti (2004), o orçamento mensal gasto com a coleta é da ordem de R\$173.000,00 e com a disposição final no aterro, R\$50.000,00. Entre coleta domiciliar e comercial, são gastos R\$132,04 por tonelada.

Segundo Benatti (2004), Vinhedo é uma cidade de extensão territorial muito pequena, o que viabiliza a coleta de 100% do resíduo domiciliar e comercial gerado. A secretaria não possui dados sobre a composição do resíduo gerado. Com os dados apresentados na Tabela 5.9, são apresentadas as quantidades de resíduo produzido e coletado, mensalmente, no decorrer de 10 anos, em Vinhedo.

Tabela 5.9 Coleta mensal de resíduo em Vinhedo: 1994-2003

Mês /Ano	Quantidade (t/mês)									
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Janeiro	719	864	1.056	1.170	1.276	1256	1.353	1.368	1.463	1.438
Fevereiro	639	763	910	1.157	1.054	1117	1.261	1.199	1.340	1.237
Março	687	793	913	997	1.148	1196	1.246	1.337	1.218	1.232
Abril	642	716	917	998	1.101	1078	1.101	1.128	1.230	1.251
Maiο	657	799	885	982	1.030	1065	1.163	1.216	1.238	1.252
Junho	610	728	836	956	1.043	1117	1.105	1.151	1.237	1.150
Julho		562	926	1.083	1.063	1134	1.091	1.202	1.127	1.264
Agosto	666	793	933	1.004	1.109	1087	1.179	1.234	1.269	1.274
Setembro	650	769	917	1.050	1.090	1.142	1.164	1.151	1.185	1.213
Outubro	667	772	966	1.070	1.114	1.102	1.195	1.280	1.040	1.263
Novembro	675	836	945	1.075	1.017	1.142	1.167	1.265	1.221	1.200
Dezembro	829	916	1.119	1.314	1.247	1336	1.377	1.425	1.267	1.366
Total (t)	7.441	9.311	11.323	12.857	13.293	13.772	14.403	14.956	14.834	15.138
Média anual	676	776	944	1.071	1.108	1.148	1.200	1.246	1.236	1.262

Fonte: elaborada com base em dados da SSM/Vinhedo - Brunialti (2004).

Na Figura 5.12, é possível visualizar a variação mensal de produção de resíduo, com base em médias mensais dos anos de 1994 até 2003.

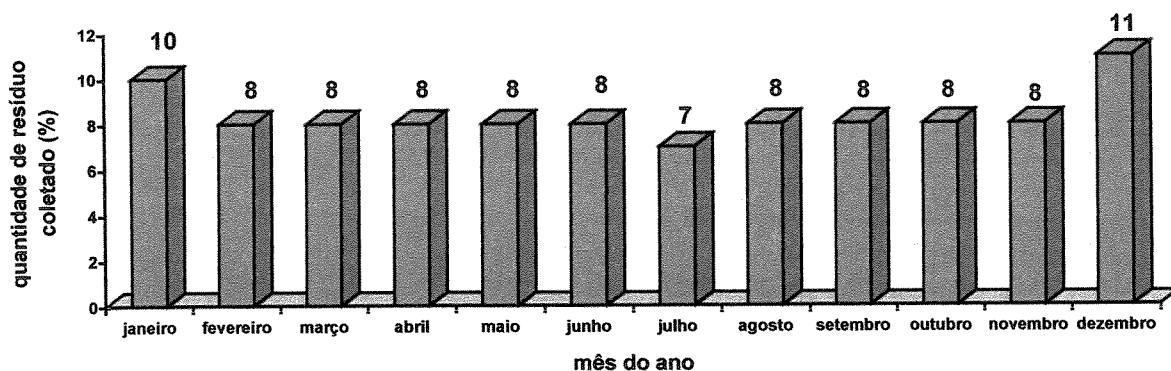


Figura 5.12 Geração mensal de resíduo sólido em Vinhedo (% ao mês)

Fonte: elaborada com base em dados da SSM/Vinhedo - Brunialti (2004).

Percebe-se elevação de produção de resíduo sólido domiciliar em Vinhedo nos meses de janeiro de dezembro. Do mesmo modo que nos municípios de Campinas e Valinhos, este aumento da produção pode ser resultado das festas de final de ano. A produção de resíduo decresce no mês de julho, o que pode ser entendido como desocupação de domicílios em decorrência das férias escolares do período de inverno.

Os resíduos domiciliar e comercial são levados para o CIAS – Consórcio Intermunicipal de Aterro Sanitário, localizado em Cajamar - SP. É um consórcio realizado nos anos 80, formado por Cajamar, Campo Limpo Paulista, Jundiaí, Louveira, Várzea Paulista e Vinhedo, cuja administração é de responsabilidade da Prefeitura de Jundiaí, por ser o município que deposita o maior volume.

Segundo Brunialti (2004), até 2003, o resíduo coletado em Vinhedo era encaminhado ao aterro sanitário localizado no município de Cajamar. Em função de sua interdição pela CETESB, entre 2003 e 2004, o resíduo passou a ser levado para o aterro particular Estre, localizado no município de Paulínia. Em janeiro de 2004, o resíduo voltou a ser depositado no aterro localizado em Cajamar, o CIAS.

5.3.2 Coleta seletiva

O município dispõe de uma cooperativa de recebimento e de triagem de resíduo. A prefeitura de Vinhedo cedeu o espaço, os equipamentos e colocou funcionários estratégicos para o planejamento. Os cooperados fazem a coleta de resíduo em alguns pontos da cidade, triam o material e o encaminham para a reciclagem. Segundo Ceccon (2004), esta funciona com base no “Estatuto de Cooperativas”.

Somando-se a este serviço, Brunialti (2004) relatou que há dois condomínios na cidade onde é realizada a coleta seletiva feita por empresa contratada pela prefeitura. O resíduo é segregado pelos condôminos, sendo o transporte feito em caminhão aberto, com grade, para a cooperativa de reciclagem do município.

Os dados sobre a quantidade de resíduo coletado seletivamente foram fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente (SMA/VINHEDO, 2004). A quantidade de resíduo triado na Cooperativa, nos anos de 2002 e 2003, é apresentada na Tabela 5.10.

Tabela 5.10 Quantidade de resíduo coletado e segregado pela cooperativa de Vinhedo

Material/ano	Quantidade (t/ano)					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Papel	16,6	20,7	12,6	37,4	117,9	113,5
Plástico	5,8	6,9	17,2	20,4	42,4	54,9
Vidro	8,2	11,8	21,1	25,4	45,3	59,5
Alumínio	4	1	3	-	1,5	1,5
Ferro	-	1	13,9	26,1	53,0	27,2
Tetra pak	-	-	8	-	9,5	8,7
Outros metais	-	-	-	8	4	2
Baterias	-	-	-	2,0	9	-
Outras sucatas	-	-	36.	-	-	-
Total anual	31,02	40,51	101,9	111,1	271,2	265,9

Fonte: elaborada com base em SMA/Vinhedo (2004)

Apesar de a composição do material coletado em Vinhedo variar em diferentes anos, destaca-se a predominância do papel entre o material coletado e triado pelos associados à cooperativa de recicláveis. Na Figura 5.13 é possível visualizar a composição do resíduo segregado pela cooperativa no ano de 2003.

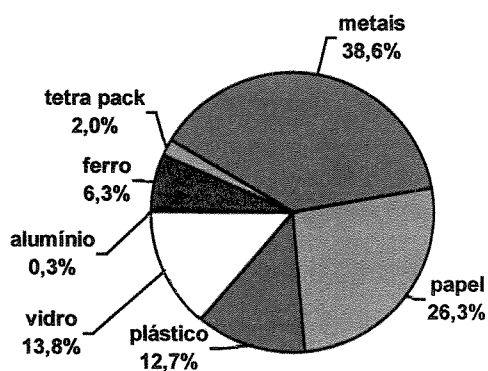


Figura 5.13. Resíduo sólido reciclável separado pela cooperativa no município de Vinhedo no ano de 2003.

Fonte: elaborada com base em Secretaria de Meio Ambiente de Vinhedo (2004)

Observando-se a Figura 5.14 percebe-se que a quantidade de resíduo coletada seletivamente em Vinhedo tem aumentado. Segundo o Secretário CECCON (2004), este fato deve-se à intensificação da ação municipal em prol das questões ambientais municipais.

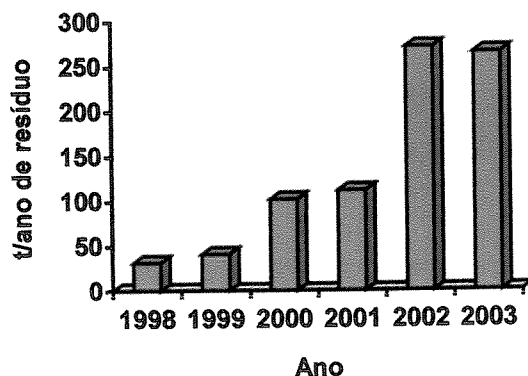


Figura 5.14 Evolução da quantidade de material triado na cooperativa de recicláveis de Vinhedo: 1998-2003 (t/ano)

Fonte: elaborada com base em SMA/Vinhedo (2004)

Portanto, em Vinhedo, como nos demais municípios estudados, a principal meta dos administradores responsáveis pela gestão/gerenciamento de resíduo sólido domiciliar é garantir a eficiência da coleta e ampliar a coleta seletiva, inexistindo, portanto, política visando à minimização de resíduo.

5.4 Considerações sobre gestão e gerenciamento de resíduo nos municípios

A partir das informações levantadas nos municípios e apresentadas neste capítulo, foi possível observar que Campinas, Valinhos e Vinhedo possuem características semelhantes no que se refere à gestão e ao gerenciamento de resíduo sólido domiciliar.

Observou-se que, nos três municípios, a estrutura organizacional da gestão e do gerenciamento de resíduo sólido é verticalizada. Por consequência, em geral, a decisão sobre problemas relacionados com resíduo depende de apenas uma pessoa.

A principal meta dos gestores de resíduo dos três municípios é ampliar a coleta seletiva. Atualmente, a cidade de Valinhos é a que possui o maior índice de coleta seletiva (5%), enquanto que, em Campinas e Vinhedo, o percentual chega a 2%.

Segundo os responsáveis pelo gerenciamento de resíduo, a coleta comum não deve ser razão de preocupação por ser eficiente, abrangendo 100% dos domicílios.

Com relação à destinação final de resíduo, o material proveniente da coleta comum dos três municípios é disposto em aterro sanitário, sendo que Campinas e Valinhos utilizam aterros municipais e Vinhedo envia seu resíduo para um aterro particular. Mesmo havendo diferenças na operacionalização da coleta seletiva, todo o material potencialmente reciclável, coletado seletivamente nos três municípios, é destinado a cooperativas de recicláveis.

Como já argumentado ao longo desta tese, um dos problemas enfrentados pelas administrações municipais é a descontinuidade entre as políticas implementadas pelos administradores, em diferentes gestões, ou até em uma mesma, quando há mudanças no secretariado e conseqüentemente, nas diretorias de departamento ou órgãos responsáveis pelo gerenciamento de resíduos sólido, resultando na inefetividade de programas de gestão propostos.

Contudo, entende-se que a adequada gestão de resíduo sólido domiciliar pressupõe o envolvimento dos diversos agentes sociais envolvidos (sociedade civil em geral, organizações não governamentais, administradores municipais, empresa responsável pela coleta, empresários e comerciantes, entre outros). Só deste modo as políticas a serem implementadas nos municípios poderiam ter sua continuidade garantida. Assim, mesmo perante as mudanças administrativas no setor, os demais agentes envolvidos “exigiriam” a continuidade das políticas implementadas.

Capítulo 6

Resultado e discussão sobre o potencial de minimização do resíduo domiciliar para Barão Geraldo - Campinas, Valinhos e Vinhedo

Nesta tese, o potencial de minimização é avaliado pela possibilidade de redução da geração de resíduo na fonte (para matéria orgânica) e de reciclagem (para o material classificado como potencialmente reciclável: papel, plástico vidro e metal). O potencial de redução na fonte corresponde ao total de matéria orgânica classificada como desperdício e o potencial de reciclagem é a soma da quantidade de material passível de ser reciclado. O potencial de reutilização não foi objeto de avaliação sistemática na caracterização de resíduo.

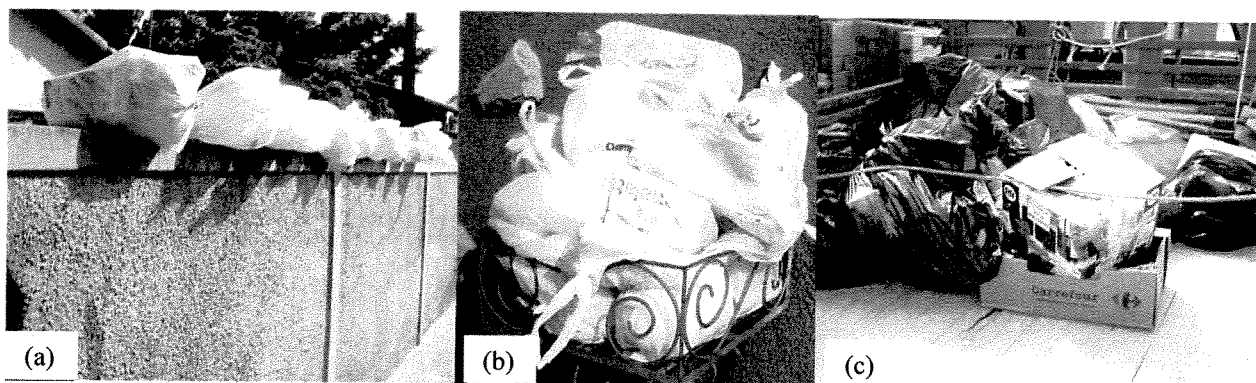
Para estimar o potencial teórico de minimização, foram considerados valores máximos.

Vale salientar que a redução da geração de matéria orgânica pode resultar em redução de quantidade de embalagem e que, se houver a conseqüente reutilização de material, haverá menor quantidade de resíduo para ser reciclada.

Nos três municípios, a caracterização de resíduo sólido domiciliar foi realizada no período entre os meses de setembro de 2002 e agosto de 2003, seguindo os procedimentos metodológicos descritos no capítulo 3.

Para os três municípios, são apresentadas as quantidades das diferentes categorias e subcategorias de material amostrado em cada um dos 16 dias de caracterização, por dia de amostra, considerando-se a quantidade real de resíduo amostrada e os valores resultantes da correlação entre quantidade de resíduo coletada e participação de cada classe social com relação ao total da população municipal. Os potenciais de minimização de resíduo sólido domiciliar nos municípios da RMC foram avaliados a partir dos resultados da correlação da produção de resíduo por classe social.

Detalhes da operacionalização da caracterização de resíduo sólido, na Figura 6.1 onde observa-se o resíduo depositado em frente aos domicílios para ser coletado (Figura 6.1 a e b) e, na Figura 6.1 (c), o resíduo acondicionado na carroceria de um dos veículos utilizados para o transporte das amostras dos domicílios até o local de segregação.



Figuras 6.1 Resíduo depositado em frente aos domicílios para ser coletado e transporte das amostras de resíduo sólido domiciliar para caracterização

Na Figura 6.2 são ilustrados diferentes momentos da pesquisa: pesagem (a), abertura das embalagens (b) e segregação do material (c).

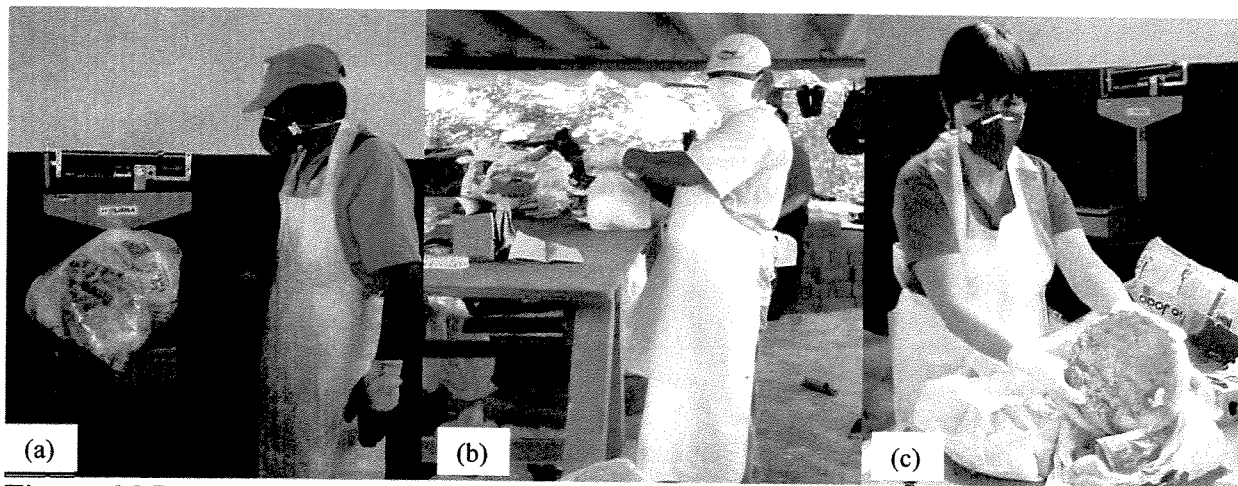


Figura 6.2 Pesagem, abertura das embalagens e segregação do resíduo sólido domiciliar

As estimativas dos potenciais de minimização e de conservação de energia do resíduo sólido domiciliar produzido nos municípios e na RMC foram embasadas nos resultados da amostragem.

6.1 Potencial de minimização do resíduo produzido em Barão Geraldo - Campinas

Neste item, são apresentados e avaliados os resultados da caracterização de resíduo sólido domiciliar produzido no distrito de Barão Geraldo, município de Campinas, destinados às coletas comum e seletiva. Esses resultados possibilitaram aferir o total real de resíduo produzido/coletado. A partir dos dados da caracterização, foi possível avaliar o potencial de minimização.

6.1.1 Resultados da caracterização de resíduo sólido domiciliar em Barão Geraldo: quantidade coletada por dia de amostra

No período da amostragem de resíduo no distrito de Barão Geraldo, as coletas comum e seletiva de resíduo eram realizadas em dias alternados, por isso, foram amostrado resíduo que seria destinado aos dois tipos de coleta. A coleta comum era realizada às segundas-feiras, quartas-feiras, quintas-feiras e sábados e a coleta seletiva na terça-feira e sexta-feira. Deste modo, para que os dados coletados fossem representativos do resíduo produzido no domicílio, foi recolhido o resíduo da coleta seletiva no dia subsequente à amostragem da coleta comum.

Para obtenção do total real de resíduo sólido produzido no distrito de Barão Geraldo, foi necessária a correlação entre a quantidade de material coletado seletivamente e o número de dias correspondentes (3 ou 4), ou seja, o resultado da divisão da quantidade de resíduo pelo intervalo de dias entre coletas representa o valor diário. A correlação foi feita considerando-se que, no período da amostragem, a coleta seletiva de resíduo era realizada duas vezes por semana e que o material recolhido pela coleta seletiva equivale, teoricamente, ao reciclável de três ou quatro dias (que supostamente era guardado no domicílio para ser coletado no dia da coleta seletiva).

O total diário para a amostragem do distrito foi obtido somando-se os valores equivalentes à quantidade diária da coleta seletiva (para os 16 dias de amostragem -correlacionadas), aos da coleta comum. A caracterização do resíduo proveniente das coletas comum e seletiva resultou nos dados apresentados nas Tabelas 6.1 e 6.2. Na Tabela 6.3 é apresentada a quantidade diária de resíduo sólido produzida no distrito de Barão Geraldo.

Tabela 6.1 Quantidade de resíduo caracterizado por tipo de material. Valores em kg. Somatório dos 30 domicílios por dia de coleta - Barão Geraldo - 2003 (coleta comum)

MATERIAL	Dia de coleta																	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	Total	
PAPEL																		
Papelão	3,31	3,23	3,49	1,95	0,75	4,96	0,90	2,69	10,93	2,80	1,43	11,74	2,50	2,72	3,39	5,86	62,65	
Jornal	3,18	2,08	3,18	0,17	0,98	1,41	0,02	4,44	1,33	0,42	0,41	1,42	0,37	0,28	0,65	0,73	21,07	
Revistas	0,10	0,48	0,10	0,00	0,50	0,00	0,00	0,16	1,82	0,10	0,01	1,80	0,58	0,36	0,00	0,16	6,17	
Outros recicláveis	2,17	1,60	2,89	0,68	0,80	2,40	0,21	1,33	3,56	0,74	1,44	4,05	1,80	1,57	1,97	3,31	30,52	
Não reciclável	1,17	1,19	1,17	0,02	0,02	1,42	0,04	0,55	0,00	0,83	1,02	0,05	0,68	0,32	0,41	0,42	9,31	
Total PAPEL	9,93	8,58	10,83	2,82	3,05	10,19	1,17	9,17	17,65	4,89	4,31	19,05	5,93	5,25	6,42	10,48	129,72	
METAL																		
Alumínio	0,22	0,78	0,22	0,07	0,31	1,77	0,01	0,28	0,27	0,36	0,31	0,27	0,26	0,38	0,40	0,33	6,24	
Reciclável	0,47	1,59	0,57	0,87	0,66	2,05	0,16	0,62	4,79	1,19	0,63	4,88	0,29	0,54	0,43	0,60	20,34	
Não reciclável	0,12	0,00	0,12	0,16	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	
Total METAL	0,81	2,37	0,91	1,10	0,97	3,88	0,17	0,90	5,06	1,55	1,00	5,15	0,55	0,92	0,83	0,93	27,1	
VIDRO																		
Reciclável	0,93	1,78	0,93	1,96	1,30	5,20	0,09	1,98	11,59	3,42	1,41	10,08	2,17	1,09	3,70	1,60	49,23	
Não reciclável	1,40	0,66	1,40	0,00	0,00	2,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,32	
Total VIDRO	2,33	2,44	2,33	1,96	1,30	8,06	0,09	1,98	11,59	3,42	1,41	10,08	2,17	1,09	3,70	1,60	55,55	
PLÁSTICO																		
PET	0,79	0,68	0,79	0,69	0,40	1,50	0,15	0,80	2,99	0,59	1,42	2,95	0,59	1,22	1,17	0,39	17,12	
PEAD	1,54	2,19	1,54	0,65	0,69	1,32	0,29	2,15	6,61	1,19	1,78	6,38	3,76	2,71	3,16	1,74	37,7	
PVC	0,00	0,06	0,00	0,02	0,08	0,00	0,00	0,43	0,00	0,03	0,25	0,70	0,19	0,00	0,00	0,06	1,82	
PEBD	1,32	1,65	1,32	0,67	0,62	1,29	0,14	0,83	0,82	0,88	1,10	0,83	0,56	0,54	0,72	0,23	13,52	
PP	0,13	0,40	0,13	0,22	0,19	1,12	0,01	0,56	1,33	0,28	0,21	1,29	0,17	0,48	0,62	0,33	7,47	
PS	0,25	0,33	0,25	0,48	0,12	0,41	0,07	0,33	0,76	0,08	0,44	0,78	0,32	0,31	0,56	0,18	5,67	
Outros	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,35	0,26	0,26	1,26	
Não reciclável	0,11	0,28	0,11	0,09	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,03	0,00	0,72	
Total Plástico	4,14	5,59	4,14	2,81	2,09	5,63	0,66	5,14	12,51	3,05	5,20	12,97	5,97	5,61	6,52	3,19	85,22	
EMB. CARTONADA	0,61	0,27	0,61	0,69	0,25	0,87	0,18	0,73	3,75	0,48	0,96	3,67	0,51	0,88	1,32	1,04	16,82	
MADEIRA	0,00	0,20	0,00	0,23	0,00	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,65	0,01	0,00	6,00	10,1	
MATÉRIA ORGÂNICA																		
Desperdício de compra	3,85	6,15	3,85	5,15	2,55	10,35	1,36	4,30	0,00	5,79	3,88	3,64	13,44	12,05	3,64	3,45	83,45	
Desp de preparo (cru)	2,48	0,00	2,48	0,41	0,20	0,31	6,03	2,98	0,05	0,55	2,62	0,75	5,49	8,67	2,86	1,01	36,89	
Desp de preparo (cozido)	1,48	2,70	1,48	9,27	2,78	1,95	2,80	6,38	2,18	2,17	5,59	2,14	1,13	19,65	11,98	0,58	74,26	
Desperdício de consumo	2,68	1,56	2,68	2,00	0,77	3,01	0,73	4,30	0,22	5,25	4,27	1,15	8,40	5,84	11,04	1,50	55,4	
Demais	32,07	45,25	32,07	18,24	13,39	35,53	21,13	47,27	28,91	24,84	30,41	29,77	47,51	33,97	33,27	31,71	505,34	
Total MAT.ORG.	42,56	55,66	42,56	35,07	19,69	51,14	32,05	65,23	31,36	38,60	46,77	37,47	75,97	80,18	62,79	38,24	755,34	
PERIGOSOS																		
Patogênicos	15,12	17,76	15,12	11,95	6,38	7,39	4,57	14,36	20,89	20,93	17,39	22,14	12,44	28,22	13,35	17,85	245,86	
Pilhas	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,11	0,59	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	
Saúde	0,01	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	2,20	2,35	
Químicos	0,93	0,11	0,93	0,30	0,01	0,07	0,00	0,41	0,82	0,14	0,44	0,80	0,53	3,14	0,15	0,28	9,06	
Lâmpada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,2	
Total PERIGOSOS	16,10	17,97	16,10	12,25	6,39	7,46	4,68	15,36	21,71	21,07	17,86	22,94	13,00	31,56	13,50	20,33	258,28	
TEXTIL	0,33	0,56	0,33	0,12	0,16	1,09	3,20	0,26	0,00	0,04	4,60	0,00	0,23	0,03	0,80	0,81	12,56	
RESÍD. DE JARDIM	3,38	3,56	3,38	7,94	20,65	2,70	45,93	6,37	1,01	26,22	5,95	0,99	58,11	31,92	13,88	13,63	245,62	
OUTROS RESÍDUOS	0,62	0	0,62	3	0,01	0,48	0	0,11	0,00	0,4	0,24	0,00	0,26	0,77	1,11	1,49	9,11	
Total por amostra	80,79	97,20	81,79	67,99	54,56	92,50	88,13	105,25	104,64	99,72	88,30	112,32	165,35	158,20	110,87	97,74	1.605,35	

Tabela 6.2 Quantidade de resíduo caracterizado por tipo de material. Valores em kg. Somatório dos 30 domicílios por dia de coleta - Barão Geraldo - 2003 (coleta seletiva)

MATERIAL	Dia de coleta																Total
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	
PAPEL																	
Papelão	1,37	3,29	1,37	5,21	1,57	0,85	1,75	1,05	1,64	1,49	1,21	1,01	0,67	1,12	0,96	1,04	25,6
Jornal	0,88	0,35	0,88	0,28	0,42	1,43	1,13	0,49	0,31	0,49	0,1	0,12	1,51	0,49	0,02	0,05	8,49
Revistas	0,38	2,09	0,38	3,77	0,37	0,17	0,49	0,28	0,08	0,28	0	0,78	0,07	0,19	0,02	0,48	9,83
Outros recicláveis	0,65	0,51	0,65	0,34	0,4	2,14	1,16	0,31	0,77	0,33	0,45	0,3	0,47	1,53	0,27	0,33	10,6
Não reciclável	0,32	0,04	0,32	0,10	0,1	0,01	0,06	0,11	0,06	0,11	0,02	0	0,05	0,14	0,04	0,03	1,16
Total PAPEL	3,6	6,27	3,6	8,95	2,86	4,59	4,59	2,23	2,86	2,69	1,78	2,21	2,77	3,47	1,31	1,92	55,7
METAL																	
Alumínio	0,2	0,13	0,2	0,10	0,11	0,03	0,1	0,06	0,19	0,06	0,14	0,02	0,12	0,09	0,04	0,05	1,59
Reciclável	0,19	0,23	0,19	0,41	0,79	0,1	0,24	0,22	0,48	0,24	0,17	0,4	0,19	0,2	0,07	0,14	4,13
Não reciclável	0	0,01	0	0,00	0	0	0	0	0,08	0	0	0,04	0	0	0	0	0,13
Total METAL	0,39	0,37	0,39	0,51	0,91	0,12	0,34	0,28	0,75	0,29	0,31	0,46	0,32	0,28	0,11	0,18	5,85
VIDRO																	
Reciclável	0,72	1,36	0,72	1,97	1,63	0,52	1,13	1,93	1,6	1,93	1,74	0,68	0,89	0,88	0,97	0,93	19,6
Não reciclável	0,05	0,15	0,05	0,24	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,02	0,71
Total VIDRO	0,78	1,51	0,78	2,18	1,63	0,55	1,13	1,93	1,6	1,93	1,74	0,68	0,89	0,88	1,14	0,95	20,3
PLÁSTICO																	
PET	0,23	0,24	0,23	0,28	0,38	0,28	0,33	0,45	0,42	0,54	0,52	0,28	0,49	0,58	0,1	0,36	5,66
PEAD	0,47	0,64	0,47	0,81	0,51	0,34	0,55	0,52	0,89	0,62	0,86	0,61	0,54	0,82	0,44	0,68	9,77
PVC	0	0,03	0,00	0,05	0	0,01	0,01	0,13	0,04	0,13	0,05	0	0,06	0,03	0,01	0,04	0,59
PEBD	0,56	0,26	0,00	0,52	0,38	0,19	0,34	0,19	0,74	0,2	0,54	0,35	0,46	0,4	0,07	0,39	5,59
PP	0,06	0,08	0,06	0,13	0,13	0,08	0,09	0,13	0,25	0,16	0,13	0,12	0,23	0,15	0,07	0,09	1,92
PS	0,12	0,19	0,00	0,38	0,07	0,08	0,09	0,09	0,27	0,09	0,09	0,05	0,07	0,21	0,06	0,07	1,93
Outros	0	0	0,12	0,05	0	0	0	0	0	0,01	0,02	0,06	0,07	0,08	0,06	0,01	0,31
Não reciclável	0,03	0,23	0,03	0,42	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0,02	0,01	0	0,87
Total Plástico	1,48	1,67	0,91	2,42	1,59	0,96	1,4	1,51	2,59	1,76	2,21	1,46	2,21	2,27	0,82	1,64	26,9
EMB. CARTONADA	0,42	0,56	0,42	0,69	0,57	0,2	0,36	0,35	0,62	0,43	0,67	0,35	0,47	0,62	0,39	0,5	7,62
MADEIRA	0,07	0,1	0,07	0,12	0,01	0,18	0	0	0	0	0,06	0	0	0,2	0,05	0,05	0,91
MATÉRIA ORGÂNICA																	
Desperdício de compra	0,18	0,06	0,18	0,47	0,8	0,02	0,14	0,54	1,13	0,54	0,11	0	0,54	0,48	0,15	0,13	5,32
Desp de preparo (cru)	0,23	0,14	0,23	0,13	0	0	0,3	0,06	0,18	0,06	0,28	0,01	0,46	0,29	0,07	0,22	2,55
Desp de preparo (cozido)	0,39	0,06	0,39	0,42	1,13	0,63	2,04	0,68	0,13	0,68	0,41	0,2	1,07	0,6	0	0,1	8,81
Desperdício de consumo	0,55	0,19	0,55	0,25	0,1	0,46	2,84	0,08	0,94	0,08	1,82	0,02	1,41	1,71	0,24	0,91	11,7
Demais	5,29	2,58	5,29	0,88	4,06	0,73	5,05	2,52	1,77	2,52	4,73	2,66	4,12	5,83	2,16	3,61	54,4
Total MAT.ORG.	6,64	3,02	6,64	2,79	6,09	1,82	10,37	3,87	4,14	3,87	7,35	2,88	7,61	8,91	2,61	4,97	82,7
PERIGOSOS																	
Patogênicos	0,36	2,05	0,36	3,73	2	0,1	0,81	0,45	0,78	1,46	1,85	2,06	0,73	3,24	4,51	2,11	26,6
Pilhas	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0,02	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0,03
Saúde	0	0	0,00	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01
Químicos	0,54	2,14	0,54	0,73	0,06	0,01	0,02	0,14	0,23	0,06	0,06	0,08	0,34	0,29	0,01	0,04	5,29
Lâmpada	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,03	0,03	0	0,08
Total PERIGOSOS	0,9	4,19	0,90	4,46	2,06	0,11	0,83	0,6	1,01	1,54	1,9	2,13	1,09	3,56	4,56	2,16	32
TEXTIL	0	0,06	0,00	0,12	0,03	0,11	0,04	0,32	0,01	0,32	0,33	0	0	0,1	0,31	0,25	2
RESÍD. DE JARDIM	0,47	0,91	0,47	1,87	0,67	0,27	1,41	0,44	0,78	0,44	3,54	0,09	2,9	2,46	3,77	0,7	20,7
OUTROS RESÍDUOS	0,34	0,47	0,28	0,11	0,12	1,06	0,08	0,28	0,28	0,28	0,54	0,03	0,41	0,43	0,13	0,53	5,42
Total por Amostra	15	18,8	14,5	23,36	16,5	9,64	21,7	11,8	14,6	13,5	20,4	10,3	18,7	23,2	15,2	13,8	261

Tabela 6.3 Quantidade de resíduo caracterizado por tipo de material. Valores em kg. Somatório dos 30 domicílios por dia de coleta - Barão Geraldo - 2003 (total diário corrigido: coleta comum e seletiva)

MATERIAL	Dia de coleta																Total
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	
PAPEL																	
Papelão	4,68	6,52	6,78	5,24	2,32	5,81	2,65	3,74	12,6	4,29	2,64	12,8	3,17	3,84	4,35	6,9	88,25
Jornal	4,06	2,43	3,53	0,52	1,4	2,84	1,15	4,93	1,64	0,91	0,51	1,54	1,88	0,77	0,67	0,78	29,56
Revistas	0,48	2,57	2,19	2,09	0,87	0,17	0,49	0,44	1,9	0,38	0,01	2,58	0,65	0,55	0,02	0,64	16
Outros recicláveis	2,82	2,11	3,4	1,19	1,2	4,54	1,37	1,64	4,33	1,07	1,89	4,35	2,27	3,1	2,24	3,64	41,12
Não reciclável	1,49	1,23	1,21	0,06	0,12	1,43	0,1	0,66	0,06	0,94	1,04	0,05	0,73	0,46	0,45	0,45	10,47
Total PAPEL	13,53	14,9	17,1	9,09	5,91	14,8	5,76	11,4	20,5	7,58	6,09	21,3	8,7	8,72	7,73	12,4	185,42
METAL																	
Alumínio	0,42	0,91	0,35	0,2	0,42	1,8	0,11	0,34	0,46	0,42	0,45	0,29	0,38	0,47	0,44	0,38	7,83
Reciclável	0,66	1,82	0,8	1,1	1,45	2,15	0,4	0,84	5,27	1,43	0,8	5,28	0,48	0,74	0,5	0,74	24,47
Não reciclável	0,12	0,01	0,13	0,17	0	0,06	0	0	0,08	0	0,06	0,04	0	0	0	0	0,65
Total METAL	1,2	2,74	1,28	1,47	1,88	4	0,51	1,18	5,81	1,84	1,31	5,61	0,87	1,2	0,94	1,11	32,95
VIDRO																	
Reciclável	1,65	3,14	2,29	3,32	2,93	5,72	1,22	3,91	13,2	5,35	3,15	10,8	3,06	1,97	4,67	2,53	68,83
Não reciclável	1,45	0,81	1,55	0,15	0	2,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,02	7,03
Total VIDRO	3,11	3,95	3,84	3,47	2,93	8,61	1,22	3,91	13,2	5,35	3,15	10,8	3,06	1,97	4,84	2,55	75,85
PLÁSTICO																	
PET	1,02	0,92	1,03	0,93	0,78	1,78	0,48	1,25	3,41	1,13	1,94	3,23	1,08	1,8	1,27	0,75	22,78
PEAD	2,01	2,83	2,18	1,29	1,2	1,66	0,84	2,67	7,5	1,81	2,64	6,99	4,3	3,53	3,6	2,42	47,47
PVC	0	0,09	0,03	0,05	0,08	0,01	0,01	0,56	0,04	0,16	0,3	0,7	0,25	0,03	0,01	0,1	2,41
PEBD	1,88	1,91	1,58	0,93	1	1,48	0,48	1,02	1,56	1,08	1,64	1,18	1,02	0,94	0,79	0,62	19,11
PP	0,19	0,48	0,21	0,3	0,32	1,2	0,1	0,69	1,58	0,44	0,34	1,41	0,4	0,63	0,69	0,42	9,39
PS	0,37	0,52	0,44	0,67	0,19	0,49	0,16	0,42	1,03	0,17	0,53	0,83	0,39	0,52	0,62	0,25	7,6
Outros	0,01	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	0,02	0,06	0,44	0,43	0,32	0,27	1,57
Não reciclável	0,14	0,51	0,34	0,32	0,02	0	0	0,04	0	0	0	0,05	0,12	0,02	0,04	0	1,59
Total Plástico	5,62	7,26	5,81	4,48	3,68	6,59	2,06	6,65	15,1	4,81	7,41	14,4	8,18	7,88	7,34	4,83	112,12
EMB. CARTONADA	1,03	0,83	1,17	1,25	0,82	1,07	0,54	1,08	4,37	0,91	1,63	4,02	0,98	1,5	1,71	1,54	24,44
MADEIRA	0,07	0,3	0,1	0,33	0,01	1,19	0	0	0	0	0,06	0	2,65	0,21	0,05	6,05	11,01
MATÉRIA ORGÂNICA																	
Desperdício de compra	4,03	6,21	3,91	5,21	3,35	10,4	1,9	4,84	1,13	6,33	3,99	3,64	14	12,5	3,79	3,58	88,77
Desp de preparo (cru)	2,71	0,14	2,62	0,55	0,2	0,31	6,33	3,04	0,23	0,61	2,9	0,76	5,95	8,96	2,93	1,23	39,44
Desp de preparo (cozido)	1,87	2,76	1,54	9,33	3,91	2,58	5,41	7,06	2,31	2,85	6	2,34	2,2	20,3	12	0,68	83,07
Desperdício de consumo	3,23	1,75	2,87	2,19	0,87	3,47	3,57	4,38	1,16	5,33	6,09	1,17	9,81	7,55	11,3	2,41	67,1
Demais	37,36	47,8	34,7	20,8	17,5	36,3	27,8	49,8	30,7	27,4	35,1	32,4	51,6	39,8	35,4	35,3	559,74
Total MAT.ORG.	49,2	58,7	45,6	38,1	25,8	53	45	69,1	35,5	42,5	54,1	40,4	83,6	89,1	65,4	43,2	838,04
PERIGOSOS																	
Patogênicos	15,48	19,8	17,2	14	8,38	7,49	5,38	14,8	21,7	22,4	19,2	24,2	13,2	31,5	17,9	20	272,46
Pilhas	0,04	0	0,04	0	0	0	0,11	0,61	0	0,02	0,03	0	0	0	0	0	0,84
Saúde	0,01	0,1	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	2,2	2,36
Químicos	1,47	2,25	3,07	2,44	0,07	0,08	0,02	0,55	1,05	0,2	0,5	0,88	0,87	3,43	0,16	0,32	17,35
Lâmpada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,23	0,03	0	0,28
Total PERIGOSOS	17	22,2	20,3	16,4	8,45	7,57	5,51	16	22,7	22,6	19,8	25,1	14,1	35,1	18,1	22,5	293,28
TEXTIL	0,33	0,62	0,39	0,18	0,19	1,2	3,24	0,58	0,01	0,36	4,93	0	0,23	0,13	1,11	1,06	14,56
RESÍD. DE JARDIM	3,85	4,47	4,29	8,85	21,3	2,97	47,3	6,81	1,79	26,7	9,49	1,08	61	34,4	17,7	14,3	266,32
OUTROS RESÍDUOS	1,46	0,47	1,09	3,47	0,13	1,54	0,08	0,39	0,28	0,68	0,78	0,03	0,67	1,2	1,24	2,02	14,53
Total por amostra	95,79	116	101	86,8	71,1	102	110	117	119	113	109	123	184	181	126	112	1.866,23

Na Figura 6.3 é apresentada a comparação entre a produção de resíduo sólido em Barão Geraldo por categoria de material amostrado proveniente da coleta comum (Tabela 6.1), da coleta seletiva (Tabela 6.2) e o do total geral (Tabela 6.3).

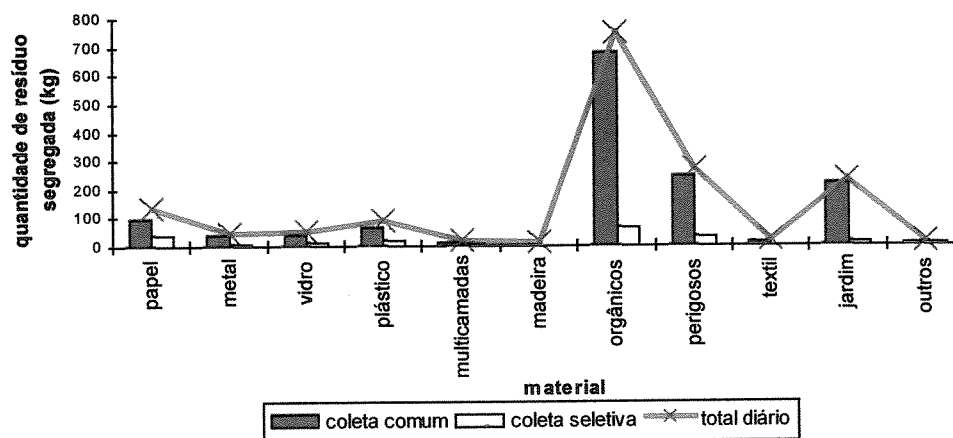


Figura 6.3 Composição do resíduo amostrado em Barão Geraldo, coleta comum, seletiva e total diário por tipo de material (2003)

Como apresentado na Figura 6.3, o material proveniente das coletas comum e seletiva que apresentou maior quantidade foi a matéria orgânica, perfazendo um total diário de 46,4%; o segundo componente é o resíduo perigoso e o terceiro componente em quantidade da coleta comum é o resíduo de jardim (16%) e da coleta seletiva o papel (19%); o resíduo perigoso foi o terceiro material em quantidade para a coleta comum (15%) e seletiva (11%). Exceto o papel, o material classificado como potencialmente reciclável apresentaram percentuais semelhantes para o resíduo amostrado nas coletas comum e seletiva.

Na Figura 6.4 é apresentada a composição do total diário do resíduo sólido domiciliar caracterizado em Barão Geraldo (1.866,23kg -Tabela 6.3).

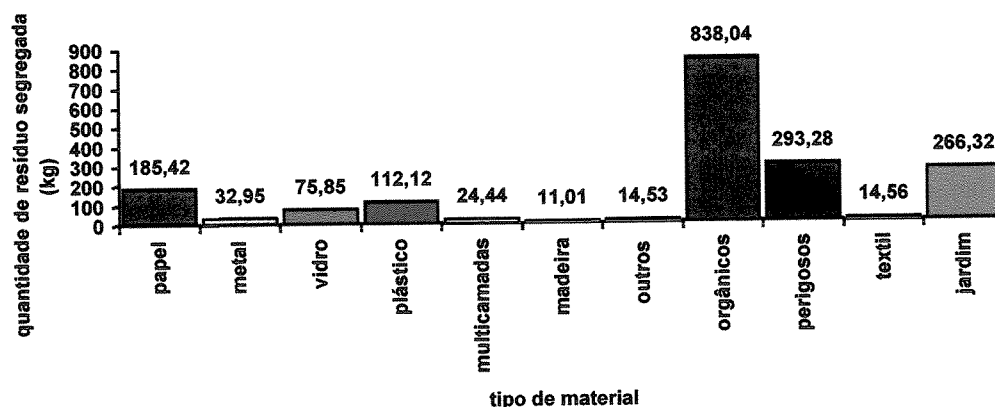


Figura 6.4 Composição do resíduo amostrado - Barão Geraldo, por tipo de material (2003)

Na Figura 6.5 é apresentada a taxa média de geração de resíduo sólido domiciliar por domicílio/dia de coleta (obtida dividindo-se o valor correspondente ao total de cada resíduo coletado, nos 16 dias de amostra pelas 30 amostras diárias - dados apresentados na Tabela 6.3), para cada categoria de material presente no resíduo sólido em Barão Geraldo.

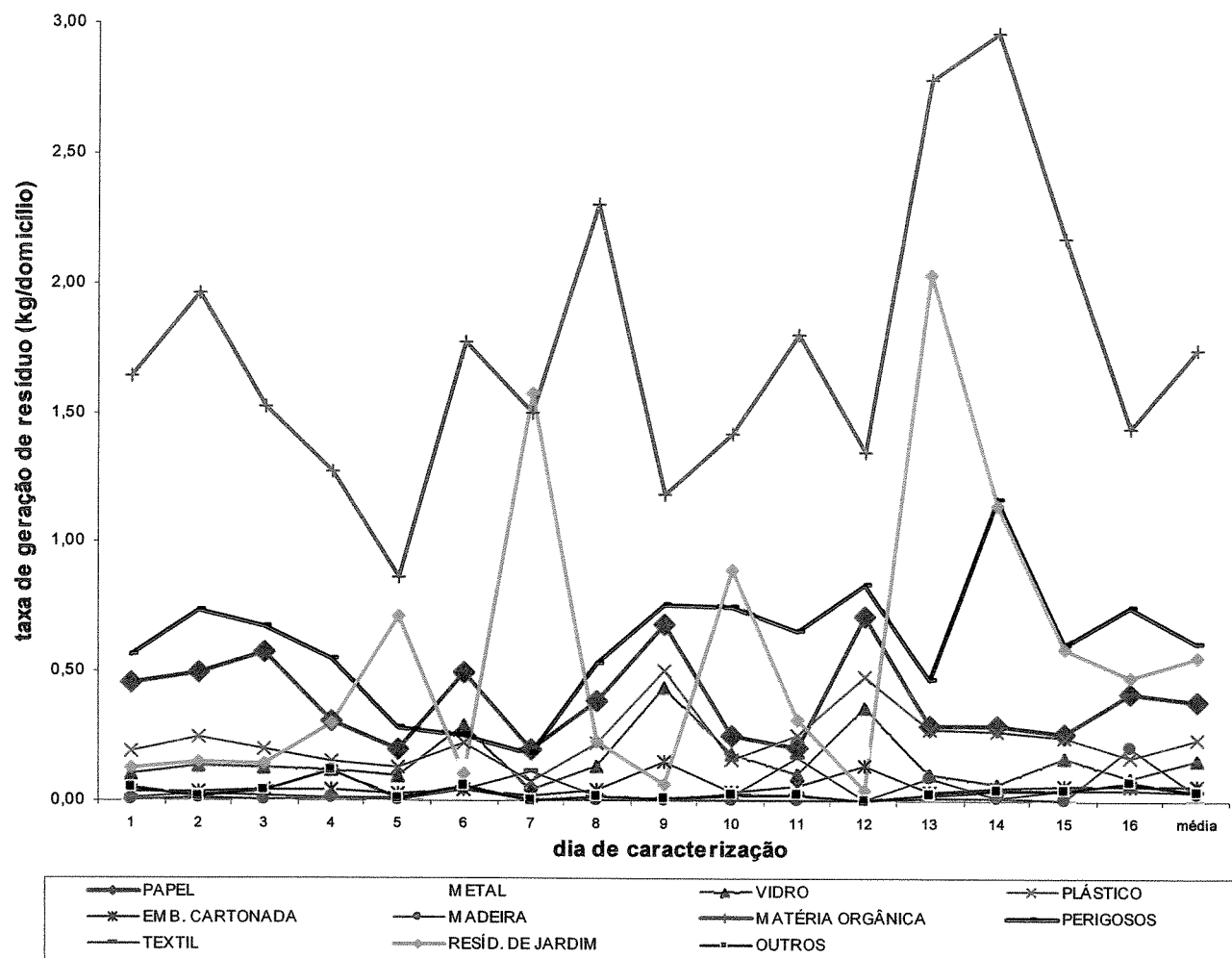


Figura 6.5 Taxa média de geração de resíduo sólido por domicílio em Barão Geraldo - categoria de resíduo amostrado (2003)

As categorias de material que aparecem em maior quantidade foram as que apresentam maior variação de produção no decorrer dos 16 dias de amostragem (matéria orgânica de 0,50 a 3,0 kg/domicílio, resíduo de jardim de 0 a 2 kg/domicílio, resíduo perigoso de 0,02 a 1,2 kg/domicílio e papel de 0,01 a 0,5 kg/domicílio.dia).

Em todos os dias de amostragem de resíduo sólido domiciliar em Campinas, observou-se a presença do componente matéria orgânica prevalecendo sobre todas as outras categorias de material, exceto no dia da amostra 7, quando foi recolhida grande quantidade de resíduo de jardim (47,3 kg), o equivalente a 43% do total da amostra diária (110 kg).

Para o material classificado nas categorias embalagem cartonada, outros resíduos, têxtil, madeira, metal, vidro, plástico e papel, a taxa média de geração é similar no decorrer dos 16 dias de caracterização, inferior a 0,50 kg.

Na Figura 6.6, os resultados das taxas médias de geração diária destes materiais são intencionalmente apresentados sobrepostos para demonstrar que, devido à sua pequena participação em massa no total de resíduo amostrado, a variação de produção é pouco perceptível, se comparada com as demais categorias de resíduo.

Avaliando-se a taxa média de geração do resíduo sólido por dia de amostra, percebe-se que no decorrer do ano, em Barão Geraldo, a produção de resíduo variou significativamente, entre 2 e 6 kg por domicílio, com pico de produção nas amostras 13 e 14, como pode ser visualizado na Figura 6.6.

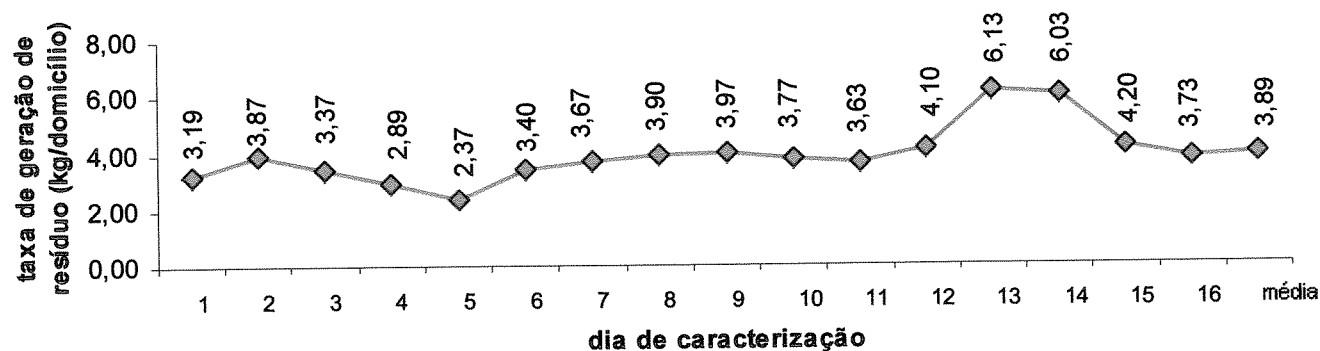


Figura 6.6 Taxa média de geração de resíduo, por domicílio, por dia de amostra em Barão Geraldo, para o total de resíduo amostrado em 2003 (kg)

Os picos de produção de resíduo nas amostras 13 e 14 podem ser explicados principalmente pelo fato de que havia grande quantidade de matéria orgânica nestes dias de caracterização. O total de matéria orgânica das amostras 13 e 14 (365 kg) representa 19,6% do total desta categoria de material na amostra de Barão Geraldo.

Na amostra 13, a matéria orgânica (83,6 kg) correspondeu a 45,4% do total de resíduo (184 kg). Outra categoria de material que contribuiu para o pico de produção de resíduo foi a grande quantidade de resíduo de jardim (61 kg). Nas 16 amostras foram coletados 266,32 kg desse resíduo, correspondendo a 22,9% do total coletado e 33,2% do total diário (184 kg).

Na amostra 14 observou-se que a matéria orgânica representou 49,2% (89 kg) do total de material amostrado (181 kg). Nesta amostra, também foi alto o índice de resíduo perigoso (35,1 kg), correspondendo a 19,4% do total amostrado (181 kg).

Buscando-se avaliar comparativamente os resultados da amostragem com os dos dados oficiais referentes à quantidade em percentual de resíduo sólido coletado, optou-se por agrupar os dados por estações do ano (Figura 6.7).

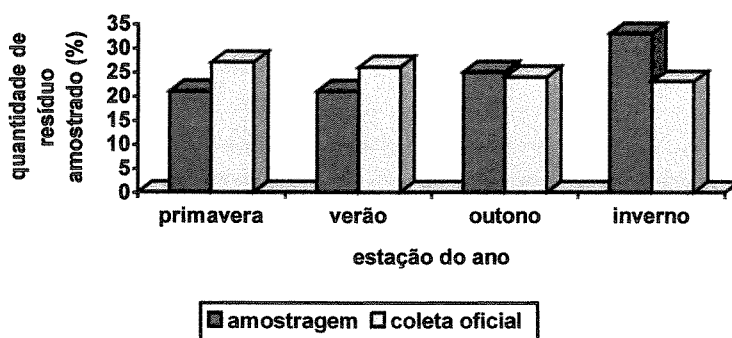


Figura 6.7 Produção de resíduo em Campinas. Comparação entre coleta oficial e amostragem em Barão Geraldo (2003)

Foram calculados os números da coleta por estação do ano (para o período de outubro de 2002 até setembro de 2003, que equivale ao de amostragem - Tabela 5.1; Capítulo 5). Para os dados da amostragem, cada quatro amostras correspondem a uma estação do ano, começando pela primavera e terminando no inverno. A necessidade de agrupar os dados deve-se ao emprego de diferentes variáveis temporais na apresentação de resultados do DLU/PMC de 2004 (em base mensal) e na amostragem (por dia de caracterização).

O maior índice de produção de resíduo no inverno pode ser explicado pelo fato de que, entre as amostras coletadas nesse período (amostras 13 a 16, Tabela 6.3), duas foram atípicas (amostras 13 e 14), já que a quantidade de resíduo coletado nos dois dias (365 kg) corresponderam a 16,4% do total de resíduo coletado nas 16 amostras (1.866 kg).

6.1.2 Resultados da amostragem de resíduo em Barão Geraldo por classe social

Para a correlação dos resultados sobre a produção de resíduo por classe social no distrito de Barão Geraldo, foi necessário tomar como base as informações sobre renda mensal do chefe de família referentes ao município de Campinas como um todo, tendo em vista a inexistência de dados consolidados específicos ao distrito.

De acordo com o critério rendimento médio mensal do chefe de família, verificou-se que em Campinas 7% da população pertenciam à classe A, 11% constituíam a classe B e 82% da população pertenciam à classe C. Foi considerado o fator rendimento mensal nominal para avaliar a constituição das classes sociais das pessoas residentes no município de Campinas, em salário mínimo, com base em dados divulgados em IBGE (2004a).

Com base nos dados sobre as classes sociais que constituem a população municipal e nos resultados da caracterização de resíduo em Campinas, é possível fazer a correlação dos dados permitindo a análise da produção e composição do resíduo considerando a representatividade por classe social.

A partir da correlação dos resultados da amostragem por classe social, obteve-se o resultado de 543,3 kg de resíduo sólido, dividindo-se este valor por 480 (número de amostras coletadas), obtendo-se a taxa de geração de resíduo sólido por domicílio = 1,1 kg/domicílio/dia, aproximadamente.

Na Tabela 6.4 é apresentado o resultado da produção de resíduo por classe social. A correlação é obtida agrupando-se os resultados obtidos na caracterização por classe social e aplicando-se a equação:

$$[\Sigma \text{ do resíduo sólido coletado em Campinas} = ((\Sigma A * 7) + (\Sigma B * 11) + (\Sigma C * 82)) / 100]$$

Onde:

A = fração da população municipal pertencente à classe A,

B = fração da população municipal pertencente à classe B,

C = fração da população municipal pertencente à classe C.

Tabela 6.4 Resultados da amostragem de resíduo sólido domiciliar em Barão Geraldo – Campinas. Valores em kg. Categoria de material por classe social (2003)

MATERIAL	RESÍDUO AMOSTRADO				PONDERAÇÃO POR CLASSE SOCIAL			
	Classe A	Classe B	Classe C	Total amostrado	Classe A	Classe B	Classe C	Total ponderado por classe social
PAPEL								
Papelão	40,15	24,05	24,05	88,26	2,81	2,65	19,72	25,18
Jornal	21,92	4,72	2,92	29,56	1,53	0,52	2,39	4,45
Revistas	9,23	3,63	3,13	15,98	0,65	0,40	2,57	3,61
Outros reciclável	17,00	13,40	10,70	41,10	1,19	1,47	8,77	11,44
Não reciclável	5,80	3,00	1,70	10,49	0,41	0,33	1,39	2,13
Total PAPEL	93,79	49,49	42,19	185,46	6,57	5,44	34,60	46,60
METAL					0,00	0,00	0,00	
Alumínio	5,10	1,30	1,40	7,80	0,36	0,14	1,15	1,65
Reciclável	11,98	5,48	6,98	24,45	0,84	0,60	5,72	7,17
Não reciclável	0,00	0,00	0,60	0,61	0,00	0,00	0,49	0,50
Total METAL	17,09	6,79	9,09	32,96	1,20	0,75	7,45	9,39
VIDRO								
Reciclável	34,89	20,59	13,39	68,86	2,44	2,26	10,98	15,68
Não reciclável	6,48	0,28	0,28	7,05	0,45	0,03	0,23	0,72
Total VIDRO	41,37	20,87	13,67	75,90	2,90	2,30	11,21	16,40
PLÁSTICO					0,00	0,00	0,00	
PET	10,74	5,24	6,84	22,82	0,75	0,58	5,61	6,94
PEAD	17,37	16,77	13,37	47,52	1,22	1,84	10,96	14,03
PVC	0,15	0,15	2,10	2,41	0,01	0,02	1,72	1,75
PEBD	8,30	5,10	5,70	19,11	0,58	0,56	4,67	5,82
PP	4,74	2,84	1,84	9,42	0,33	0,31	1,51	2,15
PS	3,16	2,26	2,26	7,67	0,22	0,25	1,85	2,32
Outros	0,40	0,60	0,60	1,60	0,03	0,07	0,49	0,59
Não reciclável	0,51	0,51	0,61	1,62	0,04	0,06	0,50	0,59
Total PLÁSTICO	46,31	34,51	31,31	112,12	3,24	3,80	25,67	32,71
EMB. CARTONADA	9,68	7,78	6,98	24,44	0,68	0,86	5,72	7,26
MADEIRA	1,33	2,73	6,93	11,00	0,09	0,30	5,68	6,08
MATÉRIA ORGÂNICA								0,00
Desperdício de compra	39,58	23,08	26,08	88,75	2,77	2,54	21,39	26,70
Desp de preparo (cru)	12,74	12,34	14,34	39,42	0,89	1,36	11,76	14,01
Desp de preparo (cozido)	38,68	21,68	22,68	83,05	2,71	2,38	18,60	23,69
Desperdício de consumo	25,64	19,54	21,94	67,13	1,79	2,15	17,99	21,94
Demais	249,66	157,16	152,96	559,79	17,48	17,29	125,43	160,19
Total MAT.ORG.	366,29	233,79	237,99	838,06	25,64	25,72	195,15	246,51
PERIGOSOS								
Patogênicos	100,47	62,47	109,47	272,42	7,03	6,87	89,77	103,67
Pilhas	0,00	0,80	0,00	0,80	0,00	0,09	0,00	0,09
Saúde	0,04	2,04	0,24	2,33	0,00	0,22	0,20	0,43
Químicos	10,47	3,27	3,67	17,40	0,73	0,36	3,01	4,10
Lâmpada	0,20	0,00	0,10	0,30	0,01	0,00	0,08	0,10
Total PERIGOSOS	118,54	61,24	113,44	293,22	8,30	6,74	93,02	108,06
TEXTIL	3,41	4,91	6,21	14,52	0,24	0,54	5,09	5,87
RESÍD. DE JARDIM	53,45	165,45	47,45	266,36	3,74	18,20	38,91	60,85
OUTROS RESÍDUOS	8,33	2,73	3,53	14,58	0,58	0,30	2,89	3,77
Somatório da classe	756,49	591,09	518,69	1.866,27	52,95	65,02	425,33	543,30

Na sequência, é apresentada a comparação entre a taxa de geração de resíduo sólido domiciliar amostrado e as quantidades de resíduo produzidas nos 283.446 domicílios de Campinas (IBGE, 2004a), apresentadas nos capítulos 4 e 5 desta tese. Partindo-se dos números da CETESB (2004), apresentados no capítulo 4, em Campinas, são produzidas/coletadas 687,6 t/dia de resíduo doméstico, o que resulta em uma taxa média de geração de 2,4 kg por domicílio. Com base nos dados oficiais da PMC (capítulo 5), são produzidas em média 641t/dia de resíduo sólido, o que corresponde a uma taxa de geração de 2,2 kg/domicílio/dia. Verifica-se que a taxa de geração de resíduo sólido domiciliar resultante dos dados da amostragem é inferior às resultantes dos dados do DLU/PMC (2004) e da CETESB (2004), como mostrado na Figura 6.8.

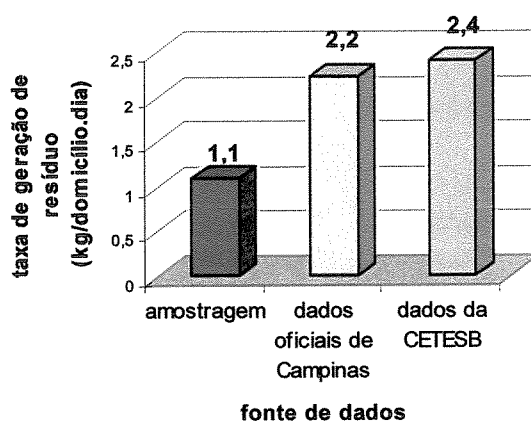


Figura 6.8 Taxa de geração diária por domicílio de resíduo sólido em Barão Geraldo

A significativa diferença entre as taxas de geração de resíduo sólido domiciliar (diária por domicílio) pode ser atribuída à utilização de diferentes fontes de geração de resíduo como referência para cômputo da quantidade de material coletado pelas seguintes razões:

- o resíduo coletado na amostragem é composto exclusivamente de material gerado em locais com característica de ocupação residencial; e,
- no total de resíduo sólido recolhido pela empresa responsável pela coleta em Campinas e dos valores publicados pela CETESB (2004), pode constar resíduo proveniente de diferentes fontes de geração, o que resultaria em aumento da quantidade coletada de resíduo. Esta afirmação fundamenta-se no conceito de resíduo sólido domiciliar empregado pela CETESB (1997), definido como os resíduos produzidos em residências, estabelecimentos comerciais, prestadores de serviços públicos e similares.

Como suposto na definição da metodologia de amostragem de resíduo apresentada no Capítulo 3, considerando-se o mesmo número de amostra para cada classe social, a composição do resíduo sólido domiciliar é diferenciada nas distintas classes sociais, como pode ser visualizado na Figura 6.9.

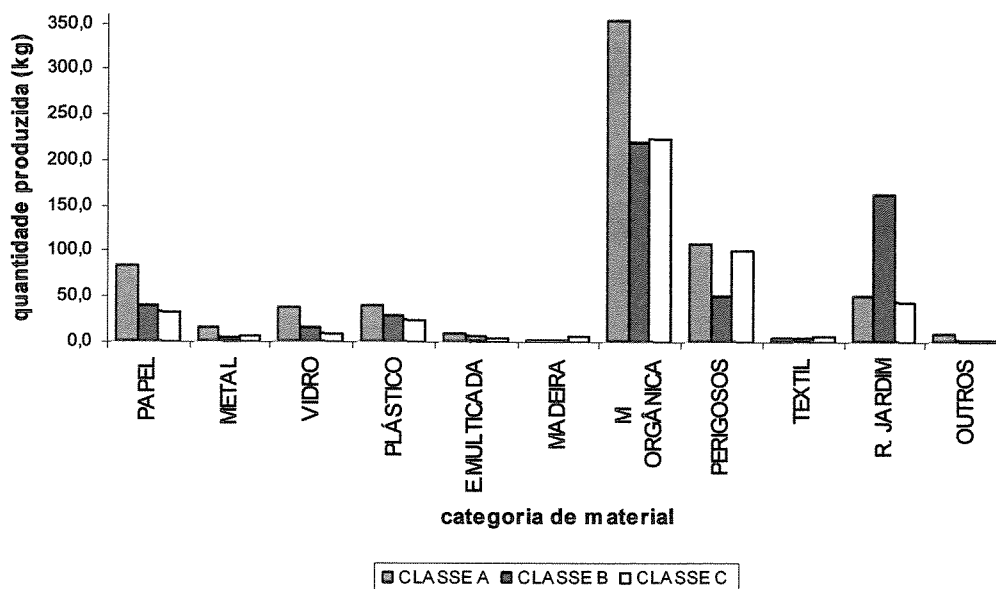


Figura 6.9 Composição do resíduo sólido domiciliar amostrado em Barão Geraldo, por classe social (2003)

Verificou-se que a classe A produz mais resíduo que as classes B e C. A exceção é que, na classe B, é produzida maior quantidade de resíduo de jardim e, na classe C, mais madeira. Estas exceções podem ser atribuídas aos seguintes fatores:

- na classe B é produzida maior quantidade de resíduo de jardim que na classe A. Esta diferença pode ser justificada a partir da observação das características dos domicílios amostrados: os de classe A localizavam-se num condomínio fechado, onde a jardinagem em frente ao domicílio (calçada) era atribuição do condomínio e o resíduo resultante não era depositado junto ao do domicílio; nos domicílios de classe B, também caracterizados pela existência de vastas áreas de jardim, o resíduo da jardinagem era armazenado para ser coletado como resíduo domiciliar;

- a quantidade de resíduo de madeira presente no resíduo produzido pela população de classe C pode ser atribuída ao fato de esta categoria de material ter pequena participação no

montante de resíduo (11 kg), correspondendo a 0,6% do total de resíduo amostrado (1866,27 kg) tornando facilmente perceptível qualquer variação.

Na Figura 6.10 são apresentados os valores percentuais referentes à composição do resíduo sólido domiciliar amostrado em Barão Geraldo. Assumiu-se como verdadeiros os resultados do ajuste da correlação entre os resultados da amostragem de resíduo no Distrito de Barão Geraldo e as frações da população residente por classe social em Campinas (Tabela 6.4).

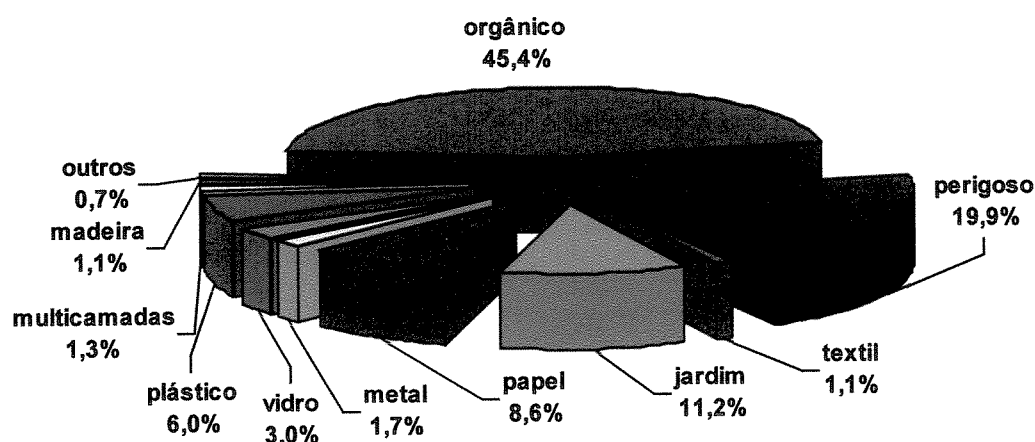


Figura 6.10 Composição do resíduo de Barão Geraldo considerando a ponderação por classe social (2003)

O principal componente do resíduo potencialmente descartado em Barão Geraldo (543,30 kg) é a matéria orgânica (246,51 kg), seguida por resíduo perigoso (108,06 kg) e resíduo de jardim (60,85 kg).

Do material definido, nesta tese, como tradicionalmente reciclável, predomina o descarte de papel sobre os demais materiais (46,60 kg de papel; 32,71 kg de plástico; 16,40 kg de vidro; e 9,39 kg de metal), perfazendo um total de 19,3% do total de resíduo amostrado. Estas categorias de material são constituídas basicamente de embalagens de alimentos e de produtos de uso doméstico como higiene pessoal e material de limpeza.

A partir da Figura 6.11 avaliou-se a composição do resíduo produzido em Barão Geraldo relativo ao material que foi caracterizado de forma fracionada em subcategorias.

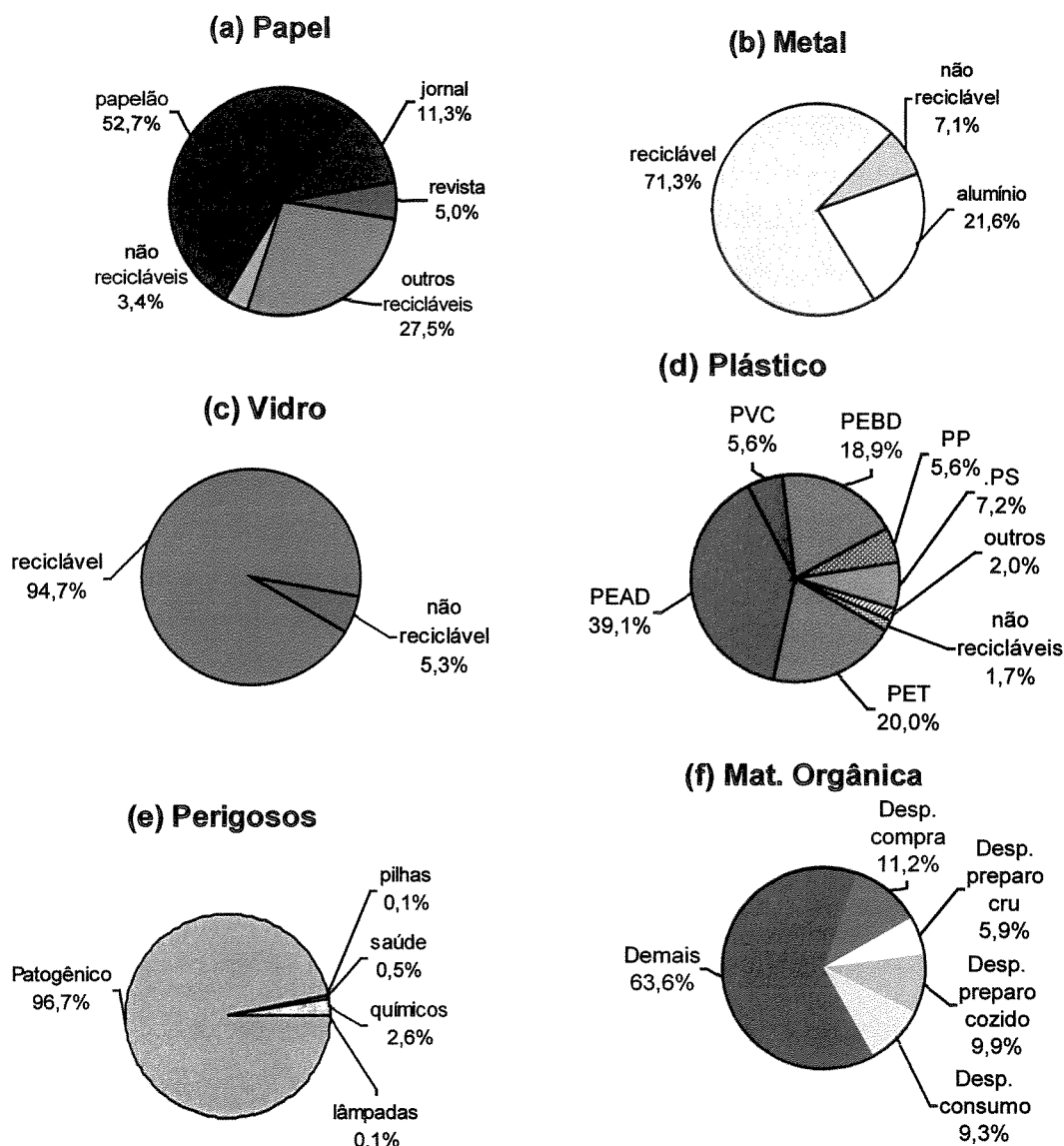


Figura 6.11 Composição final do resíduo de Barão Geraldo - subcategorias em percentual com relação ao total da categoria de material

Na caracterização do resíduo sólido domiciliar de Barão Geraldo verificou-se que significativa parcela do material tradicionalmente reciclável apresenta condição técnica de reciclagem. Das subcategorias deste material, constatou-se que: entre os papéis, há predominância de papelão (52,7%), sucedida por outros papéis recicláveis (27,5%); entre os vidros (94,7%) e metais (93%), grande fração é reciclável; e, entre os plásticos, há predominância de PEAD (39,1%), seguida por PET (20%).

Entre o material classificado como resíduo perigoso, prevalece a geração de resíduo patogênico (96,7%), sucedido por resíduos químicos (2,8%).

Do total de material classificado como matéria orgânica, a subcategoria que apresenta maior quantidade é a do resíduo classificado como “demais” (63,6%). Nesta categoria, está incluído o material que não foi classificado como desperdício (o resíduo inevitável, como casca de frutas, caroços e material de identificação duvidosa como desperdício). Dentre os desperdícios, predomina o de compra (11,1%) seguido por de preparo cozido (9,9%).

Na seqüência, é apresentada uma análise comparativa entre os resultados da amostragem sobre Barão Geraldo, os dados oficiais divulgados pela Prefeitura Municipal de Campinas (PMC, 1996) e os resultados da pesquisa executada por Teixeira et al. (1999). Para se chegar aos valores apresentados na Figura 6.12, os dados sobre a composição de resíduo sólido domiciliar, resultantes da comparação entre as três fontes de dados mencionadas, foram agrupados da seguinte maneira:

- amostragem da PMC (1996) - na categoria “diversos”, está incluído todo o material não orgânico que não se incluía na categoria reciclável;
- amostragem de Teixeira et al. (1999) - à categoria matéria orgânica, somou-se o percentual de resíduo de jardim, que não foi considerado na caracterização oficial. Aos resultados da categoria diversos, somou-se os totais de madeira, resíduo perigoso e outros resíduos; e,
- amostragem 2002/2003 - à categoria intitulada “diversos”, somou-se o resultado obtido para a madeira, têxtil, resíduo perigoso e outros resíduos.

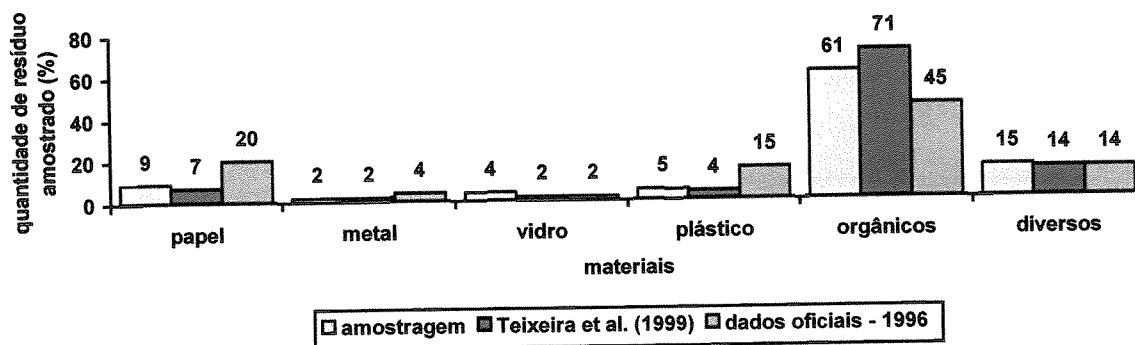


Figura 6.12 Composição do resíduo produzido em Campinas. Comparação entre resultados da amostragem, dados oficiais e da literatura

Observa-se que, de acordo com os dados da PMC (1996), a produção da categoria matéria orgânica é significativamente menor que a resultante dos dados da amostragem (16%) e que a dos publicados por Teixeira et al. (1999) (26%). Esta diferença é justificada pelo fato de que, tanto

em Teixeira et al. (1999) como na amostragem de 2002/2003, a categoria matéria orgânica constitui-se majoritariamente de resíduo de alimentos. Já os dados obtidos junto à PMC contemplam todos os materiais orgânicos que não se incluíam na categoria reciclável.

A diferença de 10% entre a produção de matéria orgânica observada nos resultados da amostragem de 2002/2003 e aquela verificada em Teixeira et al. (1999) pode ser atribuída ao maior percentual de material reciclável encontrado na amostragem de 2002/2003.

Quanto ao material tradicionalmente enviado para a coleta seletiva, isto é, o total de papel, plástico, vidro e metal, percebe-se que há similaridade entre os resultados da amostragem (2002/2003) e os de Teixeira et al. (1999). Na comparação entre a amostragem 2002/2003 e as informações obtidas em PMC (1996) mostra variação significativa, já que, segundo esta fonte, o percentual de recicláveis era de 41% em 1996, e, de acordo com os resultados daquela, esse percentual foi de 21%.

A diferença entre os resultados das duas fontes – PMC (1996) e amostragem de 2002/2003 – pode decorrer da provável intensificação da atividade dos catadores informais, considerando que estes comumente recolhem o resíduo já segregado diretamente no domicílio onde é produzido. Assim, como decorrência da atuação da coleta seletiva informal, a composição do resíduo amostrado nesta tese contém maior parcela de matéria orgânica e menor de resíduo tradicionalmente reciclável.

6.1.3 Avaliação do potencial de minimização para o resíduo amostrado em Barão Geraldo

As possibilidades de redução na produção e reciclagem são avaliadas como potencial de minimização de resíduo sólido domiciliar.

6.1.2.1 Redução da geração

A partir dos resultados da amostragem de resíduo sólido em Barão Geraldo, estimou-se o potencial de redução da geração de resíduo para a fração classificada como matéria orgânica. Supondo-se que, teoricamente, 100% do resíduo classificado como desperdício possa ser reduzido, o potencial de redução máximo é de 16% (86,5 kg) do material amostrado (Figura 6.13).

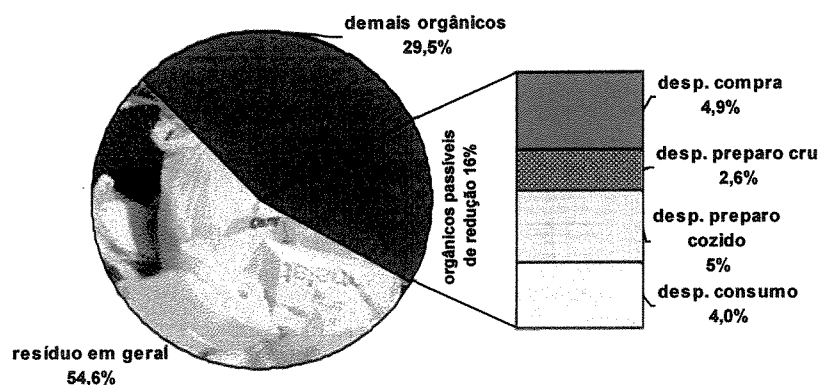


Figura 6.13 Potencial de redução da geração de matéria orgânica do resíduo amostrado em Barão Geraldo, percentual com relação ao total de material descartado

Do total de resíduo classificado como passível de redução (86,5 kg), observou-se que cerca de 30% é descartado nas condições em que foi adquirido, muitas vezes com a embalagem inviolada e dentro do prazo de validade do produto.

Observou-se, entre os produtos descartados no distrito de Barão Geraldo, a presença de grande quantidade de legumes e verduras com condições de consumo. O desperdício no preparo cru correspondeu a 16% do total de desperdício avaliado para o resíduo do distrito.

Percentual similar ao da categoria desperdício na compra foi encontrado para o material classificado na categoria de desperdício no preparo cozido (27% - 23,69 kg). Além dos impactos resultantes do descarte como resíduo, devem ser considerados os consumos de energia para cocção, visto que se trata de alimento preparado (cozido/frito ou assado) antes de ser descartado.

A categoria de material caracterizado como desperdício de consumo representou 24% dos desperdícios em Barão Geraldo. Entre o resíduo classificado nesta categoria, constavam alimentos parcialmente consumidos, principalmente, pão, frutas e restos de alimentos misturados.

6.1.2.2 Reciclagem

Do resíduo amostrado em Barão Geraldo, o potencial de reciclagem é de aproximadamente 19%, como detalhado na Figura 6.14. Analisando-se as categorias de material tradicionalmente reciclável com relação ao total de recicláveis (102,78 kg), o papel corresponde a quase metade do resíduo amostrado (43,5% - 44,68 kg), seguido pelo plástico (32,7% - 33,6 kg), vidro (15,3% - 15,68 kg) e metal (8,6% - 8,82 kg).

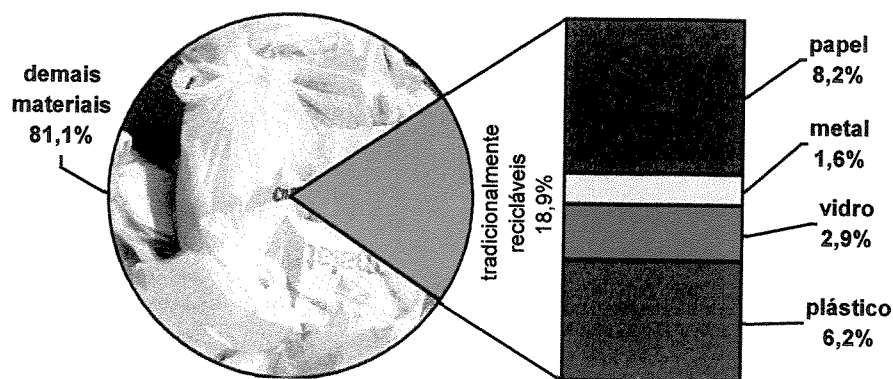


Figura 6.14 Potencial de reciclagem em Barão Geraldo. Percentual de cada categoria de material tradicionalmente reciclável com relação ao total de resíduo produzido (2003)

Atualmente, em torno de 2% do resíduo produzido no município é coletado seletivamente. Assim, pelos resultados da amostragem, existe um potencial teórico máximo de incremento da coleta seletiva de 17%. Portanto, é teoricamente possível ampliar a coleta das atuais 222 t/mês para, aproximadamente, 4.218 t/mês, se todo o resíduo potencialmente reciclável for coletado.

Com base nos resultados da caracterização de resíduo sólido domiciliar em Barão Geraldo, verifica-se que existe um potencial de minimização da quantidade de resíduo de 35% do total gerado (190 kg dos 543,3 kg amostrados), que pode ser obtido pela reciclagem e redução na geração.

6.2 Potencial de minimização do resíduo sólido produzido no município de Valinhos

Para avaliar o potencial de minimização do resíduo sólido a ser disposto em Valinhos, são apresentados e analisados os resultados da amostragem de resíduo no município.

6.2.1 Resultados da caracterização de resíduo sólido em Valinhos: quantidade coletada por dia de amostra

Para a amostragem no município de Valinhos, foram selecionados bairros onde houvesse coleta de resíduo sólido domiciliar às segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras, combinando os critérios de coleta no período matutino e que nos bairros houvesse coleta pelo menos 3 vezes por semana. Os resultados da caracterização de resíduo são apresentados na Tabela 6.5.

Tabela 6.5 Quantidade de resíduo caracterizado por tipo de material. Valores em kg. Somatório dos 30 domicílios por dia de coleta - Valinhos

MATERIAL	Dia de coleta																Total
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	
PAPEL																	
Papelão	1,72	3,19	4,01	4,89	2,75	6,46	6,09	7,43	2,33	0,72	5,54	0,86	2,33	2,43	6,80	1,29	58,84
Jornal	0,74	0,86	5,85	3,52	1,18	4,70	4,89	2,48	1,78	1,30	1,15	0,28	1,78	3,11	1,19	0,72	35,53
Revistas	5,00	0,40	0,00	0,36	0,00	0,00	0,20	1,00	1,36	0,00	0,93	1,36	1,36	0,12	0,00	0,61	12,70
Outros reciclável	17,86	6,84	1,12	1,80	1,49	2,30	2,11	2,16	1,04	0,92	1,80	0,84	1,04	3,41	14,53	1,96	61,22
Não reciclável	0,50	0,04	0,61	0,94	0,77	0,33	0,29	1,82	0,31	0,57	0,79	0,13	0,41	0,18	0,31	0,26	8,26
Total PAPEL	25,82	11,33	11,59	11,51	6,19	13,79	13,58	14,89	6,82	3,51	10,21	3,47	6,92	9,25	22,83	4,84	176,54
METAL																	
Alumínio	0,00	0,00	0,02	0,37	0,27	0,24	0,31	0,58	0,50	0,58	0,23	0,12	0,50	0,21	0,39	0,39	4,72
Reciclável	1,41	1,37	1,30	1,32	1,26	0,59	0,96	1,25	0,60	0,31	1,76	0,47	0,69	0,61	0,31	0,76	14,97
Não reciclável	0,35	0,85	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	2,10
Total METAL	1,76	2,22	1,62	1,69	1,53	0,83	1,27	1,83	1,40	0,89	1,99	0,59	1,49	0,82	0,70	1,15	21,79
VIDRO																	
Reciclável	2,26	1,08	1,74	3,26	2,48	2,60	2,70	6,79	4,04	1,03	13,19	1,60	4,04	1,70	2,93	1,37	52,81
Não reciclável	0,12	3,57	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85
Total VIDRO	2,38	4,65	1,74	3,42	2,48	2,60	2,70	6,79	4,04	1,03	13,19	1,60	4,04	1,70	2,93	1,37	56,66
PLÁSTICO																	
PET	4,45	6,68	0,86	1,55	1,09	1,60	1,64	2,42	1,30	1,04	2,36	0,44	1,36	0,86	1,04	0,72	29,41
PEAD	3,33	0,52	3,66	3,39	1,37	1,60	2,84	5,00	2,43	1,89	2,40	2,76	2,53	1,77	2,15	1,70	39,31
PVC	0,00	0,01	0,00	0,02	0,14	0,10	0,01	0,12	0,21	0,05	0,39	0,00	0,21	0,25	0,00	0,03	1,54
PEBD	3,32	0,52	1,21	1,66	0,92	1,15	1,41	1,54	0,91	0,82	1,83	0,36	0,95	0,72	1,37	0,62	19,28
PP	0,33	0,63	0,21	0,63	0,66	0,77	0,37	0,77	0,19	0,45	0,37	0,10	0,19	0,40	0,35	0,05	6,45
PS	1,06	0,63	0,21	0,35	0,31	0,19	0,7	0,57	0,47	0,32	0,36	0,16	0,47	0,23	0,49	0,25	6,76
Outros	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,58	0,10	0,02	0,27	0,16	0,25	1,49
Não reciclável	1,25	0,79	0,33	0,27	0,15	0,12	0,00	0,00	0,54	0,00	0,00	0,02	0,54	0,02	0,37	0,20	4,60
Total Plástico	13,74	9,77	6,47	7,88	4,64	5,52	6,97	10,49	6,04	4,56	8,29	3,94	6,26	4,52	5,93	3,82	108,83
EMB. CARTONADA	0,00	0,00	0,33	1,48	1,90	1,30	2,80	1,37	0,88	0,46	1,64	0,23	1,00	0,95	1,05	1,02	16,40
MADERA	1,15	6,59	0,12	0,00	1,58	0,07	0,28	0,48	3,50	0,00	0,00	0,00	3,50	0,23	0,00	0,00	17,50
MATÉRIA ORGÂNICA																	
Desperdício de compra	6,96	9,33	7,26	7,48	2,60	2,52	5,84	10,78	4,10	4,57	2,17	7,93	4,10	8,07	3,19	1,81	88,71
Desp de preparo (cru)	4,75	1,89	2,56	4,46	2,26	0,34	1,86	3,64	1,50	2,45	1,48	2,55	1,50	2,41	1,24	3,38	38,27
Desp de preparo (cozido)	3,52	14,88	6,68	10,18	3,02	2,81	4,48	12,45	8,14	5,16	10,21	5,62	8,64	10,92	2,33	7,36	116,39
Desperdício de consumo	5,88	11,18	6,55	1,47	1,98	2,49	3,28	2,10	3,32	4,46	7,11	8,63	3,82	4,95	9,90	5,17	82,29
Demais	37,86	47,62	32,83	35,11	22,07	34,64	34,85	56,46	33,00	29,45	51,86	19,37	33,94	19,53	32,49	21,91	542,99
Total MAT.ORG.	58,97	84,90	55,88	58,70	31,93	42,80	50,31	85,43	50,06	46,09	72,82	44,10	52,00	45,88	49,15	39,63	868,65
PERIGOSOS																	
Patogênicos	12,90	36,43	20,54	12,86	17,10	11,15	21,05	27,81	17,16	10,21	13,62	6,97	19,09	9,75	13,50	17,02	267,16
Pilhas	0,11	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,54
Saúde	0,00	0,21	0,00	0,18	0,00	0,00	0,11	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56
Químicos	0,41	0,13	0,54	0,02	0,42	0,17	0,15	0,40	0,03	0,36	0,51	0,23	0,03	0,26	0,44	0,30	4,40
Lâmpada	0,50	0,00	0,00	0,41	0,00	0,02	0,02	0,14	0,08	0,00	0,00	0,10	0,08	0,00	0,27	0,10	1,72
Total PERIGOSOS	13,92	36,77	21,08	13,55	17,52	11,34	21,58	28,40	17,27	10,60	14,14	7,30	19,20	10,01	14,28	17,42	274,38
TEXTIL	2,07	0,84	1,82	1,04	0,14	0,39	0,54	3,54	2,69	2,01	1,91	1,74	2,69	0,65	0,82	1,11	24,00
RESÍD. DE JARDIM	3,84	14,16	7,02	9,17	2,45	0,00	10,01	6,28	13,78	23,48	5,94	3,51	13,78	5,78	6,34	11,10	136,64
OUTROS RESÍDUOS	26,93	11,83	1,06	2,65	0,26	1,25	0,15	3,42	5,59	1,19	18,46	0,62	5,59	6,07	1,98	0,81	87,86
Total por Amostra	150,58	183,06	108,73	111,09	70,62	79,88	110,18	162,92	112,07	93,82	148,58	67,10	116,47	85,87	106,00	82,27	1.789,25

De acordo com os resultados da caracterização do resíduo sólido domiciliar em Valinhos (1.789,24 kg nas 16 amostras), mostrados na Figura 6.15, a matéria orgânica é o componente que aparece em maior quantidade (48,5%), seguido por resíduo perigoso (15,3%) e papel (9,9%).

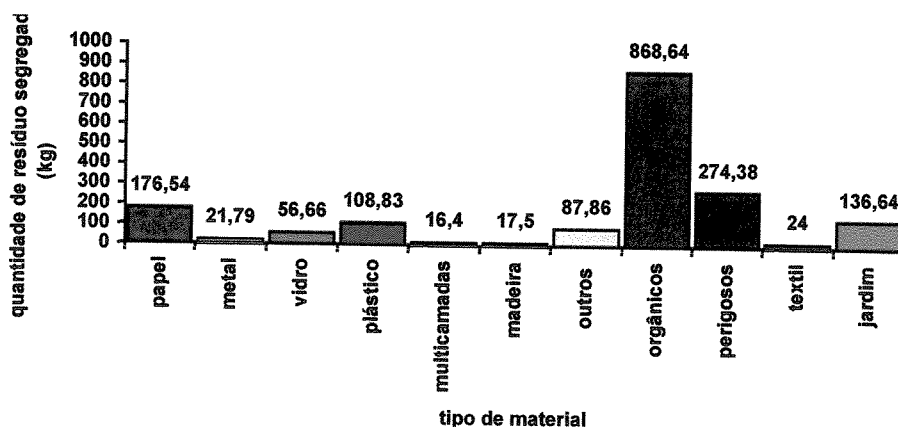


Figura 6.15 Composição do resíduo amostrado em Valinhos, por tipo de material (2003)

Avaliando-se a taxa de geração (kg por dia de caracterização) de resíduo sólido domiciliar em Valinhos, verifica-se que, no decorrer do período de amostragem, houve variação entre 2,35 e 6,10 kg por domicílio, com picos de produção dos dias 2, 8 e 11, como mostrado na Figura 6.16.

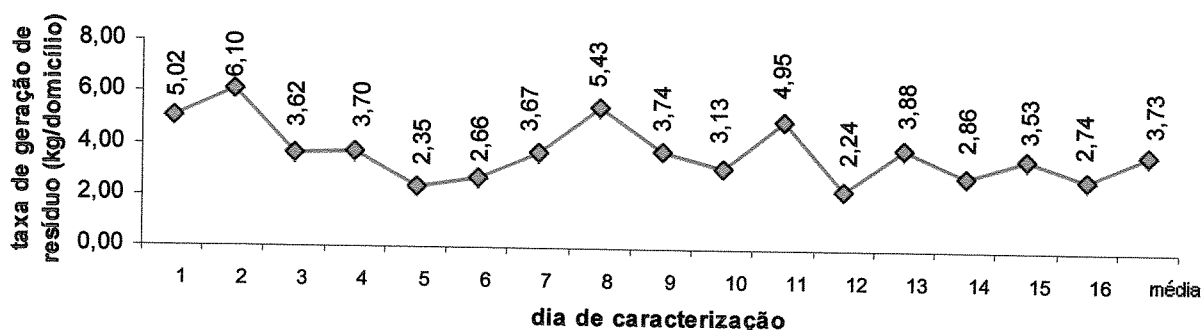


Figura 6.16 Taxa de geração de resíduo em Valinhos para o total de resíduo amostrado (2003) (kg por domicílio, por dia de amostra)

Na Figura 6.17 é apresentada a taxa média de geração de resíduo sólido em Valinhos para cada categoria de material. Aparentemente, as categorias de material que aparecem em maior quantidade (matéria orgânica de 1,0 a 2,8 kg/domicílio, resíduo de jardim de 0 a 0,78 kg/domicílio e resíduo perigoso de 0,2 a 1,2 kg/domicílio) são as que apresentam maior variação de produção no decorrer dos 16 dias. O material classificado nas categorias embalagem

cartonada, outros resíduos, têxtil, madeira, metal, vidro e plástico apresentam taxa média de geração similar inferior a 0,50 kg no decorrer dos 16 dias de caracterização.

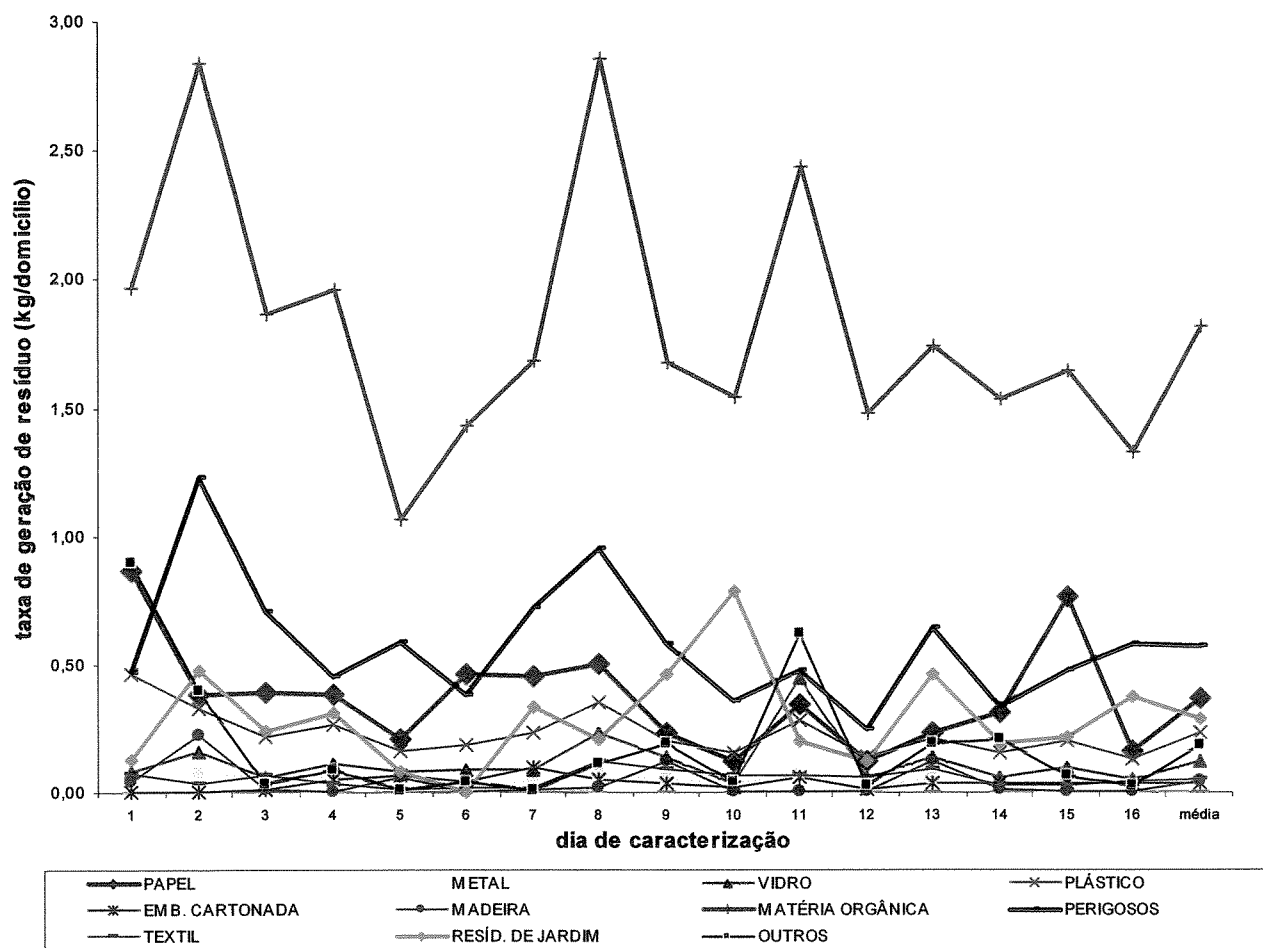


Figura 6.17 Taxa média de geração de resíduo (kg/domicílio/amostra) em Valinhos, por categoria de resíduo amostrado

Pode-se observar que, nas amostras 2, 8 e 11, caracterizadas por picos de produção de resíduo, houve significativo aumento da quantidade de matéria orgânica e resíduo perigoso. As quantidades das outras categorias de resíduo descartado também oscilaram entre as 16 amostras, mas, devido à sua pequena participação em massa no montante de resíduo, a variação é pouco perceptível.

Do mesmo modo que no município de Campinas, buscando-se comparar os resultados da amostragem com dados oficiais sobre a quantidade de resíduo sólido coletado em Valinhos, optou-se por agrupar os dados por estações do ano. Foram calculados os números da coleta por

estação do ano (para o período de outubro de 2002 a setembro de 2003, que equivale ao de amostragem - Capítulo 5) e, para os dados da amostragem, cada 4 amostras correspondem a uma estação do ano, começando pela primavera e terminando no inverno (Figura 6.18).

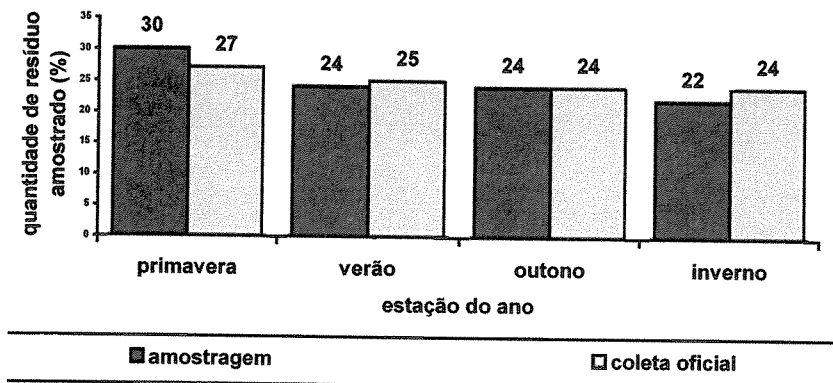


Figura 6.18 Produção de resíduo, comparação entre coleta oficial e amostragem

Entre os resultados da amostragem e os dados oficiais há pequena variação na primavera (3%), verão (1%) e inverno (2%).

Esta variação pode ser justificada da seguinte forma: maior quantidade de resíduo nos dados resultantes da amostragem na primavera: como verificado na Tabela 6.5, no dia de coleta da amostra 2, foi obtida quantidade atípica de resíduo (183,06 kg), equivalente a 10,2% do total de resíduo coletado no município.

6.2.2 Resultados da amostragem de resíduo sólido em Valinhos por classe social

De acordo com o critério renda, verifica-se que 6% da população pertence à classe A, 9% constituem a classe B e 85% da população pertence à classe C (IBGE, 2004a).

Na Tabela 6.6 são apresentados os resultados da caracterização de resíduo no município de Valinhos resultante da correlação dos dados por classe social. A correlação é obtida agrupando-se os resultados obtidos na caracterização por classe social e aplicando-se a equação:

$$[\Sigma \text{ do resíduo sólido coletado em Valinhos} = ((\Sigma A * 6) + (\Sigma B * 9) + (\Sigma C * 85)) / 100]$$

Onde:

A = fração da população municipal pertencente à classe A,

B = fração da população municipal pertencente à classe B,

C = fração da população municipal pertencente à classe C.

Tabela 6.6 Resultados da amostragem de resíduo sólido domiciliar em Valinhos. Valores em kg. Categoria de material por classe social (2003)

MATERIAL	RESÍDUO AMOSTRADO				PONDERAÇÃO POR CLASSE SOCIAL			
	Classe A	Classe B	Classe C	Total amostrado	Classe A	Classe B	Classe C	Total ponderado por classe social
PAPEL								
Papelão	35,2	7,2	16,2	58,6	2,11	0,65	13,77	16,5
Jornal	26,4	1,6	6,5	34,6	1,58	0,14	5,53	7,3
Revistas	8,8	0,0	4,1	12,9	0,53	0,00	3,49	4,0
Outros reciclável	36,9	9,7	13,4	60,0	2,21	0,87	11,39	14,5
Não reciclável	4,2	2,0	2,0	8,2	0,25	0,18	1,70	2,1
Total PAPEL	111,6	20,5	42,2	174,3	6,70	1,85	35,87	44,4
METAL								
Alumínio	2,8	1,0	0,9	4,7	0,17	0,09	0,77	1,0
Reciclável	8,3	4,0	6,5	18,8	0,50	0,36	5,53	6,4
Não reciclável	5,6	3,0	5,6	14,1	0,34	0,27	4,76	5,4
Total METAL	16,7	7,9	13,0	37,6	1,00	0,71	11,05	12,7
VIDRO								
Reciclável	37,3	5,5	8,9	51,7	2,24	0,50	7,57	10,3
Não reciclável	3,5	0,0	0,3	3,8	0,21	0,00	0,26	0,4
Total VIDRO	40,8	5,5	9,2	55,5	2,45	0,50	7,82	10,7
PLÁSTICO								
PET	14,8	7,9	6,8	29,5	0,89	0,71	5,78	7,4
PEAD	16,5	8,8	12,5	37,8	0,99	0,79	10,63	12,4
PVC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0
PEBD	7,3	3,7	8,0	18,9	0,44	0,33	6,80	7,5
PP	2,0	1,8	2,6	6,4	0,12	0,16	2,21	2,5
PS	3,6	1,8	1,4	6,8	0,22	0,16	1,19	1,6
Outros	0,7	0,1	0,7	1,5	0,04	0,01	0,60	0,6
Não reciclável	2,3	0,4	2,0	4,7	0,14	0,04	1,70	1,9
Total PLÁSTICO	47,1	24,4	34,0	105,5	2,83	2,20	28,90	33,9
EMB. CARTONADA	7,4	3,7	5,0	16,1	0,44	0,33	4,25	5,0
MADEIRA	8,7	6,8	1,8	17,3	0,52	0,61	1,53	2,7
MATÉRIA ORGÂNICA								
Desperdício de compra	39,2	25,1	25,6	89,9	2,35	2,26	21,76	26,4
Desp de preparo (cru)	18,8	9,3	9,5	37,6	1,13	0,84	8,08	10,1
Desp de preparo (cozido)	34,5	39,1	35,2	108,8	2,07	3,52	29,92	35,5
Desperdício de consumo	34,0	22,4	24,5	80,9	2,04	2,02	20,83	24,9
Demais	201,6	179,5	165,0	546,1	12,10	16,16	140,25	168,5
Total MAT.ORG.	328,1	275,3	259,8	863,3	19,69	24,78	220,83	265,3
PERIGOSOS								
Patogênicos	80,6	82,9	105,1	268,7	4,84	7,46	89,34	101,6
Pilhas	0,3	0,2	0,0	0,5	0,02	0,02	0,00	0,1
Saúde	0,3	0,1	0,1	0,6	0,02	0,01	0,09	0,1
Químicos	1,9	1,5	1,0	4,3	0,11	0,14	0,85	1,1
Lâmpada	1,5	0,1	0,1	1,7	0,09	0,01	0,09	0,2
Total PERIGOSOS	84,7	84,8	106,3	275,8	5,08	7,63	90,36	103,1
TEXTIL	3,6	3,0	16,2	22,8	0,22	0,27	13,77	14,2
RESÍD. DE JARDIM	56,9	65,5	11,3	133,7	3,41	5,90	9,61	18,9
OUTROS RESÍDUOS	29,0	27,3	31,2	87,5	1,74	2,46	26,52	30,7
Somatório da classe	734,6	524,8	529,86	1.789,3	44,08	47,23	450,38	541,69

Avaliando-se o resíduo sólido domiciliar produzido no município de Valinhos, considerando apenas os resultados da amostragem, ou seja, sem a correlação entre produção de resíduo e a representatividade da classe social no município, verifica-se que a composição do resíduo varia de acordo com a classe social amostrada, como mostrado na Figura 6.19.

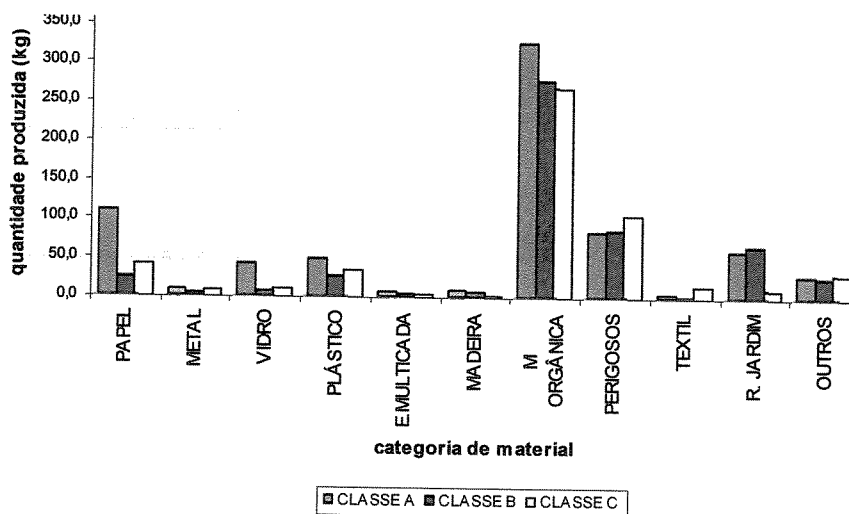


Figura 6.19 Composição do resíduo sólido domiciliar produzido no município de Valinhos, por classe social amostrada (2003)

Observa-se que a produção de resíduo na classe A predomina sobre as classes B e C, exceto nas categorias de material classificado como resíduo têxtil e jardim. Estas diferenças de composição do resíduo amostrado por classe social podem ser assim explicadas:

- maior produção de resíduo têxtil na classe C - a participação desta categoria de resíduo (0,9% ou 16,7 kg) com relação ao total amostrado (1.789,30 kg) pode ser atribuída ao fato de que, na amostra 8 (Tabela 6.5), havia 2,8 kg de resíduo têxtil (roupas usadas) em apenas um domicílio de classe C;

- o resíduo de jardim é produzido em maior quantidade pela população de classe B – do mesmo modo que no município de Campinas, o local de coleta de amostras da classe A era um condomínio, e nas residências de classe B existiam amplas áreas de jardim, cujo resíduo era depositado nos domicílios para serem recolhidos pela coleta oficial.

A taxa de geração diária de resíduo sólido domiciliar, em Valinhos, de aproximadamente 1,13 kg/domicílio/dia, foi obtida dividindo-se o valor correspondente ao total de resíduo produzido pelas três classes sociais consideradas no estudo (541 kg), pelo número de amostras coletadas (480). De acordo com os dados da CETESB (2004), apresentados no Capítulo 4, são

coletadas diariamente 33 t/dia de resíduo, o que potencializa uma taxa de geração de 1,4 kg por domicílio. Com base nos dados oficiais (Capítulo 5), a produção média diária de resíduo sólido de Valinhos é de 59,16 t/dia, o que corresponde a uma taxa de geração de 2,5 kg/domicílio/dia.

A taxa de geração resultante da amostragem é inferior à obtida a partir dos dados da CETESB e à resultante do cálculo embasado nos dados oficiais de Valinhos (Figura 6.20).

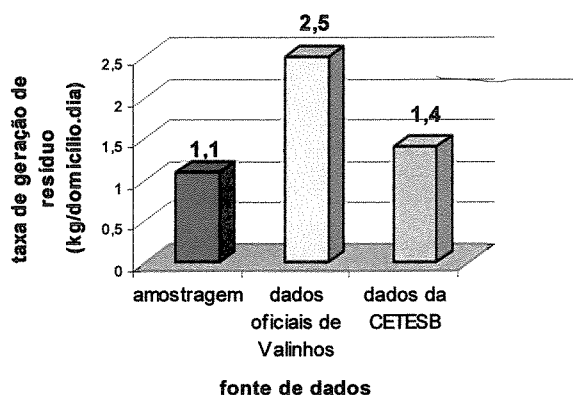


Figura 6.20 Taxa de geração de resíduo sólido domiciliar em Valinhos (2003)

A partir dos resultados apresentados na Tabela 6.6, foi elaborada a Figura 6.21, na qual é mostrada a composição resultante do ajuste da correlação entre total de resíduo amostrado e predominância de cada classe social no município. Verifica-se que, em Valinhos, a matéria orgânica é o principal componente descartado, seguida por resíduo perigoso e papel.

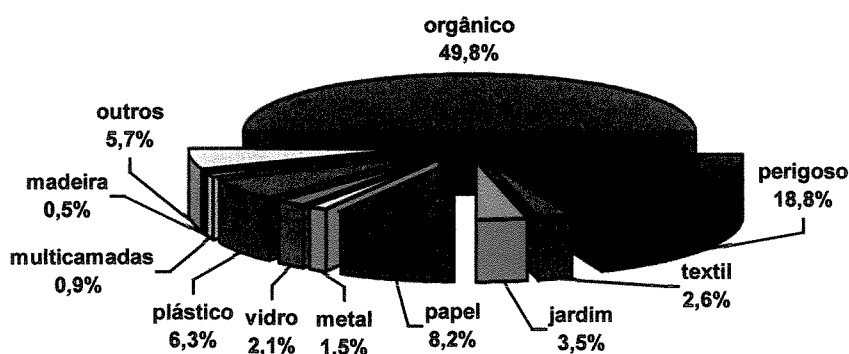


Figura 6.21 Composição do resíduo amostrado em Valinhos – considerando a ponderação por classe social (2003)

A partir da Figura 6.22, avaliou-se a composição do resíduo amostrado em Valinhos, por subcategorias de material (a, b, c, d, e, f).

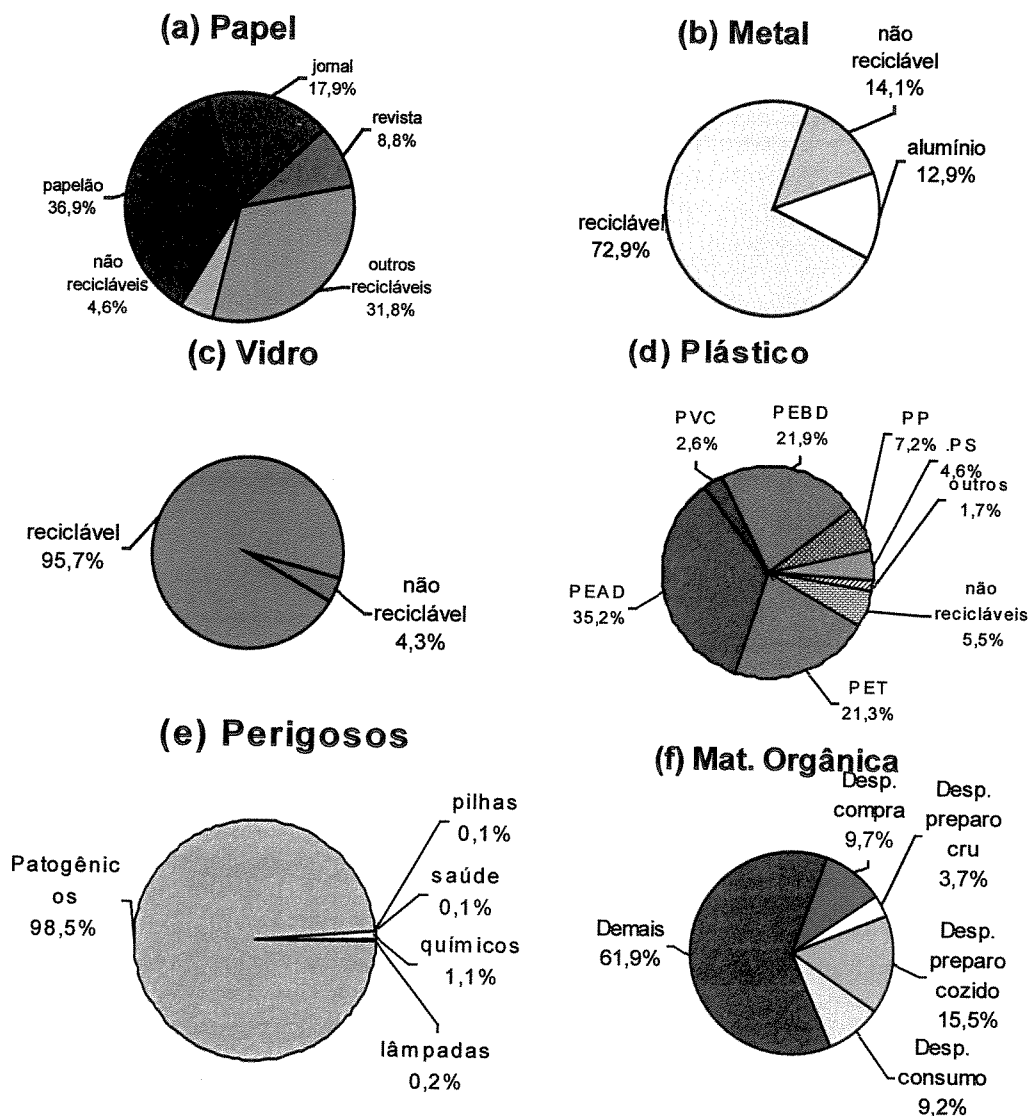


Figura 6.22 Composição do resíduo amostrado Valinhos. Subcategorias em percentual com relação ao total da categoria de material

Para o resíduo classificado como tradicionalmente reciclável, a fração de material com condições técnicas de reciclagem supera o não reciclável (reciclável: papel - 95,4%; plástico - 94,5%; metal - 95,7%, vidro - 95,7%). Detalhando-se os resultados para o resíduo que foi avaliado fracionado em subcategorias, observou-se que: na categoria papel, predomina o papelão (36,9 %), sucedido por outros papéis recicláveis (31,8%); na categoria plástico, o que apareceu em maior quantidade foi o PEAD (35,2%) e o PEBD (20,9%).

Na composição do resíduo classificado como perigoso predomina o material denominado de patogênico (98,5% do total).

O total de matéria orgânica amostrada em Valinhos é predominantemente composto pela subcategoria do material classificado como “demais matérias orgânicas” (61,9%), sucedida pela subcategoria de resíduo triado como desperdício no preparo cozido (15,5%).

6.2.2 Avaliação do potencial de minimização para o resíduo sólido amostrado em Valinhos

Do mesmo modo em que foi avaliado o potencial de minimização do resíduo de Barão Geraldo, para Valinhos serão analisados os resultados apresentados na Tabela 6.6 por meio das possibilidades de redução na produção e da reciclagem.

6.2.2.1 Redução da geração

Supondo-se que, do total de matéria orgânica presente no resíduo amostrado em Valinhos, todo o material classificado como desperdício possa deixar de ser descartado, o potencial teórico de redução é de 16,4%. O potencial por categoria de desperdício é explicitado na Figura 6.23.

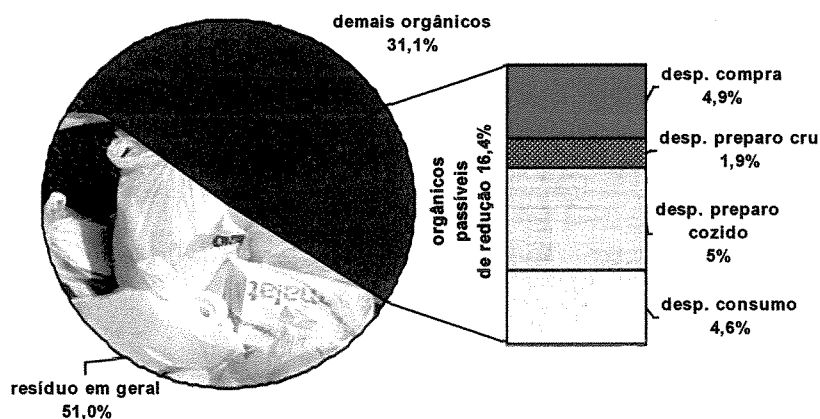


Figura 6.23 Potencial de redução de matéria orgânica do resíduo amostrado em Valinhos, percentual com relação ao total de material descartado

Do total de resíduo classificado como passível de redução em Valinhos (96,9 kg), ou seja, entre o material classificado como desperdício, o que apresentou maior quantidade foi o de desperdício no preparo cozido (37% - 35,5 kg). Como já afirmado, aos danos ambientais relacionados ao resíduo, somam-se os impactos energéticos resultantes do preparo destes alimentos.

O desperdício na compra constitui a segunda categoria de desperdício do resíduo em Valinhos. Observou-se que, em torno de 27% (26,4 kg) do desperdício refere-se a produtos descartados nas condições em que foram adquiridos, muitas vezes com a embalagem inviolada e dentro do prazo de validade do produto (por exemplo, embalagem de feijão e legumes inteiros).

A categoria de material caracterizado como desperdício de consumo, terceira em quantidade no município, representou 24% do desperdício. Entre estes resíduos, constavam alimentos parcialmente consumidos, principalmente pedaços de sanduíche, pão, frutas (especialmente maçã e banana) e restos de alimentos misturados.

Observou-se também, entre os produtos descartados, a presença de significativa quantidade de legumes e verduras (tomates, couve, cenoura e abóbora) em condições de consumo. O desperdício no preparo cru correspondeu a 10% (10,1 kg) do total de desperdício avaliado para o resíduo do distrito.

6.2.2.2 Reciclagem

A categoria do material tradicionalmente reciclável corresponde a 17% do resíduo triado em Valinhos, como mostrado na Figura 6.24.

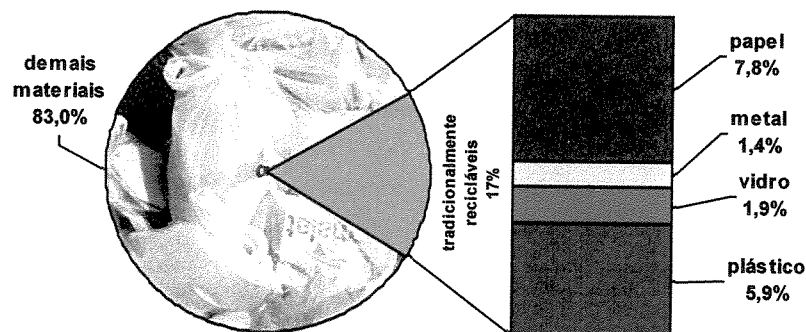


Figura 6.24 Composição do resíduo amostrado em Valinhos. Percentual de cada categoria de material tradicionalmente reciclável com relação ao total de resíduo produzido (2003)

Analisando-se as categorias de material tradicionalmente reciclável com relação ao total de reciclável do resíduo sólido amostrado (92 kg), o metal aparece em menor proporção (8% - 7,4 kg), precedido por vidro (10,3% - 11,2 kg), plástico (34,8% - 32 kg) e papel (46% - 42,3 kg).

Cabe destacar, com relação à qualidade do material potencialmente reciclável presente no resíduo amostrado, que o papel, plástico, metal e vidro analisados dificilmente poderiam vir a ser reciclados nas condições em que foram descartados/coletados. Ou seja, por serem descartados/coletados misturados, junto aos demais materiais, incluindo resíduo perigoso, particularmente o patogênico, e matéria orgânica, o material apresentava péssimas condições de higiene, o que resultou em difícil condição de segregação. Esta condição, provavelmente, foi agravada devido ao fato da coleta de resíduo ter sido feita com periodicidade de dias alternados, o que propiciava a decomposição do resíduo orgânico.

Considerando-se os resultados das três classes sociais amostradas, o potencial máximo de minimização de resíduo sólido domiciliar em Valinhos é de 33,4% do resíduo. Teoricamente, este índice de minimização poderá ser obtido se a totalidade do material caracterizado como desperdício (96,9 kg) e do potencialmente reciclável (92 kg) (188,9 kg dos 541,69 kg amostrados) for efetivamente reduzida e reciclada.

6.3 Potencial de minimização do resíduo produzido no município de Vinhedo

Para apresentação e avaliação dos resultados da caracterização de resíduo sólido domiciliar de Vinhedo, são apresentados os dados gerais sobre a caracterização de resíduo englobando o total de material coletado e a avaliação do potencial de minimização do resíduo domiciliar a ser disposto no município.

6.3.1 Resultados da caracterização de resíduo sólido domiciliar em Vinhedo: quantidade coletada por dia de amostra

Para a amostragem de resíduo sólido domiciliar no município de Vinhedo, foram selecionados bairros com coleta de resíduo às terças-feiras, quintas-feiras e sábados. Os resultados da caracterização de resíduo por dia de amostra são apresentados na Tabela 6.7.

Tabela 6.7 Quantidade de resíduo caracterizado por tipo de material. Valores em kg. Somatório dos 30 domicílios por dia de coleta – Vinhedo (2003)

MATERIAL	Dia de coleta																	Total
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16		
PAPEL																		
Papelão	2,86	9,14	3,29	10,94	4,73	1,67	3,25	4,25	4,52	2,74	6,11	2,53	3,38	0,67	1,47	3,08	64,63	
Jornal	0,60	2,08	1,90	0,36	0,21	0,37	0,78	0,70	2,18	0,85	1,24	0,47	1,22	0,20	1,71	1,22	16,09	
Revistas	0,10	0,60	0,16	0,53	0,00	0,00	0,14	0,35	0,12	0,07	0,76	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	2,87	
Outros reciclável	3,63	30,55	0,82	2,03	1,58	0,38	2,58	1,47	2,60	1,08	2,41	0,10	1,38	0,16	0,93	1,38	53,08	
Não reciclável	0,78	0,27	0,05	0,27	0,07	0,00	0,34	0,00	0,81	0,27	0,42	0,26	1,41	0,14	0,44	1,41	6,94	
Total PAPEL	7,97	42,63	6,22	14,12	6,59	2,42	7,09	6,77	10,23	5,01	10,94	3,39	7,39	1,17	4,56	7,09	143,6	
METAL																		
Alumínio	0,67	0,50	0,20	0,50	0,23	0,01	0,25	0,12	0,20	0,23	1,29	0,21	0,42	0,07	0,01	0,42	5,33	
Reciclável	0,53	0,95	0,25	0,95	0,71	0,49	0,70	2,20	1,23	1,30	1,33	0,72	0,91	0,31	1,55	0,91	15,04	
Não reciclável	0,03	0,56	0,00	0,56	0,00	0,00	0,08	0,05	0,12	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,6	
Total METAL	1,23	2,01	0,45	2,01	0,94	0,50	1,30	2,37	1,55	1,53	2,82	0,93	1,33	0,38	1,56	1,33	22,24	
VIDRO																		
Reciclável	2,33	2,54	1,46	2,54	4,78	0,94	2,68	2,10	2,74	2,76	5,96	2,02	4,88	1,33	9,56	4,88	53,5	
Não reciclável	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,46	0,00	0,82	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	2,2	
Total VIDRO	2,33	2,54	1,46	2,54	4,78	1,00	2,68	2,10	3,20	2,76	6,78	2,02	4,88	2,19	9,56	4,88	55,7	
PLÁSTICO																		
PET	0,60	1,21	0,57	1,41	0,59	0,35	1,17	1,02	1,75	1,17	2,06	0,78	1,94	0,45	0,60	1,94	17,61	
PEAD	1,56	1,39	0,77	1,39	1,38	0,72	1,51	1,39	2,96	2,49	4,38	1,38	2,61	1,73	2,42	2,61	30,69	
PVC	0,10	0,28	0,07	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,13	0,16	0,53	0,14	0,06	0,13	0,14	2,23	
PEBD	0,66	0,41	0,34	0,41	0,82	0,76	1,01	0,65	2,52	1,30	2,40	0,70	1,06	0,67	0,32	1,06	15,09	
PP	0,21	0,14	0,17	0,14	1,38	0,24	0,12	0,20	1,26	0,08	0,94	0,16	0,44	0,23	0,18	0,44	6,33	
PS	0,12	0,74	0,11	0,74	0,32	0,29	0,00	0,38	0,44	0,19	0,74	0,33	0,47	0,12	0,24	0,47	5,7	
Outros	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,00	0,10	0,00	0,06	0,00	0,41	0,01	0,57	0,11	0,07	0,57	2,04	
Não reciclável	0,45	0,20	0,17	0,20	0,00	0,00	0,24	0,00	0,25	0,00	3,11	0,01	0,03	0,01	0,25	0,03	4,95	
Total Plástico	3,69	4,43	2,20	4,63	4,49	2,35	4,15	3,64	9,43	5,35	14,20	3,90	7,26	3,38	4,21	7,26	84,57	
EMB. CARTONADA	1,07	0,85	0,62	0,85	0,52	0,54	1,03	1,13	3,01	1,65	2,37	1,37	2,32	0,43	1,08	2,32	21,16	
MADEIRA	0,01	0,38	0,00	0,38	0,00	0,01	0,00	1,60	0,10	3,90	0,09	0,01	0,40	0,60	0,00	0,40	7,88	
MAT. ORGÂNICA																		
Desperdício de compra	4,21	2,75	3,17	2,75	16,60	7,59	3,78	10,40	2,31	1,18	8,46	2,78	1,31	3,77	5,36	1,31	77,73	
Desp de preparo (cru)	0,00	1,90	0,54	1,90	0,08	0,45	0,88	0,00	0,97	0,90	5,74	0,42	1,93	0,30	0,25	1,93	18,19	
Desp de prep. (cozido)	6,18	1,52	3,72	1,52	2,41	5,00	3,71	3,70	4,62	3,50	9,21	8,57	10,78	1,03	0,42	10,78	76,67	
Desperdício de consumo	1,18	7,13	0,52	7,13	0,32	0,22	3,48	2,42	7,48	4,20	10,30	2,79	5,20	8,48	5,55	5,20	71,6	
Demais	31,09	21,96	27,94	21,96	19,08	13,34	20,75	41,50	38,98	40,25	39,62	17,94	30,55	8,08	21,72	30,55	425,3	
Total MAT.ORG.	42,66	35,26	35,89	35,26	38,49	26,60	32,60	58,02	54,36	50,03	73,33	32,50	49,77	21,66	33,30	49,77	669,5	
PERIGOSOS																		
Patogênicos	13,49	31,90	33,11	33,90	17,99	11,15	16,25	33,60	33,84	11,95	22,51	11,34	17,73	10,05	15,83	17,73	332,4	
Pilhas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,06	0,01	0,53	
Saúde	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	
Químicos	0,15	0,18	0,13	0,18	1,32	0,00	1,45	0,02	0,55	0,50	1,27	1,64	6,52	7,81	1,83	6,52	30,07	
Lâmpada	0,03	0,01	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,3	
Total PERIGOSOS	13,67	32,10	33,25	34,10	19,35	11,15	17,70	33,62	35,03	12,45	23,79	12,99	24,26	17,86	17,72	24,26	363,3	
TEXTIL	0,96	4,13	0,48	4,13	0,06	0,18	1,28	0,60	1,86	2,95	3,29	1,96	0,45	0,00	4,39	0,45	27,17	
RESÍD. DE JARDIM	45,96	11,19	24,04	21,19	12,75	58,82	15,47	39,10	29,67	2,04	18,60	1,56	5,02	1,70	15,81	9,92	312,8	
OUTROS RESÍDUOS	6,24	2,74	0,21	2,74	0,11	1,89	2,94	1,2	7,84	5,82	6,05	1,02	7,7	3,04	4,02	7,7	61,26	
Total por Amostra	125,79	138,25	104,82	121,94	88,08	105,46	85,95	150,15	156,28	93,49	162,26	61,65	110,78	52,41	96,21	115,38	1.768,9	

A matéria orgânica é o principal componente dos 1.694,07 kg de resíduo sólido domiciliar amostrados em Vinhedo, como explicitado na Figura 6.25.

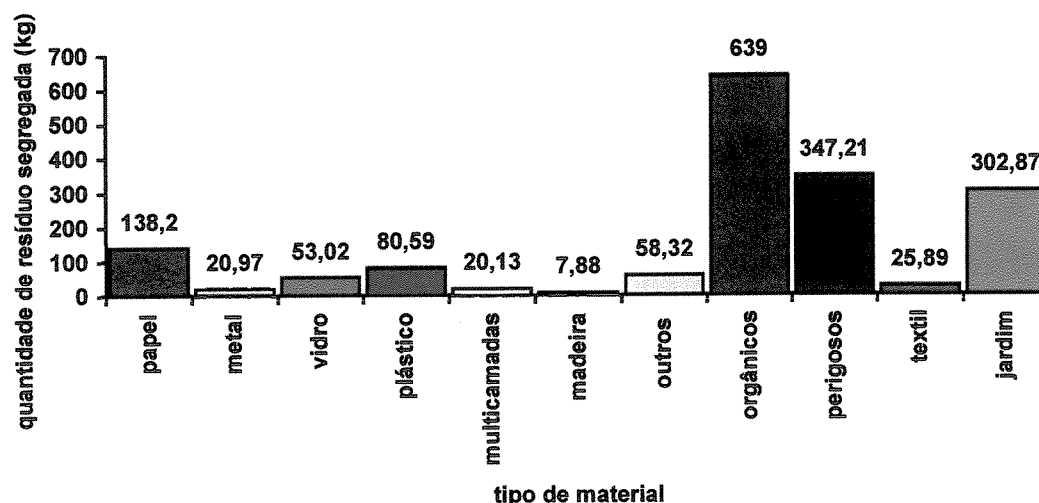


Figura 6.25 Composição final do resíduo amostrado em Vinhedo, por tipo de material (2003)

A taxa de geração de resíduo (kg por dia de amostra), calculada com base nos dados da amostragem para os 16 dias de caracterização, é explicitada na Figura 6.26.

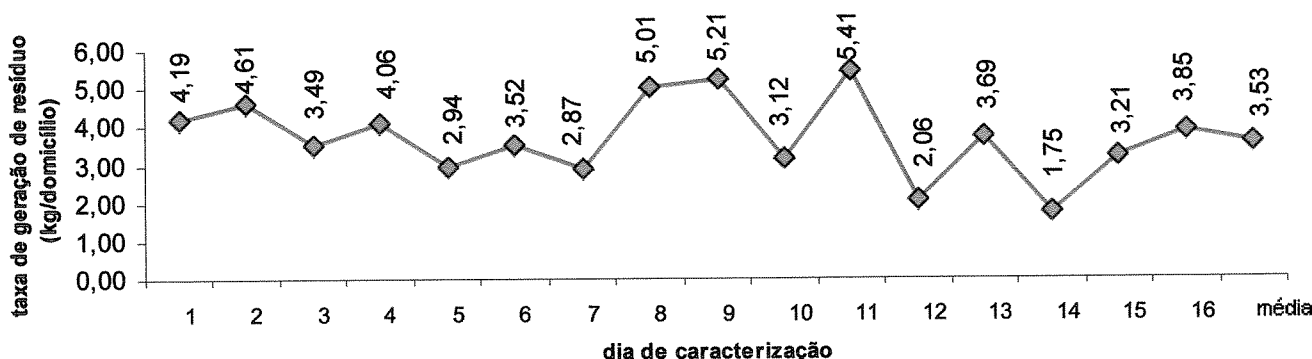


Figura 6.26 Taxa de geração de resíduo em Vinhedo, para o total de resíduo amostrado (kg por domicílio por dia de amostra)

No resíduo caracterizado no município de Vinhedo, observou-se picos de produção nas amostras 8, 9 e 11 e decréscimo na amostra 14.

Nas amostras 8, 9 e 11 houve acréscimo na produção de matéria orgânica, resíduo perigoso e de jardim. Na amostra 11, a quantidade de matéria orgânica amostrada foi de 73,33 kg,

o que representou 11% do total deste componente nas 16 amostras (669,5 kg), enquanto a média de matéria orgânica encontrada nas outras 15 amostras foi de 39,74 kg/dia.

A menor quantidade de resíduo encontrada na amostra 14 pode ser justificada pela pequena parcela de matéria orgânica coletada no dia (21,7 kg), em torno de 3% do total nas 16 amostras.

Na Figura 6.27 é apresentada a taxa média de geração de resíduo sólido por domicílio/dia de amostra, para a totalidade de categorias amostradas no município de Vinhedo.

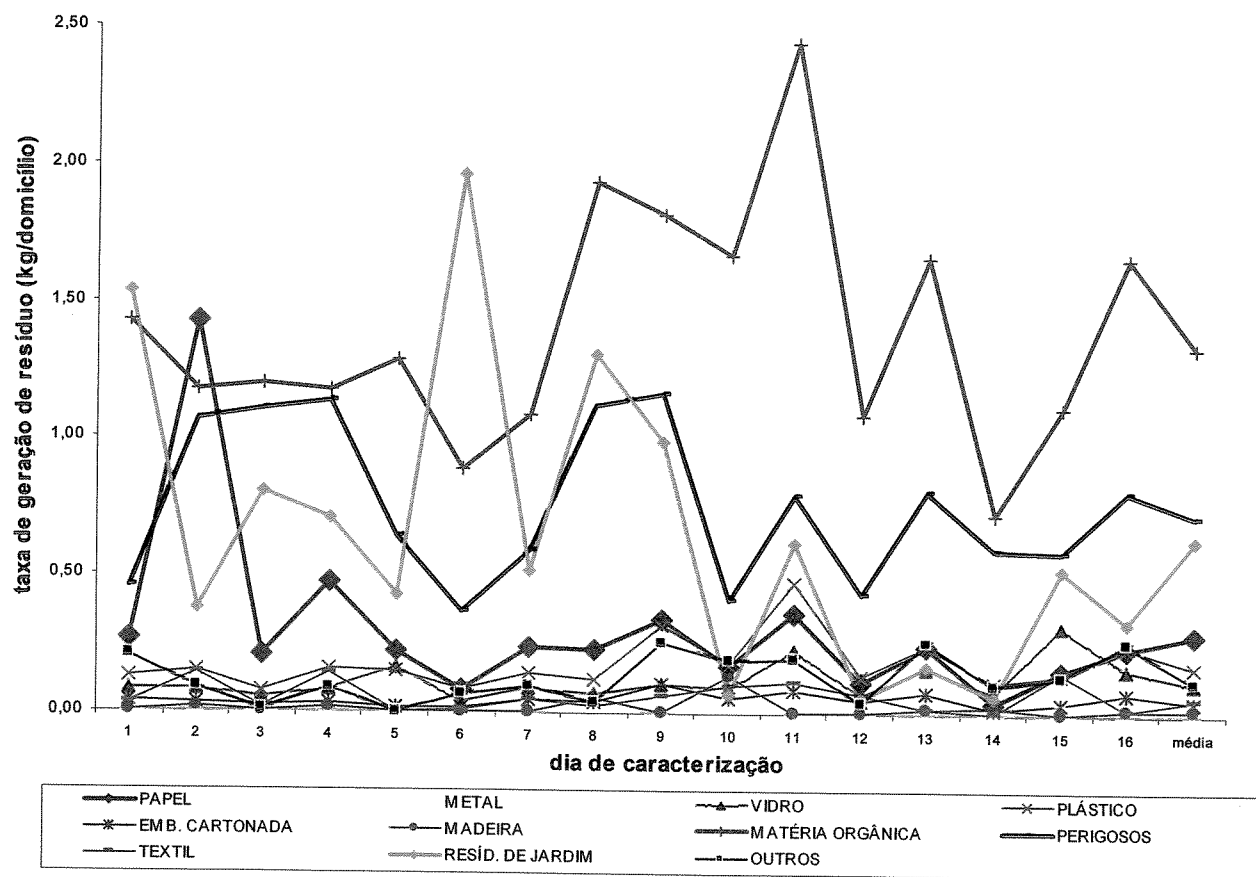


Figura 6.27 Taxa média de geração de resíduo em Vinhedo. Kg/amostra, por categoria de resíduo sólido amostrada

Como nos demais locais de amostragem, em Vinhedo, percebe-se que o material classificado nas categorias embalagem cartonada, outros resíduos, têxtil, madeira, metal, vidro e plástico apresenta taxa média (média das 16 amostras em kg) de geração inferior a 0,50 kg nos 16 dias de caracterização.

Do mesmo modo que para os demais municípios estudados, para a avaliação comparativa entre os resultados da amostragem e dados oficiais sobre a quantidade de resíduo sólido coletado em Vinhedo, optou-se por agrupar os dados por estações do ano, conforme mostrado na Figura 6.28.

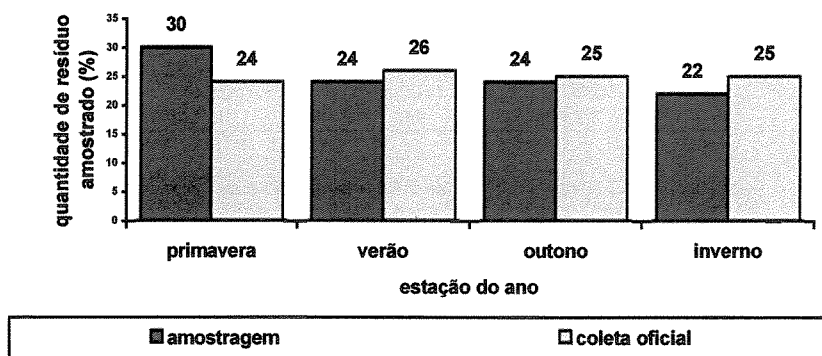


Figura 6.28 Produção de resíduo, comparação entre coleta oficial e amostragem

6.3.2 Resultados da amostragem em Vinhedo por classe social

De acordo com o critério rendimento médio do chefe de família, apresentado pelo IBGE (2004a), a população de Vinhedo está dividida em 7% das pessoas compondo a classe A, 19% compondo a classe B e 74%, a classe C.

Na Tabela 6.8 é apresentado o resultado da correlação entre os valores obtidos na amostragem de resíduo e a representatividade da população por classe social em Vinhedo. Os números foram obtidos aplicando-se a equação:

$$[\Sigma \text{ de Vinhedo} = ((\Sigma A * 7) + (\Sigma B * 19) + (\Sigma C * 74)) / 100]$$

Onde:

A = fração da população municipal pertencente à classe A,

B = fração da população municipal pertencente à classe B,

C = fração da população municipal pertencente à classe C.

Tabela 6.8 Resultados da amostragem de resíduo sólido domiciliar em Vinhedo. Valores em kg. Categoria de material por classe social (2003)

MATERIAL	RESÍDUO AMOSTRADO				PONDERAÇÃO POR CLASSE SOCIAL			
	Classe A	Classe B	Classe C	Total amostrado	Classe A	Classe B	Classe C	Total ponderado por classe social
PAPEL								
Papelão	29,5	10,9	24,2	64,6	2,07	2,07	17,91	22,07
Jornal	6,1	3,9	6,1	16,1	0,37	0,35	5,19	5,68
Revistas	0,3	0,4	2,1	2,8	0,02	0,04	1,79	1,66
Outros reciclável	9,0	7,8	36,3	53,1	0,54	0,70	30,86	28,94
Não reciclável	1,9	2,4	2,6	6,9	0,11	0,22	2,21	2,53
Total PAPEL	46,8	25,4	71,3	143,5	2,81	2,29	60,61	60,88
METAL								
Alumínio	1,9	2,8	0,7	5,4	0,11	0,25	0,60	1,15
Reciclável	2,5	11,9	0,7	15,0	0,15	1,07	0,60	2,92
Não reciclável	0,0	1,4	0,2	1,6	0,00	0,13	0,17	0,43
Total METAL	4,4	16,1	1,5	22,0	0,26	1,45	1,28	4,50
VIDRO								
Reciclável	24,2	17,1	12,1	53,5	1,45	1,54	10,29	13,93
Não reciclável	1,3	0,9	0,0	2,2	0,08	0,08	0,00	0,26
Total VIDRO	25,6	18,0	12,1	55,7	1,54	1,62	10,29	14,19
PLÁSTICO								
PET	4,6	5,0	8,1	17,6	0,28	0,45	6,89	7,25
PEAD	8,0	9,8	12,9	30,7	0,48	0,88	10,97	11,98
PVC	0,8	0,4	1,0	2,3	0,05	0,04	0,85	0,90
PEBD	4,4	4,6	6,1	15,1	0,26	0,41	5,19	5,68
PP	2,1	1,5	2,8	6,4	0,13	0,14	2,38	2,49
PS	1,3	0,6	3,8	5,7	0,08	0,05	3,23	3,00
Outros	0,6	1,2	0,2	2,0	0,04	0,11	0,17	0,44
Não reciclável	0,6	1,6	2,7	4,9	0,04	0,14	2,30	2,35
Total PLÁSTICO	22,4	24,7	37,6	84,6	1,34	2,22	31,96	34,05
EMB. CARTONADA	5,5	6,3	9,4	21,1	0,33	0,57	7,99	8,51
MADEIRA	3,8	2,3	1,7	7,9	0,23	0,21	1,45	1,98
MATÉRIA ORGÂNICA								0,00
Desperdício de compra	30,1	35,7	11,9	77,7	1,81	3,21	10,12	17,68
Desp de preparo (cru)	4,3	10,5	3,4	18,2	0,26	0,95	2,89	4,78
Desp de preparo (cozido)	26,1	25,4	25,2	76,7	1,57	2,29	21,42	25,30
Desperdício de consumo	27,3	17,7	26,6	71,6	1,64	1,59	22,61	24,96
Demais	103,1	132,9	189,3	425,3	6,19	11,96	160,91	172,58
Total MAT.ORG.	181,0	242,0	246,5	669,5	10,86	21,78	209,53	245,30
PERIGOSOS								
Patogênicos	147,7	64,3	120,4	332,4	8,86	5,79	102,34	111,68
Pilhas	0,0	0,5	0,0	0,6	0,00	0,05	0,00	0,13
Saúde	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,01
Químicos	2,0	17,7	10,4	30,0	0,12	1,59	8,84	11,18
Lâmpada	0,3	0,0	0,0	0,3	0,02	0,00	0,00	0,02
Total PERIGOSOS	149,9	82,4	130,9	363,3	8,99	7,42	111,27	123,04
TEXTIL	2,6	7,9	16,7	27,2	0,16	0,71	14,20	14,03
RESÍD. DE JARDIM	131,0	74,2	107,6	312,8	7,86	6,68	91,46	102,90
OUTROS RESÍDUOS	24,1	5,3	31,9	61,3	1,45	0,48	27,12	26,30
Somatório da classe	593,5	439,2	736,2	1.768,9	35,61	39,53	625,77	669,81

Na Figura 6.29 é apresentada a composição do resíduo por categoria de material presente no resíduo sólido coletado em bairros onde residem pessoas pertencentes às distintas classes sociais.

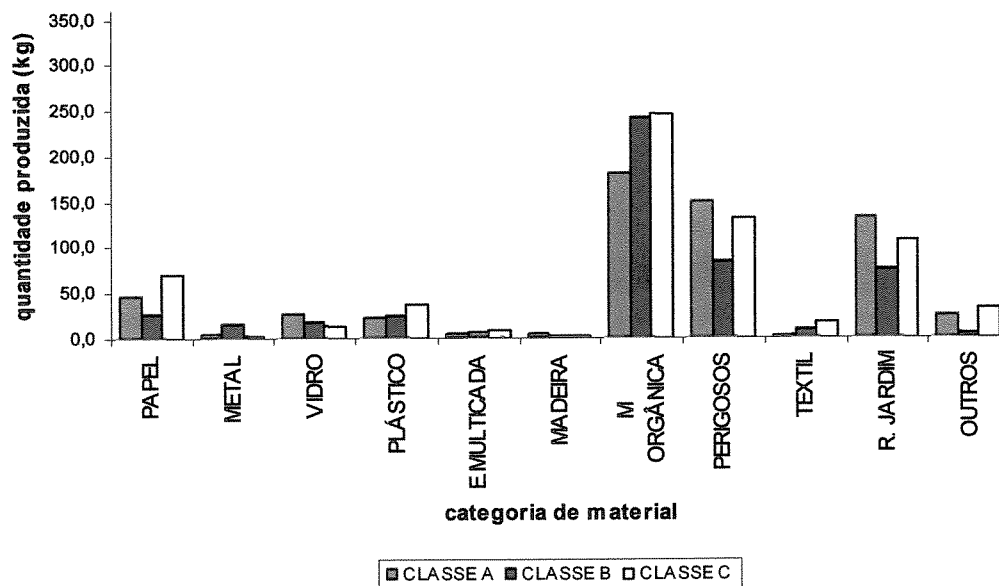


Figura 6.29 Composição do resíduo sólido domiciliar produzido no município de Vinhedo, por classe social amostrada (2003)

No município de Vinhedo, observou-se que, ao contrário dos resultados da amostragem em Barão Geraldo e Valinhos, não há predominância de produção de resíduo sólido domiciliar pela população pertencente à classe A.

A matéria orgânica, por exemplo, principal componente em quantidade do total amostrado (669,5 kg dos 1.768,9 kg) apresentou-se em maior quantidade na classe C, 37% (246,5 kg), seguida por 36 % (242 kg) produzidos pela população de classe B; e, 27% (181 kg) na classe A.

O segundo componente da amostragem foi o resíduo perigoso (363 kg), cuja produção encontra-se subdividida em: 41% (150 kg) na classe A, 23% (82 kg) na classe B e 30% (131 kg) na classe C.

Já os 312,8 kg de resíduo de jardim, terceiro componente em quantidade, são produzidos: 42% (131 kg) pela população de classe A; 24% (72,4 kg) pela população de classe B; e 34% (108 kg) pela de classe C.

Na Figura 6.30, onde é mostrado o resultado do ajuste da correlação entre produção de resíduo e classe social, pode-se observar que, em termos quantitativos, a matéria orgânica é o principal componente do resíduo amostrado no município, perfazendo um índice de 38,2% do total (241,04 kg dos 669,8 kg amostrados). O resíduo perigoso é o segundo (123 kg) e o resíduo de jardim, o terceiro (102,90 kg).

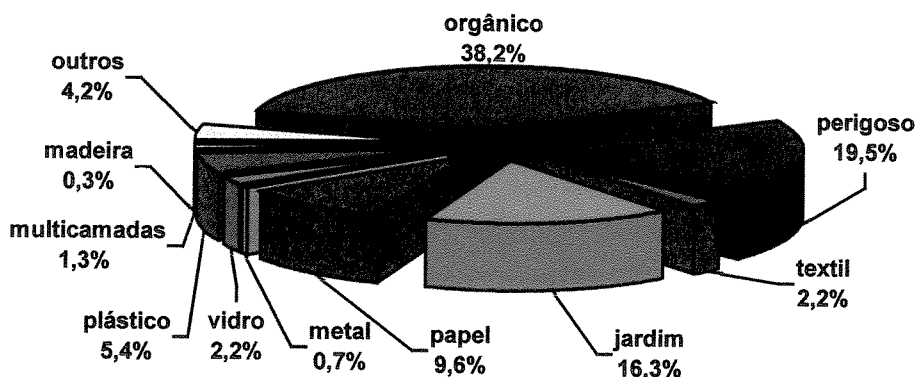


Figura 6.30 Composição do resíduo amostrado em Vinhedo considerando a correlação por classe social (2003)

Do material definido nesta tese como tradicionalmente reciclável, o papel é o principal componente em quantidade (66,88 kg de papel; 34,05 kg de plástico; 14,19 kg de vidro; e 4,50 kg de metal), perfazendo um total de 17,9% do total de resíduo amostrado.

Entre o material triado como tradicionalmente reciclável em Vinhedo, assim como nos demais municípios, constavam, principalmente, embalagens de alimentos e de produtos de uso doméstico como higiene pessoal e material de limpeza.

Similar ao resultado da amostragem nos municípios de Campinas e Valinhos, material como madeira, embalagem multicamadas e “outros resíduos” (como cerâmica, couro, pedra e borracha) aprestaram pequena participação no montante de resíduo caracterizado, com índice inferior a 6% do total amostrado.

Na Figura 6.31 apresenta-se a composição do resíduo amostrado em Vinhedo, por subcategorias de material (a, b, c, d, e, f).

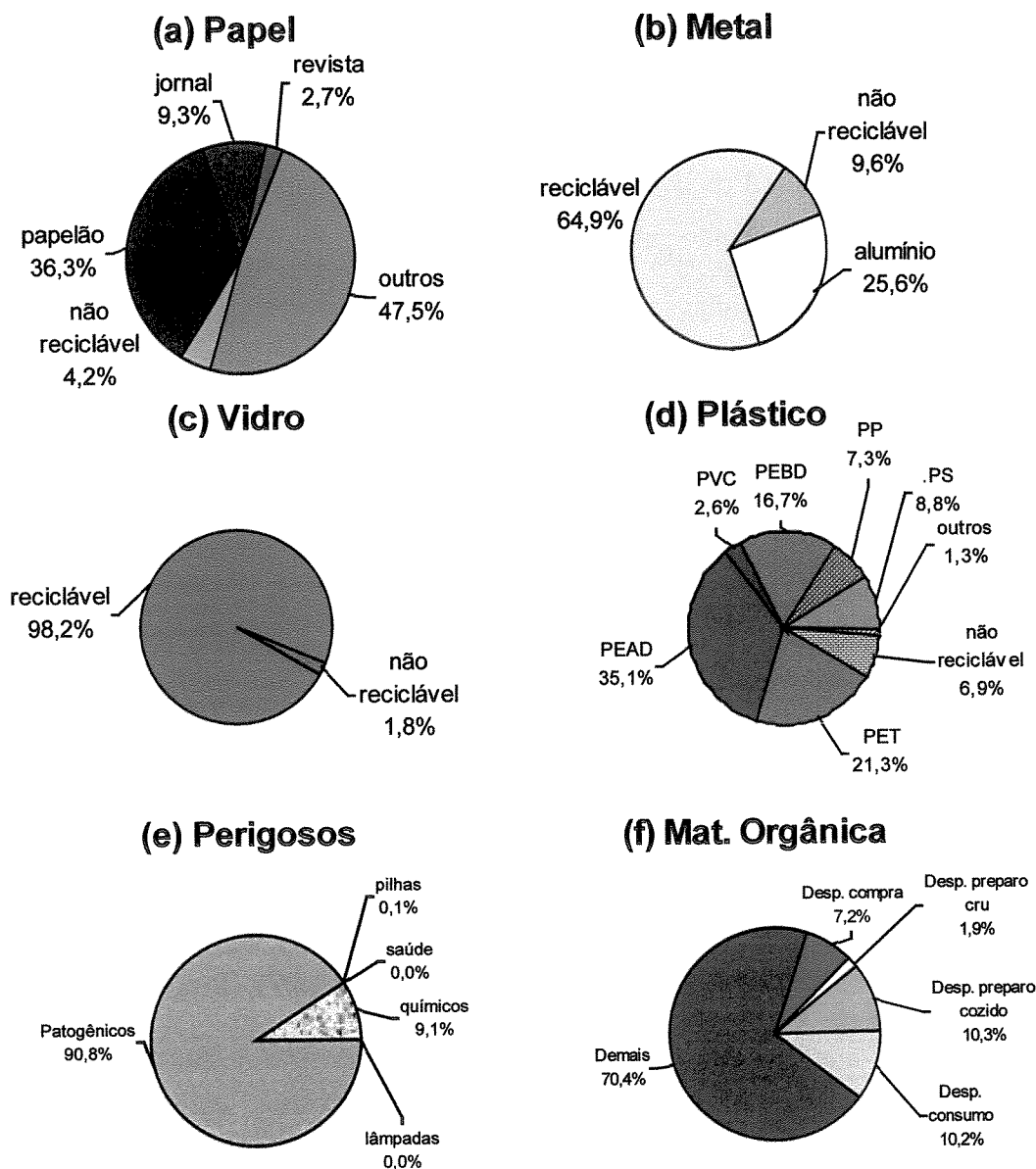


Figura 6.31 Composição do resíduo amostrado em Vinhedo. Subcategorias em percentual com relação ao total da categoria de material

A maioria do material classificado nas categorias papel, plástico, vidro e metal do resíduo caracterizado em Vinhedo é composta por resíduo com condições técnicas de reciclagem. Dessas subcategorias, destacam-se: a predominância de outros papéis recicláveis (47,5%) na categoria papel, e de PEAD, na categoria plástico (35,1%).

Do total de matéria orgânica presente no resíduo amostrado em Vinhedo, observou-se que a maioria (70,4% kg) compõe-se da subcategoria “demais rejeitos orgânicos”, sucedida por material separado como desperdício de preparo cozido (10,3%).

Para o material classificado como resíduo perigoso, observa-se a predominância de resíduo patogênico (90,8%), seguido por resíduo químico (9,1%).

A taxa de geração de resíduo sólido por domicílio, resultante da amostragem em Vinhedo, obtida da divisão do total de resíduo amostrado (669,81 kg) pelo número de amostras coletadas (480), é igual a 1,40 kg/domicílio/dia.

A geração de resíduo sólido nos 12.843 domicílios de Vinhedo (IBGE, 2004a), segundo dados da CETESB (2004), é de 20,3 t/dia de resíduo sólido doméstico, resultando numa taxa média de 1,6 kg/domicílio/dia. De acordo com os dados oficiais da Prefeitura Municipal de Vinhedo, apresentados no Capítulo 5, a taxa de geração, resultante das 35 t/dia de resíduo sólido produzidas, corresponde a 2,7 kg/domicílio/dia.

Verifica-se que, de acordo com os resultados da amostragem, a produção de resíduo é inferior à taxa de geração resultante dos dados oficiais de Vinhedo e à obtida pelos dados da CETESB (2004), como mostrado na Figura 6.32.

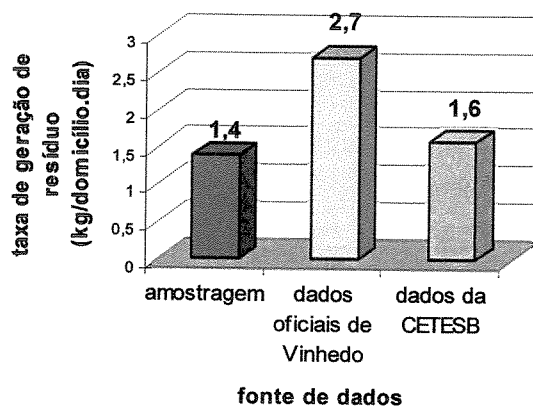


Figura 6.32 Taxa de geração de resíduo sólido domiciliar em Vinhedo

A possível justificativa para obtenção da taxa de geração de resíduo por domicílio inferior para os resultados da amostragem, assim como em Campinas e Valinhos, pode estar no fato de que, diferentemente dos dados oficiais (CETESB e Prefeitura Municipal de Valinhos), nesta tese, foi considerado apenas o resíduo gerado nas residências.

6.3.3 Avaliação do potencial de minimização do resíduo sólido amostrado em Vinhedo

Do mesmo modo em que foi avaliado o potencial de minimização do resíduo de Campinas-Barão Geraldo e Valinhos, para o município de Vinhedo, são analisados os resultados apresentados na Tabela 6.8, considerando-se as possibilidades de redução na produção e da reciclagem.

6.3.3.1 Redução da geração

O potencial teórico máximo de redução da geração de resíduo para Vinhedo, ou seja, a soma das frações de matéria orgânica classificada como desperdício, é de 12% do material amostrado. O potencial para categoria de desperdício é explicitado na Figura 6.33.

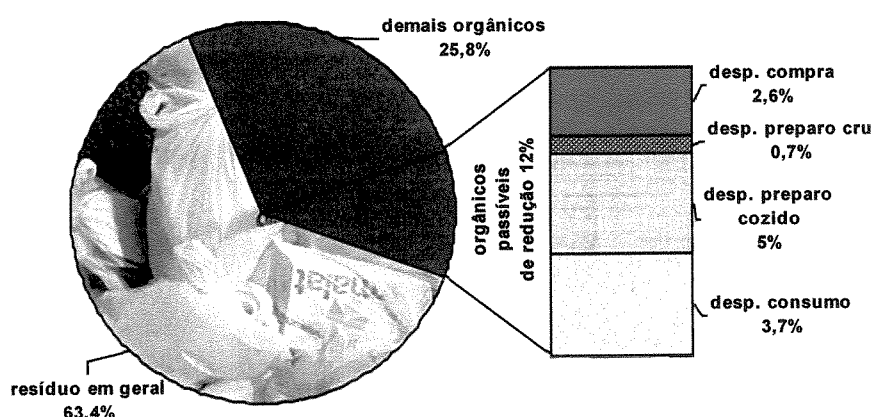


Figura 6.33 Potencial de redução de matéria orgânica do resíduo amostrado em Vinhedo, percentual com relação ao total de material descartado

Entre o resíduo classificado como desperdício em Vinhedo (matéria orgânica), o desperdício no preparo cozido foi encontrado em maior quantidade (25,3 kg ou 5% de 669,81 kg correspondentes ao total amostrado). O desperdício de consumo, segunda categoria em quantidade encontrada no município, representou 3,7% (24,96 kg) do total de resíduo. O terceiro componente foi o desperdício de compra (17,68 kg), seguido por desperdício no preparo cru (4,78 kg).

Se todo o resíduo classificado como desperdício fosse efetivamente reduzido, para o material amostrado, significaria a possibilidade de reduzir 72,7 kg dos 669,81 kg de resíduo.

6.3.3.2 Reciclagem

Em Vinhedo, o material caracterizado como tradicionalmente reciclável corresponde a 16,1% do material amostrado (Figura 6.34).

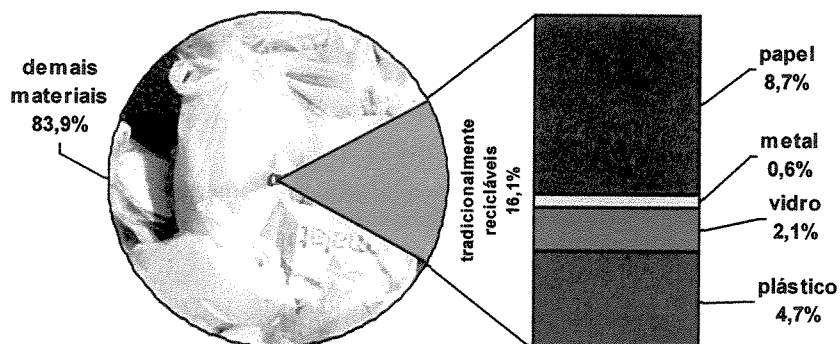


Figura 6.34 Composição do resíduo amostrado em Vinhedo. Percentual de cada categoria de material tradicionalmente reciclável com relação ao total de resíduo produzido (2003)

O papel (47%) corresponde a quase metade do resíduo classificado como material tradicionalmente reciclável, seguido por plástico (27%), vidro (18%) e metal (7%).

Assumindo-se que teoricamente todo o resíduo avaliado como passível de redução possa ser efetivamente reduzido e que todo o resíduo passível de reciclagem possa ser reciclado, o potencial de minimização no município de Vinhedo é de 28 % do resíduo amostrado.

6.4 Análise comparativa dos resultados da caracterização de resíduo em Barão Geraldo – Campinas, Valinhos e Vinhedo

Neste item, são apresentados os resultados da análise comparativa entre os resultados da caracterização de resíduo e do potencial de minimização.

6.4.1 Comparação dos resultados da caracterização

Partindo-se das mesmas condições de amostragem (variáveis temporais, sociais e número de amostras), nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo, obteve-se, como resultado da amostragem de resíduo sólido domiciliar, quantidades semelhantes de resíduo produzido/descartado, como mostrado na Figura 6.35.

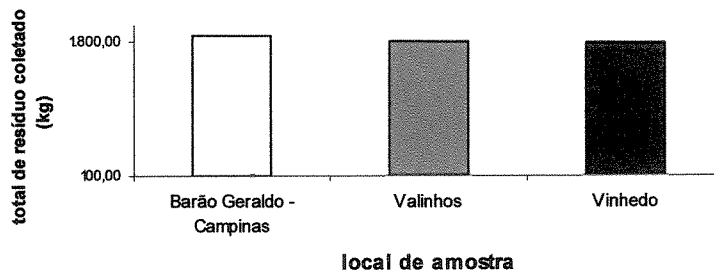


Figura 6.35 Quantidade de resíduo amostrado em Campinas, Valinhos e Vinhedo, kg coletado por local de coleta de amostra (2003)

Na comparação entre as taxas de geração de resíduo sólido domiciliar (kg por dia de amostragem), a média de resíduo produzido nos três municípios considerados foi semelhante, variando entre 3 e 4 kg/dia-domicílio. Contudo, no decorrer do período de amostragem (16 amostras – 1 ano de caracterização), como é verificado na Figura 6.36, cada município apresentou característica específica quanto à quantidade de resíduo produzido.

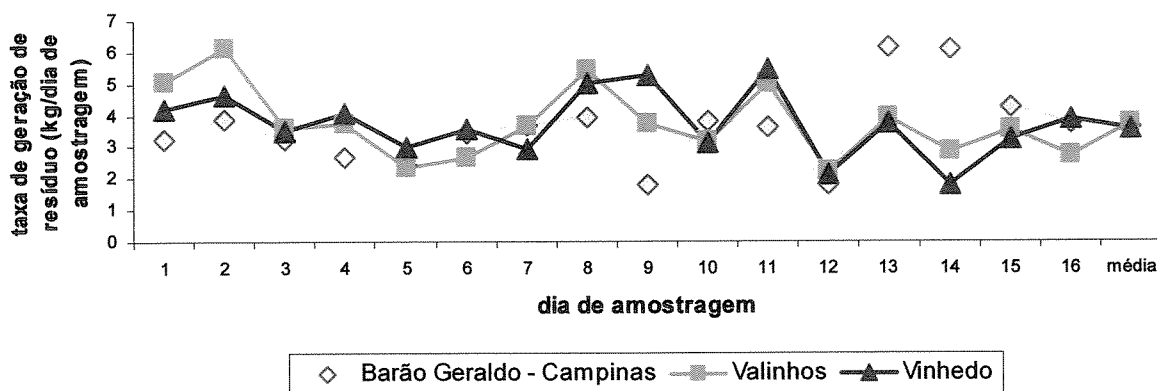


Figura 6.36 Taxa média de geração de resíduo sólido domiciliar nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo (kg/ por dia de amostragem) (2003)

Nas amostras 3, 5, 10 e 12, as quantidades produzidas/amostradas foram semelhantes, de acordo com os resultados obtidos para Campinas, Valinhos e Vinhedo.

Em 60% dos dias de amostragem (29 dos 48 [16*3]), nos três municípios, a taxa de geração de resíduo (kg/ por dia de amostragem) teve como limite inferior 3 kg/dia e superior 4kg/dia, ou seja, próximo da média total obtida para os municípios. Assim, a disparidade dos resultados sobre a taxa de geração de resíduo sólido domiciliar, no decorrer do ano, nos três municípios amostrados, pode ser justificada pelos picos ou decréscimos de produção/descarte de resíduo discutidos anteriormente para cada município (itens 6.1.1, 6.2.1 e 6.3.1).

Na Figura 6.37 é apresentada a comparação entre a taxa de geração de resíduo sólido por domicílio resultante da amostragem, a calculada com base em informações fornecidas pelas prefeituras municipais (Capítulo 5) e a obtida dos dados publicados pela CETESB (Capítulo 4).

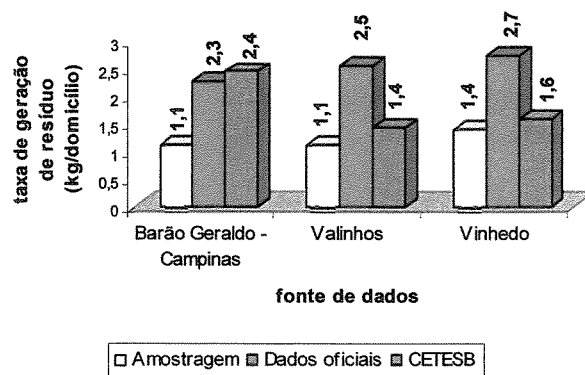


Figura 6.37 Taxa de geração de resíduo sólido domiciliar (kg/domicílio/dia), obtidas para Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)

Percebe-se que os resultados obtidos para os três municípios assemelharam-se, de acordo com a fonte de informação, com exceção do município de Campinas, no que toca à taxa de geração de resíduo (kg/domicílio/dia) calculada com base nos dados publicados pela CETESB (2004).

A peculiaridade observada é que a taxa de geração resultante dos dados oficiais foi mais alta, variando de 2,3 a 2,7 kg/domicílio/dia; já a taxa de geração de resíduo obtida dos dados publicados pela CETESB (2004) manteve-se em torno de 1,5 kg/domicílio/dia, exceto Campinas (2,4 kg); e o menor valor encontrado foi o da taxa de geração de resíduo da amostragem, que se manteve em torno de 1 kg/domicílio/dia.

Avaliando as possíveis causas para a diferença entre as quantidades de resíduo sólido obtidas da avaliação de dados resultantes das diferentes fontes de informação (CETESB, prefeituras e amostragem), as variações quantitativas podem ser atribuídas à combinação de diversos fatores. Entre esses, merecem destaque:

1- origem do material considerado no cômputo do total resíduo sólido:

- entre o resíduo considerado pelas prefeituras como doméstico, deve estar incluído o resíduo comercial, o de varrição, o de poda e capina, e outros, ou seja, todo o resultado da

limpeza pública municipal (serviço de responsabilidade da prefeitura, como estabelecido pela Constituição Federal de 1988);

- no total de resíduo doméstico fornecido pela CETESB, provavelmente, estão computados os totais de resíduo domiciliar e comercial (de pequenos estabelecimentos), como pressupõe o conceito de resíduo sólido domiciliar expresso em CETESB (1997), relatado no Capítulo 1 desta tese, ou seja, a mesma diferença observada com relação aos dados apresentados pelas prefeituras municipais; e,

- nos resultados da amostragem desta pesquisa, consta, unicamente, resíduo de característica domiciliar, ou seja, gerado em imóveis com ocupação exclusivamente de característica residencial.

Este pode ser um dos fatores que contribuíram para a menor taxa de geração de resíduo por domicílio obtida nos dados deste trabalho;

2 – percentagem de ocupação do domicílio:

- na amostragem, todos os domicílios estavam ocupados, assim, no cálculo da taxa de geração de resíduo, foi considerada ocupação de 100% dos domicílios; e,

- para a taxa de geração de resíduo calculada com base nos dados oficiais (CETESB e prefeituras), tomou-se, como fonte de informação, o número de domicílios ocupados referente ao ano de 2000, divulgado pelo IBGE (2004a).

Deste modo, este fator também pode ter sido responsável pela diferença entre os resultados;

3 – doações de material reciclável para cooperativas e/ou coleta informal:

- como afirmado por Streb e Barbosa (2004), os coletores informais, em seu sistema de organização, estabelecem relações com a população, a qual acaba entregando o resíduo reciclável diretamente aos catadores e, assim, desviando parte do material de seu roteiro formal de coleta; e,

- somando-se a este fato, como expresso no Capítulo 5, em Campinas, Valinhos e Vinhedo, existem cooperativas de catadores e, nos três municípios, estas recebem material doado pela população e que estava em funcionamento no período de amostragem. Parte do resíduo dos domicílios amostrados pode não estar sendo computada como resíduo produzido naquele domicílio.

Com isto, existe a possibilidade do resíduo que foi produzido nos domicílios amostrados estar sendo computado no resultado da coleta oficial, mas não constar nos valores da amostragem, interferindo nas taxas de geração por domicílio; e,

4 - redução do rendimento médio da população:

- o fator renda média da população interfere diretamente na produção de resíduo sólido domiciliar (LIMA, 1995);

- nos últimos anos, houve redução na renda da população brasileira, independentemente da classe social (CORDEIRO, 2004). Dados do IBGE (2004 a) sobre a renda média da população brasileira, com base em salários mínimos mensais do chefe de família, comprovam uma redução na renda média familiar (entre 1999 e 2002, era de 14%; entre 2001 e 2002, de 4%; e entre 2002 e 2003, de 0,2%); e,

- como descrito no Capítulo 5, os administradores municipais têm feito referência à redução da quantidade de resíduo coletada nos domicílios.

Assim, a menor taxa de geração de resíduo sólido por domicílio, obtida nos dados da amostragem, pode significar que a quantidade de resíduo produzida pela população tem sido efetivamente reduzida por interferência de uma possível redução do rendimento médio dos chefes de família.

Contudo, dentre as prováveis causas atribuídas à menor taxa de geração de resíduo por domicílio resultante da amostragem desta pesquisa, ressalta-se que o fator redução do rendimento médio familiar deve ser o que menos interfere na diminuição da quantidade de resíduo produzido/descartado. Ou seja, a perda de renda no período da amostragem (2002-2003) foi de 0,2%, enquanto que os índices de desperdício ficaram em torno de 16%.

Comparando-se os resultados da amostragem aos da pesquisa realizada por Teixeira et al. (1999), pode-se constatar que, ao menos no município de Campinas, não foi realizada campanha visando à minimização de resíduo sólido domiciliar, visto que a composição do resíduo e o potencial de minimização obtido para as duas amostras foram similares.

A composição do resíduo resultante do ajuste correlacionando classe social residente nos municípios e produção de resíduo é apresentada na Figura 6.38.

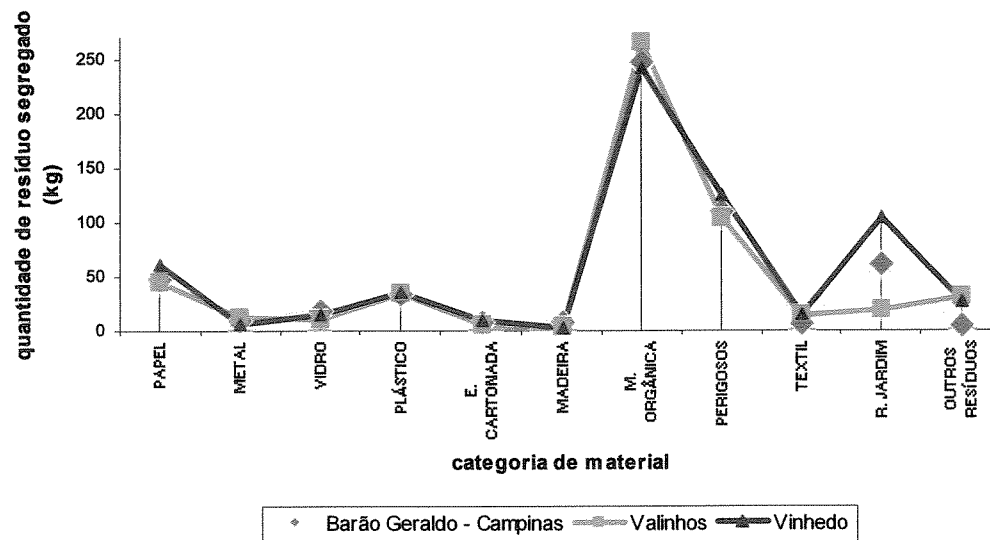


Figura 6.38 Composição do resíduo sólido domiciliar amostrado por categoria de material amostrado em Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)

A composição do resíduo amostrado nos três municípios também se assemelharam, excetuando-se a produção de matéria orgânica e o resíduo de jardim. Sobre isso, observou-se que:

- a produção de matéria orgânica variou em 11,6% entre o maior e menor produtor (Valinhos 49,8% e Vinhedo 38,2% do total de resíduo);
- a quantidade de resíduo de jardim produzida nos três municípios varia 12,8% entre o maior e menor produtor (3,5% em Valinhos; e, 16,3% em Vinhedo);
- os índices de matéria orgânica e de resíduo de jardim produzidos em Campinas estavam próximos da média dos 3 municípios (matéria orgânica: 45,5%, resíduo de jardim: 11,2%).

Assim, a diferença entre os índices de produção de resíduo sólido domiciliar, no município, pode ser interpretada como resultado do fato que Valinhos produziu maior quantidade de matéria orgânica e Vinhedo, mais resíduo de jardim.

6.4.2 Comparação do potencial de minimização

O potencial de minimização de resíduo sólido domiciliar foi avaliado por meio dos potenciais de redução da geração e reciclagem, cujos resultados foram comparados na sequência.

Na Figura 6.39 são expressos os resultados obtidos como potencial de redução da geração de resíduo (matéria orgânica) para os três municípios.

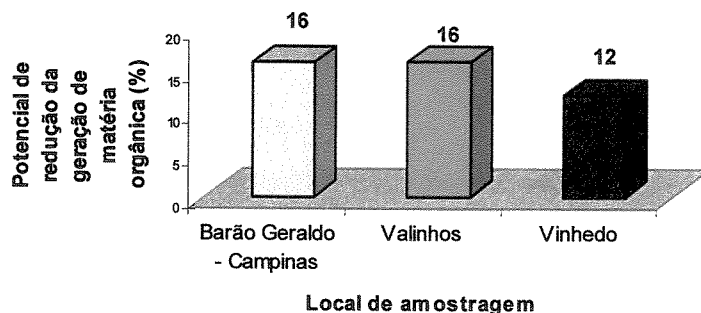


Figura 6.39 Potencial de redução de matéria orgânica do resíduo amostrado em Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)

Os resultados sobre os potenciais de redução de resíduo nos três municípios, por categorias de desperdício, são detalhados na Figura 6.40.

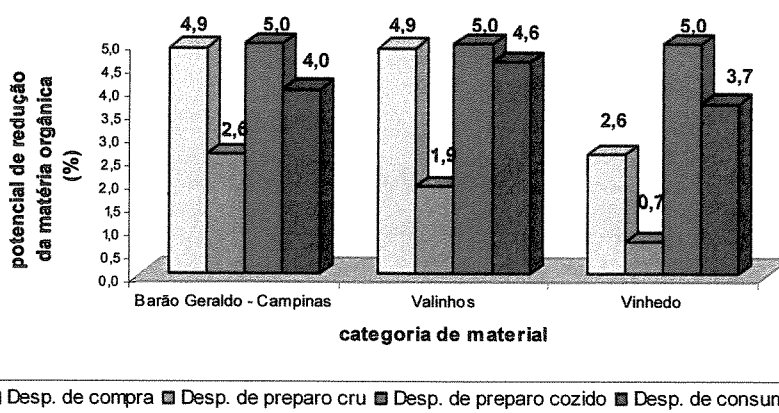


Figura 6.40 Potencial de redução para a matéria orgânica do resíduo sólido amostrado em Campinas, Valinhos e Vinhedo - categoria de desperdício (2003)

Para os municípios de Campinas e Valinhos, foram encontrados os mesmos índices de potencial de redução da geração de matéria orgânica e valores similares para as mesmas categorias de desperdício. Em Vinhedo, o potencial de redução da produção de resíduo foi inferior aos demais locais avaliados, contudo, não significa necessariamente que neste município houve menos desperdício, mas sim que o percentual de matéria orgânica foi menor.

O potencial de reciclagem, ou seja, soma do material classificado como tradicionalmente reciclável (papel, plástico, vidro e metal), foi semelhante nos três municípios, como mostrado na Figura 6.41.

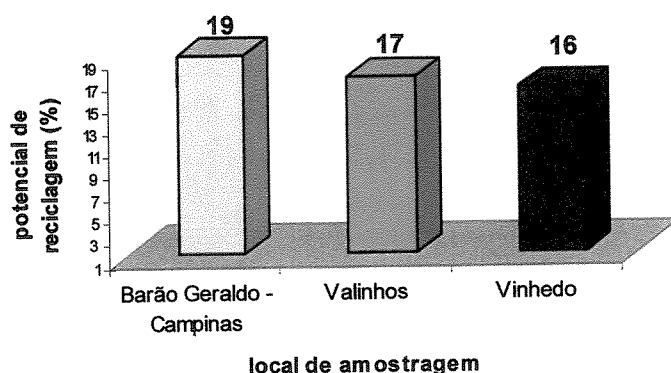


Figura 6.41 Potencial de reciclagem avaliado com base nos resultados da caracterização de resíduo sólido domiciliar - Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)

Na Figura 6.42 são detalhados os potenciais de reciclagem por categoria de material amostrado, nos três municípios.

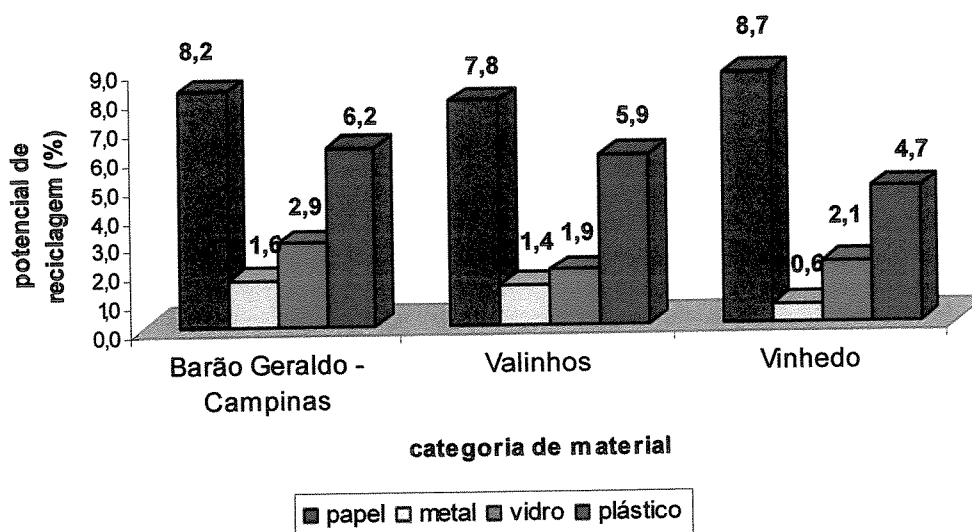


Figura 6.42 Potencial de reciclagem por categoria de material amostrado em Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)

Partindo dos índices atuais de coleta seletiva dos municípios (apresentados no Capítulo 5) e dos resultados da amostragem como material potencialmente reciclável, pode-se estimar o potencial de ampliação da coleta seletiva para os três municípios. Como mostrado na Figura 6.43, existe um plausível potencial de ampliação da coleta seletiva em Campinas, Valinhos e Vinhedo, se todo o material passível de reciclagem for coletado seletivamente.

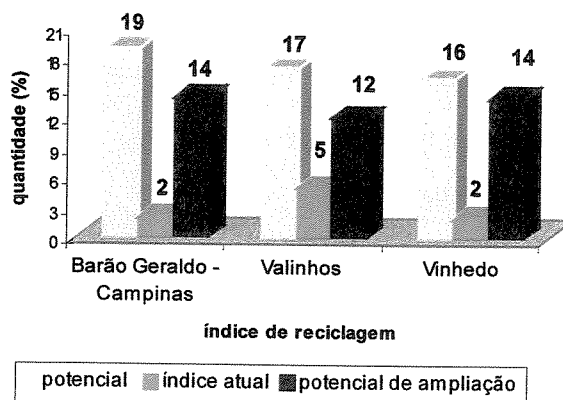


Figura 6.43 Potenciais de reciclagem e de ampliação da coleta seletiva nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)

Assim, o potencial teórico de minimização de resíduo sólido domiciliar (soma do potencial de redução e reciclagem), avaliado para os três municípios, é o mostrado na Figura 6.44.

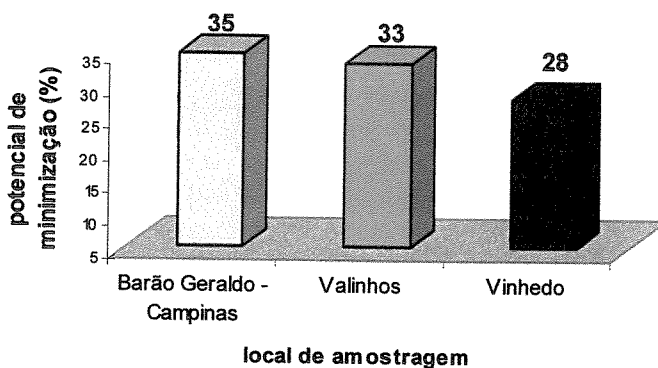


Figura 6.44 Potencial de minimização de resíduo sólido domiciliar obtido com base nos resultados da amostragem em Campinas, Valinhos e Vinhedo (2003)

Com base nos resultados da amostragem de resíduo sólido domiciliar nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo, observou-se que Campinas apresentou o maior potencial de minimização de resíduo, o que pode ser explicado da seguinte forma:

- o maior potencial de minimização deveu-se ao potencial de reciclagem deste município, que foi superior ao dos demais (2% maior que o obtido para Valinhos e 3% maior que o de Vinhedo). Ou seja, comparando-se a quantidade de material classificado como potencialmente reciclável obtida no resíduo amostrado nas três cidades, em Campinas, foi encontrada quantidade superior à dos demais municípios;

- Valinhos, mesmo apresentando potencial de redução da geração de resíduo sólido domiciliar igual ao do município de Campinas (16%) teve potencial de reciclagem inferior (17%, enquanto o de Campinas foi de 19%), por isso aparecendo em segundo lugar; e,

- Vinhedo, apresentou o menor potencial de redução da produção de resíduo (16%) e de reciclagem (12%), por isso, constando como o município onde há o menor potencial de minimização. Esta diferença com relação aos demais municípios, provavelmente, resulta de índices elevados de resíduo de jardim e perigoso.

6.5 Considerações sobre os resultados da caracterização de resíduo sólido domiciliar

Partindo-se da caracterização do resíduo sólido domiciliar, verificou-se que, teoricamente, a minimização do resíduo descartado nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo é plausível. O potencial de se minimizar o resíduo foi análogo para os três municípios, variando entre 28% e 35%.

Destaca-se, com relação aos resultados da amostragem de resíduo nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo. O fato de ter-se verificado similaridade nas quantidades de resíduo sólido amostrado. Por um lado, este resultado pode ser analisado como satisfatório, visto que os três municípios fazem parte de uma região metropolitana, a qual, por definição, deve ser composta por municípios com características sócio-econômicas semelhantes (como discutido no Capítulo 4), o que poderia resultar na produção de resíduo em quantidades semelhantes.

Assume-se que os resultados da amostragem de resíduo sólido domiciliar servem de referência para se estimar valores potenciais da RMC. Salienta-se a importância de considerar as características locais de cada município para se precisar a quantidade e composição do resíduo sólido domiciliar gerado/descartado, assim como o potencial de minimização e a elaboração de políticas de resíduo para a RMC.

O resultado da caracterização de resíduo sólido domiciliar apresentado nesta tese pode servir de indicativo para as prefeituras municipais na busca de soluções conjuntas (três municípios) ou isoladas (cada prefeitura).

Porém, a prática de políticas/ações conjuntas não deve estar dissociada do entendimento de que, como definido por princípio constitucional (BRASIL, 1988), o gerenciamento de resíduo

sólido, assim como a responsabilidade pelos impactos dele correntes, é atribuição da municipalidade.

Como os resultados tanto das quantidades de resíduo sólido domiciliar coletado/amostrado, quanto da composição deste assemelham-se, as diretrizes sobre ações que poderiam vir a ser implementadas devem ser elaboradas conjuntamente pelas administrações municipais de Campinas, Valinhos e Vinhedo. Ou seja, uma primeira etapa na busca de alternativas para da minimização de resíduo sólido pode ser a interação/ação conjunta do diretor do Departamento de Limpeza Urbana de Campinas, do diretor de Limpeza Urbana de Valinhos e do secretário de Serviços Públicos Municipais de Vinhedo.

Pode-se afirmar que a minimização de resíduo sólido e dos impactos resultantes depende principalmente da mudança de atitude e hábitos da população e da forma de atuação política dos diferentes agentes envolvidos, se este for o intuito.

Na sequência, são apresentadas alternativas a serem implementadas visando à minimização de resíduo sólido domiciliar, no tocante ao que se entende como atribuição da população.

A redução da produção de resíduo pode ser obtida evitando-se os desperdícios:

- de compra - antes da compra, o cidadão deve ponderar sobre a aquisição de produtos, levando para casa o estritamente necessário, visto que muitos dos produtos descartados como resíduo apresentavam embalagem inviolada e estavam dentro do prazo de validade para consumo;
- de preparo cru – deve ser avaliado o que de fato se pretende consumir antes de se preparar, como por exemplo, saladas e legumes;
- de preparo cozido – deve ser preparado o estritamente necessário ao consumo, em especial, arroz e carne, produtos encontrados em maior quantidade;
- de consumo – sempre que possível, deve-se acondicionar e guardar as sobras de alimentos, como por exemplo, pedaços de sanduíches, sobras de frutas e biscoitos.

A reutilização, apesar de não ter sido objeto de análise sistemática deste estudo, também apresenta potencial, posto que foram encontradas grandes quantidades de embalagens passíveis de reaproveitamento, entre estas, potes de sorvete e vidro.

A possibilidade de ampliação dos índices de reciclagem demanda que a população se conscientize da importância de manejar seu resíduo adequadamente, separando o material passível de reciclagem dos demais e realizando operações de limpeza. Esta afirmação fundamenta-se por se ter observado que grande fração do resíduo potencialmente reciclável é descartada com os demais materiais.

A limpeza do material nos processos de reciclagem, além de encarecer o processo por demandar, entre outros, energia e água, pode acarretar impactos ambientais superiores ao associados ao processamento de matéria-prima virgem (processo primário).

Há necessidade de adequação dos programas de coleta seletiva e ampliação de metas de reciclagem. Porém, com base nas informações levantadas no Capítulo 2 e tomando-se como referência a prática dos municípios, são feitas as seguintes considerações:

- quando se planeja o gerenciamento de resíduo sólido, idealizando-se a melhoria da qualidade do ambiente, a abordagem deve ser preventiva, ou seja, deve-se conceber a menor geração de resíduo. Para o resíduo gerado, deve-se prever a possibilidade de reutilização e, só depois, a de reciclagem, ao contrário do que acontece atualmente;

- assumindo-se que a reciclagem é uma das alternativas para minorar os problemas decorrentes da produção e do descarte de resíduo, a administração dos programas de reciclagem deve voltar-se eminentemente ao trato com o resíduo. Neste processo, há a necessidade de formalização e profissionalização do trabalho, ao contrário do que aconteceu nos municípios estudados nesta tese, especialmente em Campinas, onde parte da coleta seletiva é atribuição de catadores (Capítulo 5). No processamento de resíduo devem trabalhar pessoas treinadas/capacitadas para o manejo, em locais com condições técnicas adequadas.

Salienta-se que, atualmente, quando se trata da mão-de-obra envolvida no processo de reciclagem de resíduo sólido, é necessário o discernimento de que as questões ambientais e sociais estão associadas a esta atividade, ou seja, a reciclagem é impulsionada, de um lado, pela oferta de material reciclável descartado como resíduo e, de outro, pela busca de recursos (trabalho e renda) no resíduo sólido para subsistência por uma parcela da população. Contudo, as questões sociais envolvidas no processo são tratadas unificadas com as ambientais.

É necessário o entendimento de que o aumento do número de pessoas trabalhando em atividade relacionada a resíduo (coleta e triagem) é consequência da demanda social por emprego e renda e que essas pessoas vêm no resíduo uma forma de sobrevivência.

Provavelmente, este entendimento da questão pode resultar na melhoria da qualidade de trabalho das pessoas envolvidas, redução do número de catadores e, conseqüentemente, em menor risco à saúde humana, assim como na melhoria da qualidade de vida.

Reportando-se ao contexto da Região Metropolitana de Campinas, deve ser avaliada a possibilidade de implementação de parcerias entre municípios ou para a região, buscando-se soluções conjuntas aos problemas decorrentes da geração/disposição de resíduo sólido domiciliar. Entre as soluções que podem ser adotadas conjuntamente estão:

- a elaboração de políticas regionais, a exemplo das tentativas feitas para a RBPC (Região da Bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá), onde a RMC está incluída;
- o gerenciamento conjunto (tratamento e disposição de resíduo), como é feito atualmente no município de Vinhedo, cujo resíduo é disposto em aterro consorciado; e,
- poderiam ser avaliadas as possibilidades de se instituir centros regionais de triagem e processamento (prensagem e enfardamento), localizados em pontos próximos às indústrias de reciclagem, mas não muito distantes dos locais de disposição de resíduo para o descarte do rejeito da triagem, considerando-se que a distância entre os pontos de coleta de resíduo e os locais de beneficiamento/reciclagem interfere no custo do transporte e no consumo de energia.

Do ponto de vista das questões energéticas associadas ao resíduo sólido domiciliar, a atuação conjunta entre os municípios pode ser entendida como opção válida, seja pela recuperação da fração energética do resíduo, seja pela conservação de energia.

A reutilização de resíduo também pode ser uma alternativa para minorar os impactos energéticos associados ao resíduo, podendo ser obtida com a reutilização de embalagens (vidro e plástico), material que, em geral, é descartado como resíduo sólido.

Como verificado, há um potencial teórico de reciclagem que varia entre 19% em Campinas, 17% em Valinhos e 16% em Vinhedo. O potencial de conservação de energia resultante da reciclagem deste resíduo sólido é avaliado na seqüência, no Capítulo 7.

Capítulo 7

Estimativas do potencial de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo domiciliar produzido em Campinas, Valinhos, Vinhedo e Região Metropolitana de Campinas

Neste capítulo foi estimado o potencial de conservação de energia elétrica que poderá ser obtido por meio da reciclagem de resíduo sólido domiciliar produzido nos municípios Campinas, distrito de Barão Geraldo, Valinhos e Vinhedo e RMC.

Foram considerados os valores teóricos máximos de potencial de reciclagem e de conservação de energia elétrica associada. Em outras palavras, considerou-se como viável todo o potencial de reciclagem obtido nesta pesquisa, conforme analisado no Capítulo 6.

Na Figura 2.5 (Capítulo 2) foram apresentados os dados energéticos utilizados como fator de conversão para se estimar o potencial de evitar o consumo de energia elétrica com a reciclagem do resíduo.

7.1 Estimativas de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido em Barão Geraldo e no município de Campinas

Neste item, foi avaliado o potencial de energia elétrica evitável do resíduo sólido resultante da coleta seletiva oficial e informal, além de estimativas para o município de Campinas.

7.1.1 Conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo coletado seletivamente em Campinas

Para estimar a energia elétrica potencialmente evitável com a reciclagem de resíduo proveniente da coleta seletiva em Campinas, foram consideradas as seguintes grandezas:

- quantidade de resíduo coletada – considerou-se os dados sobre a coleta oficial de resíduo, apresentados no Capítulo 5. Verificou-se que foram coletadas seletivamente uma média de 7 t/dia, resultando em torno de 210 t/mês; e,

- composição do resíduo proveniente da coleta seletiva - retomou-se os valores sobre a composição do resíduo obtida na amostragem da coleta seletiva, conforme apresentado na Figura 6.3 (Capítulo 6).

Na Tabela 7.1 é apresentada a estimativa da quantidade mensal de cada fração de material encontrado no resíduo proveniente da coleta seletiva.

Tabela 7.1 Estimativa da composição do resíduo sólido domiciliar recolhido mensalmente por meio da coleta seletiva no município de Campinas (2004)

MATERIAL		Composição do resíduo – coleta seletiva	
		Percentual encontrado na amostragem	Quantidade estimada (t/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	20,9	43,9
	METAL FERROSO	1,6	3,4
	ALUMÍNIO	0,6	1,3
	VIDRO	7,5	15,7
	PLÁSTICO	9,9	20,8
MATÉRIA ORGÂNICA	DESPERDÍCIO	6,4	13,4
	DEMAIS MATÉRIA ORGÂNICA	20,8	43,7
DEMAIS RESÍDUOS		32,3	67,8
TOTAL GERAL		100	210

No decorrer deste capítulo, sempre que for estimada a quantidade de resíduo produzida, estão agrupados na categoria “demais resíduos” os resultados obtidos para o material classificado como fração não reciclável de plástico, papel, vidro e metal, resíduo de jardim, resíduo perigoso, embalagem multicamada, têxtil e outros.

Do material descartado na coleta seletiva, 40,5% foi classificado como passível de reciclagem e 31,7% (82,7 kg dos 260,9 kg) foi constituído por matéria orgânica, sendo considerado como desperdício 6,4% deste material. Evitando-se a produção do material classificado como desperdício na amostragem da coleta seletiva (13,4 t/mês), deixa-se, conseqüentemente, de consumir energia elétrica associada ao processo produtivo, acondicionamento, armazenamento, transporte, distribuição e preparo destes alimentos.

Com base na quantidade mensal de cada categoria de material potencialmente reciclável coletada seletivamente em Campinas, na Tabela 7.2, é apresentado o resultado do cálculo do potencial de conservação de energia elétrica obtido com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar. Na Figura 7.1 é possível a visualização deste resultado.

Tabela 7.2 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar recolhido mensalmente, por meio da coleta seletiva no município de Campinas (2004)

MATERIAL		Quantidade de resíduo coletada seletivamente (t/mês)	Conservação de energia elétrica	
			Fator de conversão (GJ/t)	Energia elétrica evitada (GJ/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	43,9	12,6	553
	METAL FERROSO	3,4	21,8	74
	ALUMÍNIO	1,3	51,3	67
	VIDRO	15,7	2,2	35
	PLÁSTICO	20,8	19,1	397
TOTAL MATERIAL TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL		85,1	-	1.126

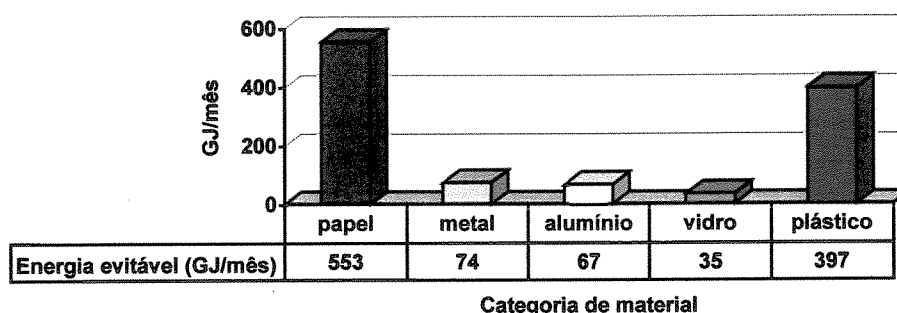


Figura 7.1 Energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar recolhido mensalmente, por meio da coleta seletiva no município de Campinas (2004)

Apesar do papel não ser o material mais energo-intensivo em seu processamento, este apresentou maior potencial de evitar consumo de energia, posto que constitui mais de 20% do

resíduo amostrado. Na sequência, apareceu o plástico, segundo principal componente em quantidade, sucedido por vidro, metal ferroso e alumínio. Junto, se reciclado, o material coletado seletivamente em Campinas potencializa conservar 1.126 GJ/mês de energia elétrica, o que é suficiente para abastecer mais de 1.500 residências, com consumo médio de 200 kWh/mês (0,72 GJ/mês).

7.1.2 Estimativas para o distrito de Barão Geraldo e município de Campinas com base nos dados da amostragem

Para estimar a produção de resíduo sólido domiciliar no distrito de Barão Geraldo, apresentada na Tabela 7.3, foram considerados:

- quantidade de resíduo sólido domiciliar - partiu-se dos dados sobre a taxa de geração de resíduo por domicílio resultante dos dados da amostragem no distrito (1,1 kg/domicílio) e da informação de que, no distrito de Barão Gerado, há 13.124 domicílios (IBGE, 2004a); multiplicou-se a taxa de geração de resíduo por domicílio pelo número de domicílios do distrito e obteve-se o total de resíduo gerado ($13.124 \times 1,1 = 14.436,4$ kg), aproximadamente, 14,5 toneladas de resíduo sólido gerado por dia, uma média de 433 t/mês.

- composição do resíduo – foram considerados os percentuais resultantes da amostragem de resíduo sólido domiciliar realizada no distrito de Barão Geraldo.

Tabela 7.3 Estimativa da quantidade de resíduo sólido domiciliar produzido mensalmente em Barão Gerado (2004)

MATERIAL		Composição do resíduo	
		Percentual encontrado na amostragem	Quantidade estimada (t/mês)
TRADICIONALMENTE REICLÁVEL	PAPEL	8,2	36
	METAL FERROSO	1,3	6
	ALUMÍNIO	0,3	1
	VIDRO	2,9	13
	PLÁSTICO	6,2	27
MATÉRIA ORGÂNICA	DESPERDÍCIO	11,9	52
	DEMAIS MATÉRIA ORGÂNICA	29,5	128
DEMAIS RESÍDUOS		39,7	172
TOTAL GERAL		100	433

Do material potencialmente descartado como resíduo sólido domiciliar em Barão Geraldo, 51,5 toneladas/mês poderiam ser evitadas, potencializando a redução do consumo de energia elétrica associado ao seu ciclo de vida. Entre o material amostrado, 18,9% foram potencialmente recicláveis, o que perfaz um total de, aproximadamente, 83 t/mês e 1.180 GJ/mês de energia elétrica evitável, como mostrado na Tabela 7.4. Este valor revelou-se muito próximo àquele encontrado para o material coletado seletivamente em Campinas.

Tabela 7.4 Estimativa da energia elétrica evitável mensalmente, com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no distrito de Barão Geraldo (2004)

MATERIAL		Quantidade de resíduo estimada (t/mês)	Conservação de energia elétrica	
			Fator de conversão (GJ/t)	Energia elétrica evitada (GJ/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	36	12,6	454
	METAL FERROSO	6	21,8	131
	ALUMÍNIO	1	51,3	51
	VIDRO	13	2,2	29
	PLÁSTICO	27	19,1	516
TOTAL MATERIAL TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL		83	-	1.180

Na Figura 7.2 é possível visualizar este resultado. Observa-se também que, do mesmo modo que na coleta seletiva, o papel foi o principal componente em quantidade do material classificado como potencialmente reciclável. Contudo, como o processamento do plástico demanda mais energia elétrica, em termos absolutos, este foi o material que mais potencializou a conservação de energia elétrica com a reciclagem em Barão Geraldo.

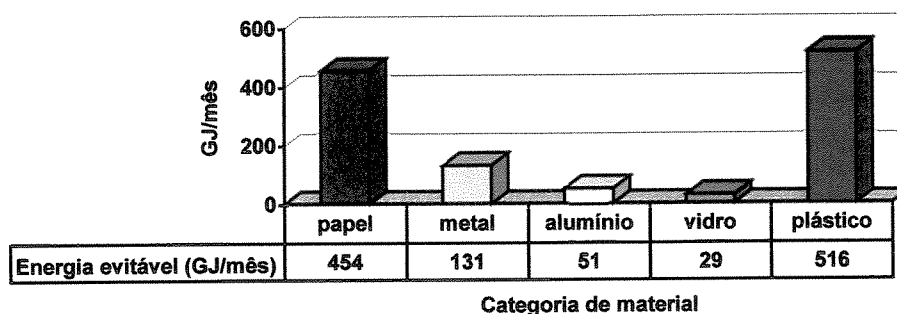


Figura 7.2 Energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido mensalmente, no distrito de Barão Geraldo - Campinas (2004)

Considerando como válidos os resultados da amostragem de resíduo no distrito de Barão Geraldo para todo o município de Campinas (taxa de geração e composição), são produzidas mensalmente, neste município, em média, 9.350 t de resíduo sólido domiciliar, como mostrado na Tabela 7.5. Para estimar este valor, partiu-se dos dados sobre a taxa de geração de resíduo por domicílio (1,1 kg/domicílio/dia), e da informação de que o município possui 283.446 domicílios (IBGE, 2004a); multiplicou-se a taxa de geração de resíduo por domicílio pelo número de domicílios e obteve-se o total de resíduo gerado ($283.446 \times 1,1 = 311.791$ kg/dia), próximo a 9.350 t/mês.

Tabela 7.5 Estimativa da quantidade de resíduo sólido domiciliar produzida mensalmente em Campinas (2004)

MATERIAL		Composição do resíduo	
		Percentual encontrado na amostragem	Quantidade estimada (t/mês)
TRADICIONALMENTE REICLÁVEL	PAPEL	8,2	767
	METAL FERROSO	1,3	122
	ALUMÍNIO	0,3	28
	VIDRO	2,9	270
	PLÁSTICO	6,2	580
MATÉRIA ORGÂNICA	DESPERDÍCIO	11,9	1.113
	DEMAIS MATÉRIA ORGÂNICA	29,5	2.758
DEMAIS RESÍDUOS		39,7	3.712
TOTAL GERAL		100	9.350

Do material teoricamente descartado em Campinas, 1.113 t/mês são matéria orgânica passível de redução da produção. Conseqüentemente, a redução dessa quantidade leva à proporcional diminuição de energia desperdiçada em seu processo produtivo, visto que são produtos descartados antes de serem consumidos.

Em torno de 19% do material descartado (1.767 t/mês) é classificado como reciclável. A efetiva reciclagem deste material possibilita evitar o consumo de 25.420,26 GJ/mês (Tabela 7.6), o que representa quase 22 vezes o valor encontrado para Barão Geraldo, considerando-se o mesmo tipo de coleta.

Tabela 7.6 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido mensalmente em Campinas (2004)

MATERIAL		Quantidade de resíduo estimada (t/mês)	Conservação de energia elétrica	
			Fator de conversão (GJ/t)	Energia elétrica evitada (GJ/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	767	12,6	9.664
	METAL FERROSO	122	21,8	2.660
	ALUMÍNIO	28	51,3	1.436
	VIDRO	270	2,2	594
	PLÁSTICO	580	19,1	11.078
TOTAL MATERIAL TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL		1.767	-	25.432

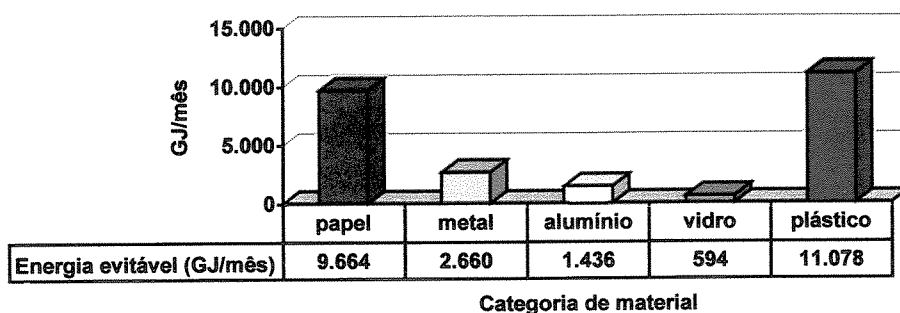


Figura 7.3 Energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido mensalmente no município de Campinas (2004)

Em Campinas, o maior potencial de conservação de energia elétrica, em termos absolutos, resulta da reciclagem do plástico, como se pode verificar na Figura 7.3. Mas o alumínio, apesar da pequena participação no montante de resíduo sólido domiciliar amostrado (0,3% do total), por resultar de processos energo-intesivos, potencializa índice de conservação de energia elétrica superior ao do vidro, o qual representa 2,9% do total de resíduo.

7.1.3 Coleta informal

Como já argumentado ao longo desta tese, a coleta informal de resíduo sólido domiciliar traz importante contribuição para o incremento dos índices de reciclagem. No município de Campinas, no ano de 2000, verificou-se que a coleta informal de resíduo sólido domiciliar foi 20% superior à coleta oficial (STREB, 2001).

Ressalta-se que a coleta informal é uma atividade bastante dinâmica, cuja quantidade de material pode variar de acordo com as conjunturas sócio-político-econômica municipal ou regional. A administração municipal reconhece que a atividade dos coletores informais intensificou-se nos últimos anos, como relatado por Fernandes Jr. (2004).

Deste modo, se de fato houver diferença entre os resultados obtidos por Streb (2001) e os atuais, com relação à quantidade de resíduo coletado informalmente, esta diferença para mais, visto que, como já argumentado, há indícios de que houve incremento dessa coleta informal. Portanto, a quantidade de resíduo coletada pelos catadores de Campinas deve ser, no mínimo, 20% superior à de resíduo coletado oficialmente.

Assim, se o resultado obtido por Streb (2001) ainda for um adequado indicativo para Campinas, e considerando-se que a fração não reciclável não é coletada pelos catadores (posto que estes só recolhem material com condições técnicas de reciclagem), a quantidade de resíduo coletada informalmente em Campinas é da ordem de 102 t/mês (85,1 t/mês de material potencialmente reciclável coletados oficialmente, acrescido de 20%). Supondo-se, ainda, que o resíduo proveniente da coleta informal tenha a mesma composição obtida por Streb (2001), a quantidade e composição do material potencialmente coletado pelos catadores de Campinas estão expressas na Tabela 7.7.

Tabela 7.7 Estimativa da quantidade de resíduo sólido domiciliar potencialmente coletada, mensalmente, pelos catadores de Campinas (2004)

MATERIAL		Geração de resíduo	
		Percentual encontrado na amostragem	Quantidade estimada (t/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	45	45,9
	METAL FERROSO	36	36,7
	ALUMÍNIO	4	4,1
	VIDRO	8	8,2
	PLÁSTICO	7	7,1
TOTAL MATERIAL TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL		100	102

Com a reciclagem do resíduo potencialmente coletado informalmente no município de Campinas, pode-se evitar o consumo de 1.742 GJ/mês de energia elétrica (Tabela 7.8).

Tabela 7.8 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente coletado mensalmente, pelos catadores de Campinas (2004)

MATERIAL		Quantidade de resíduo estimada (t/mês)	Conservação de energia elétrica	
			Fator de conversão (GJ/t)	Energia elétrica evitada (GJ/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	45,9	12,6	578
	METAL FERROSO	36,7	21,8	800
	ALUMÍNIO	4,1	51,3	210
	VIDRO	8,2	2,2	18
	PLÁSTICO	7,1	19,1	136
TOTAL MATERIAL TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL		102	-	1.742

Na coleta informal, diferente das demais formas de coleta de resíduo, o metal ferroso é o material que apresentou maior potencial de evitar o consumo de energia elétrica com a reciclagem, como mostrado na Figura 7.4.

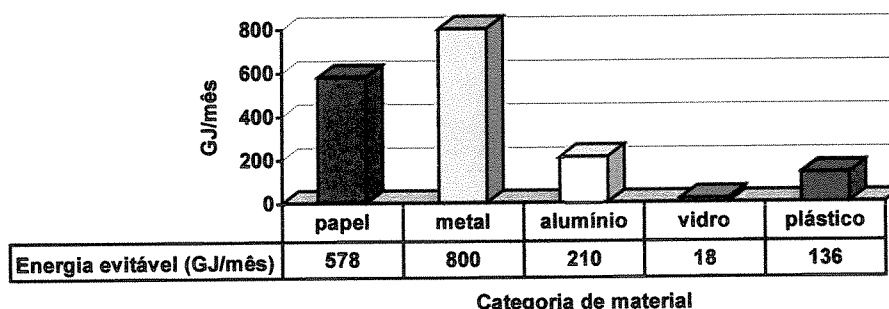


Figura 7.4 Energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente coletado mensalmente, pelos catadores no município de Campinas (2004)

Do resíduo coletado pelos catadores, o papel é o principal componente em quantidade (45% do total), seguido pelo metal ferroso (36%), o qual, por demandar mais energia em seu processo produtivo, representa o maior potencial (46% do potencial) de conservar energia elétrica.

Com relação à pequena participação do plástico na composição do resíduo recolhido pelos catadores, destaca-se que este material não despertava interesse de coleta em função de seu baixo valor de mercado e também por constituir-se de embalagens com grandes volumes, o que diminuía o espaço nos carros/carroças para a coleta de outros materiais com maior valor de mercado, como relatado por Streb (2001).

7.1.4 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido no município de Campinas

Considerando que todo o resíduo potencialmente reciclável resultante das diferentes formas de coleta em Campinas (coleta formal e informal) seja efetivamente reciclado; e que a demanda energética nos processo de reciclagem seja a apresentada na literatura como demanda média por tonelada, o potencial de conservação de energia elétrica resultante da reciclagem do resíduo produzido em Campinas é o apresentado na Tabela 7.9.

Na Tabela 7.9 é apresentado o potencial de conservação de energia com o resíduo teoricamente produzido em Campinas. Esse dado resultou da soma da estimativa do potencial de conservação de energia, relativo ao resíduo amostrado nesta tese (coleta comum e seletiva), e o potencial de conservação de energia, referente à coleta informal. Ressalte-se apenas que, ao potencial total calculado, não foi utilizada a estimativa feita no item 7.1.1, posto que os valores referentes à coleta seletiva já estão inclusos na estimativa a partir dos dados da amostragem.

Tabela 7.9 Estimativa do potencial de conservação de energia elétrica resultante da reciclagem do resíduo produzido em Campinas

MATERIAL		Conservação de energia elétrica com a reciclagem (GJ/mês)		
		Coleta oficial	Coleta informal	Total
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	9.664	578	10.242
	METAL FERROSO	2.660	800	3.460
	ALUMÍNIO	1.436	210	1.646
	VIDRO	594	18	612
	PLÁSTICO	11.078	136	11.214
TOTAL POR TIPO DE COLETA		25.432	1.742	27.174

Na figura 7.5 é apresentado o potencial teórico de conservação de energia elétrica resultante da reciclagem do material tradicionalmente reciclável estimado como produzido em Campinas, por categoria de material. O valor extrapolado, a partir dos resultados obtidos em Barão Geraldo, como potencial total por forma de coleta de resíduo é apresentado na Figura 7.6.

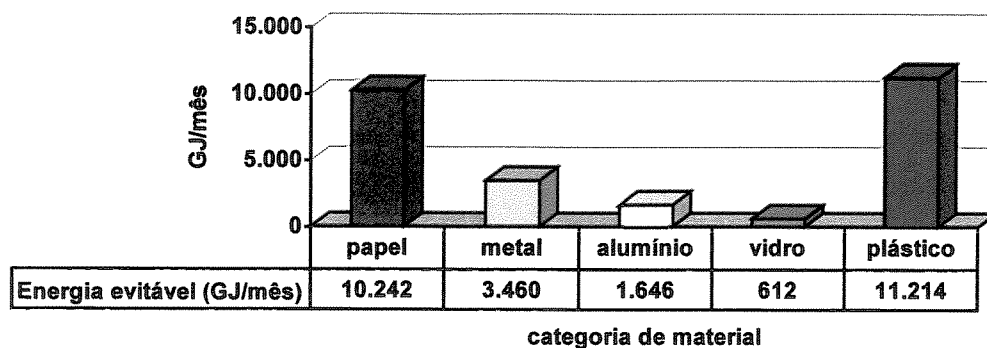


Figura 7.5 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Campinas, por tipo de material

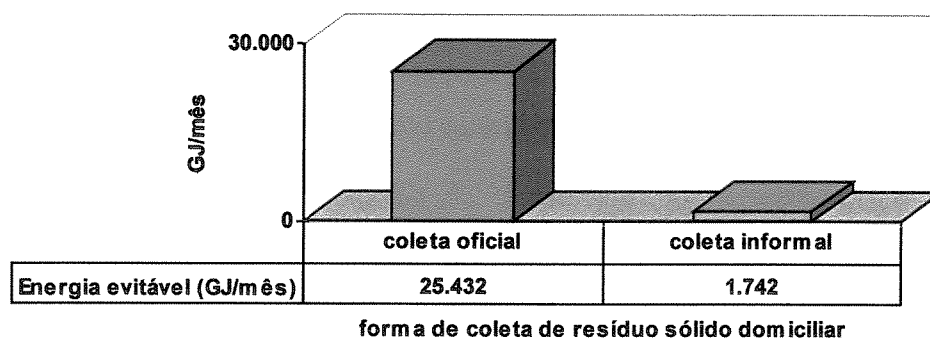


Figura 7.6 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Campinas, por forma de coleta

Para se ter noção de grandeza sobre o potencial de energia elétrica evitada com a reciclagem de resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Campinas, é possível comparar os resultados estimados com as quantidades de energia elétrica consumidas no município (dados do Capítulo 4). Verifica-se que a energia elétrica potencialmente conservada com a reciclagem do resíduo teoricamente produzido em Campinas (27.174 GJ/mês) equivale a 0,3% da energia elétrica consumida no município (8.626.802 GJ/mês, segundo dados da EMPLASA, 2004).

Considerando-se que o resíduo amostrado foi gerado exclusivamente no setor residencial, tomou-se como base, para a comparação entre o potencial de conservação de energia do resíduo e

a demanda de energia, o consumo de eletricidade do setor residencial, como mostrado na Figura 7.7.

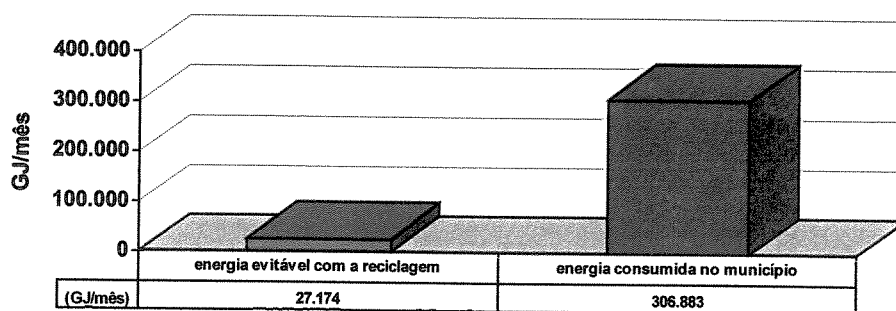


Figura 7.7 Comparação entre potencial de conservação de energia elétrica pela reciclagem e consumo de energia elétrica no setor residencial em Campinas

Verifica-se que, comparado com o consumo de energia elétrica do setor residencial no município de Campinas, o potencial de conservação de energia com a reciclagem equivale a 8% da energia demandada média mensal no município.

7.2 Estimativas de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido no município de Valinhos

Do mesmo modo que para o município de Campinas, foi avaliado o potencial para evitar o consumo de energia elétrica com a reciclagem de resíduo sólido domiciliar para o resíduo recolhido pela coleta seletiva e para o total de resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no município de Valinhos.

7.2.1 Conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo coletado seletivamente em Valinhos

Para avaliar o potencial de conservação de energia elétrica resultante da reciclagem do resíduo coletado seletivamente em Valinhos foram considerados os seguintes dados:

- quantidade de resíduo - retomando-se os dados sobre a coleta oficial de resíduo apresentados no Capítulo 5, verificou-se que são coletadas seletivamente, em média, 100 toneladas por mês; e,

- composição do resíduo – o resíduo sólido domiciliar proveniente da coleta seletiva não foi objeto de caracterização, visto que esta forma de coleta era incipiente no município no período da realização da amostragem. Assim, serão considerados os dados sobre a composição do resíduo publicada por Ferruccio (2003), apresentada no Capítulo 5.

Tabela 7.10 Estimativa da composição do resíduo sólido domiciliar recolhido mensalmente por meio da coleta seletiva no município de Valinhos (2004)

MATERIAL		Composição do resíduo – coleta seletiva	
		Percentual encontrado na amostragem	Quantidade estimada (t/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	15	15
	METAL FERROSO	7	7
	ALUMÍNIO	3	3
	VIDRO	18	18
	PLÁSTICO	30	30
DEMAIS RESÍDUOS		27	27
TOTAL GERAL		100	100

A quantidade de energia elétrica evitável com a reciclagem do material coletado seletivamente em Valinhos esta expressa na Tabela 7.11.

Tabela 7.11 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar recolhido, mensalmente, por meio da coleta seletiva no município de Valinhos (2004)

MATERIAL		Quantidade de resíduo coletada seletivamente (t/mês)	Conservação de energia elétrica	
			Fator de conversão (GJ/t)	Energia elétrica evitada (GJ/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	15	12,6	189
	METAL FERROSO	7	21,8	153
	ALUMÍNIO	3	51,3	154
	VIDRO	18	2,2	39
	PLÁSTICO	30	19,1	573
TOTAL MATERIAL TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL		100	-	1.108

No resíduo proveniente da coleta seletiva de Valinhos, o plástico é o principal componente em quantidade e, em consequência disso, sua reciclagem apresenta o maior potencial de conservação de energia. Com efeito, o plástico equivale a 30% do resíduo e 51% da energia elétrica potencialmente evitável como pode ser visualizada na Figura 7.8.

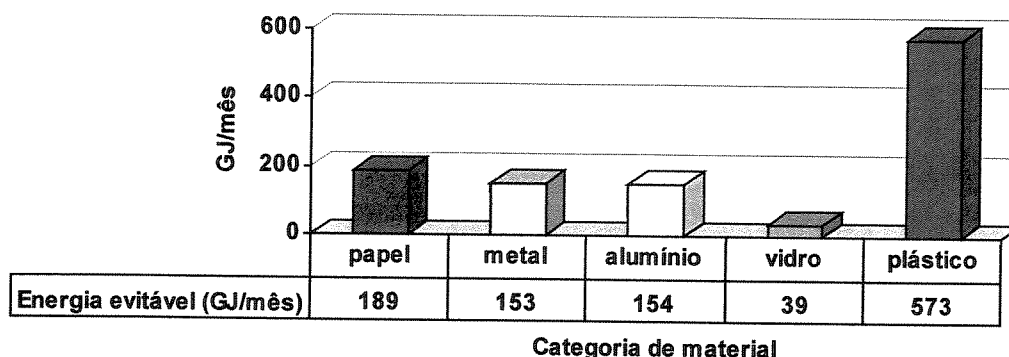


Figura 7.8 Energia elétrica evitável mensalmente com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar coletado seletivamente no município de Valinhos (2004)

Destaca-se que o alumínio é o terceiro em potencial de conservação de energia, com 14% do total de energia potencialmente evitável, mesmo sendo o quinto componente em quantidade. Tal potencial deve-se ao fato desse material resultar de processo de fabricação energo-intensivo.

7.2.2 Estimativas para o município de Valinhos com base nos dados da amostragem

Para estimar a geração de resíduo, partiu-se dos dados sobre a taxa de geração de resíduo por domicílio (1,1 kg/domicílio) e da informação de que o município de Valinhos possui 23.365 domicílios (IBGE, 2004a); multiplicou-se a taxa de geração de resíduo por domicílio pelo número de domicílios do distrito e obteve-se o total de resíduo gerado ($23.365 \times 1,1 = 25.701,5$ kg), aproximadamente, 25,7 toneladas de resíduo sólido gerado por dia, perfazendo uma média de 771 t/mês de resíduo sólido domiciliar, como mostrado na Tabela 7.12.

Tabela 7.12 Estimativa da quantidade de resíduo sólido domiciliar produzido mensalmente em Valinhos (2004)

MATERIAL		Composição do resíduo	
		Percentual encontrado na amostragem	Quantidade estimada (t/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	7,8	60
	METAL FERROSO	1,2	9
	ALUMÍNIO	0,2	2
	VIDRO	1,9	15
	PLÁSTICO	5,9	45
MATÉRIA ORGÂNICA	DESPERDÍCIO	13,3	102
	DEMAIS MATÉRIA ORGÂNICA	29,5	227
DEMAIS RESÍDUOS		40,2	310
TOTAL GERAL		100	771

Verificou-se, na amostragem de resíduo sólido domiciliar, que 13,3% do total amostrado era composto de matéria orgânica classificada como desperdício. Deste modo, no município de Valinhos, 102 t/mês de resíduo poderiam deixar de ser descartados, evitando-se, assim, o desperdício de energia associado ao ciclo de vida deste material.

De acordo com os resultados da amostragem, do total de resíduo potencialmente produzido em Valinhos, 17% foi classificado como material reciclável, um total de 131 t/mês. Se este resíduo for reciclado, pode-se evitar o consumo de 1.947 GJ/mês de energia elétrica, como mostrado na Tabela 7.13.

Tabela 7.13 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no município de Valinhos

MATERIAL		Quantidade de resíduo estimada (t/mês)	Conservação de energia elétrica	
			Fator de conversão (GJ/t)	Energia elétrica evitada (GJ/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	60	12,6	756
	METAL FERROSO	9	21,8	196
	ALUMÍNIO	2	51,3	103
	VIDRO	15	2,2	33
	PLÁSTICO	45	19,1	860
TOTAL MATERIAL TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL		131	-	1.947

Na Figura 7.9 é possível visualizar este potencial de conservação de energia elétrica. Verifica-se que, assim como na coleta seletiva, o plástico apresentou o maior potencial de conservação de energia com a reciclagem.

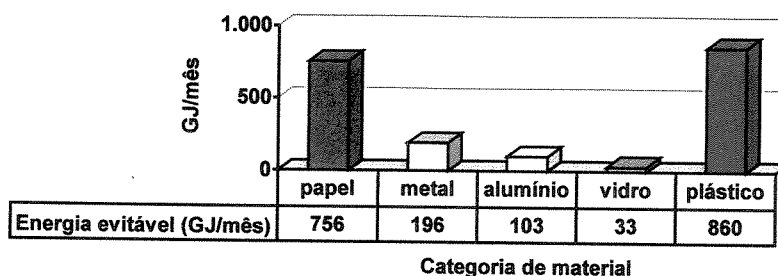


Figura 7.9 Energia elétrica evitável mensalmente com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no município de Valinhos (2004)

Verifica-se que, assim como para o resíduo proveniente da coleta seletiva, apesar de papel ser o principal componente em quantidade, o maior potencial de conservação de energia é o do plástico.

7.2.3 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido no município de Valinhos

Considerando que todo o resíduo potencialmente reciclável resultante das diferentes formas de coleta em Valinhos (comum e seletiva) seja efetivamente reciclado e que a demanda energética da reciclagem seja a apresentada na literatura, o potencial de conservação de energia elétrica da reciclagem do resíduo produzido em Valinhos é o apresentado na Tabela 7.14.

Tabela 7.14 Estimativa do potencial de conservação de energia elétrica resultante da reciclagem do resíduo produzido em Valinhos

MATERIAL		Conservação de energia elétrica com a reciclagem (GJ/mês)		
		Coleta comum	Coleta seletiva	Total
TRADICIONALMENTE REICLÁVEL	PAPEL	756	189	945
	METAL FERROSO	196	153	394
	ALUMÍNIO	103	154	257
	VIDRO	33	39	72
	PLÁSTICO	860	573	1.433
TOTAL POR TIPO DE COLETA		1.948	1.108	3.056

Na figura 7.10, é apresentado o potencial teórico de conservação de energia elétrica resultante da reciclagem do material tradicionalmente reciclável estimado como produzido em Valinhos, por categoria de material. O potencial total por forma de coleta de resíduo é apresentado na Figura 7.11.

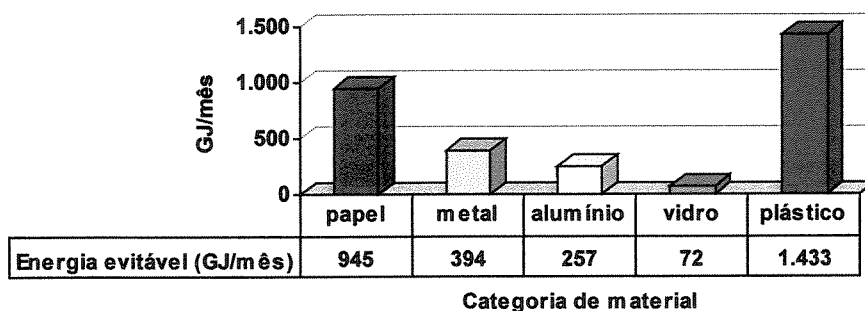


Figura 7.10 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Valinhos, por tipo de material

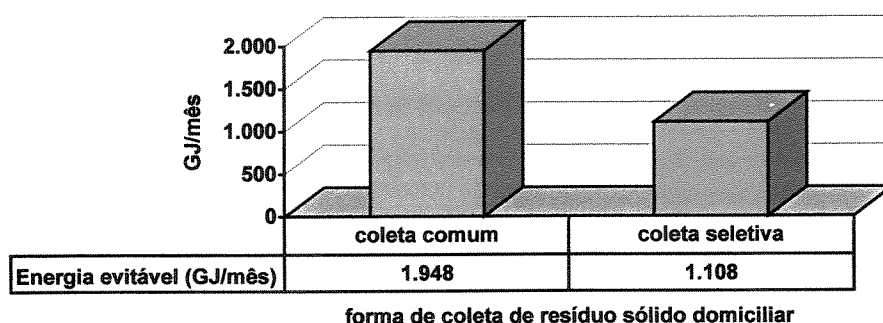


Figura 7.11 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Valinhos, por forma de coleta

Com a comparação entre os resultados obtidos como potencial de conservação de energia elétrica com a reciclagem de resíduo sólido domiciliar e as quantidades de energia elétrica consumidas no município de Valinhos (dados apresentados no Capítulo 4), verifica-se que a energia elétrica potencialmente evitada com a reciclagem do resíduo tradicionalmente reciclável produzido em Valinhos (3.056 GJ/mês) equivale a 0,2% do consumo de energia do município (1.562.468 GJ/mês, segundo dados da EMPLASA, 2004).

Na Figura 7.12 é mostrada a comparação entre o consumo de energia elétrica do setor residencial em Valinhos (EMPLASA, 2004) e o potencial de evitar o consumo de energia com a reciclagem de resíduo sólido domiciliar.

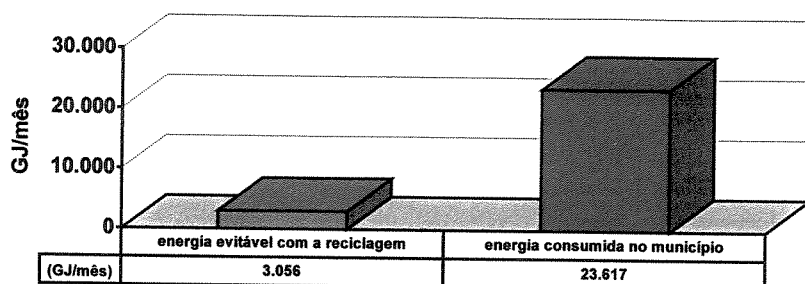


Figura 7.12 Comparação entre potencial de conservação de energia elétrica pela reciclagem e consumo de energia elétrica no setor residencial em Valinhos

O potencial de conservação de energia resultante da reciclagem de resíduo sólido domiciliar corresponde a 13% do consumo de energia no setor residencial em Valinhos.

7.3 Estimativas de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido no município de Vinhedo

Assim como para Campinas e Valinhos, o potencial de conservação de energia resultante de reciclagem do resíduo foi calculado para o município de Vinhedo.

7.3.1 Conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo coletado seletivamente em Vinhedo

Retomando-se os dados apresentados no Capítulo 5, sobre a coleta oficial de resíduo em Vinhedo, observou-se que são coletadas seletivamente, em média, 22 toneladas por mês, cuja composição é apresentada naquele capítulo. Partindo-se daqueles resultados, na Tabela 7.15 é apresentado o resultado da estimativa de produção mensal de resíduo coletado seletivamente.

Tabela 7.15 Estimativa da composição do resíduo sólido domiciliar recolhido mensalmente por meio da coleta seletiva no município de Vinhedo

MATERIAL		Composição do resíduo – coleta seletiva	
		Percentual encontrado na amostragem	Quantidade estimada (t/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	26,3	5,8
	METAL FERROSO	6,3	1,4
	ALUMÍNIO	0,3	0,1
	VIDRO	13,8	3,0
	PLÁSTICO	12,7	2,8
DEMAIS RESÍDUOS		40,6	8,9
TOTAL GERAL		100	22

Considerando que 60% (13,1t/mês) de todo o material coletado seletivamente em Vinhedo é passível de reciclagem, há potencial de conservação de energia elétrica de 169 GJ/mês, como mostrado na Tabela 7.16 e na Figura 7.13.

Tabela 7.16 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar recolhido por meio da coleta seletiva no município de Vinhedo

MATERIAL		Quantidade de resíduo coletada seletivamente (t/mês)	Conservação de energia elétrica	
			Fator de conversão (GJ/t)	Energia elétrica evitada (GJ/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	5,8	12,6	73
	METAL FERROSO	1,4	21,8	30
	ALUMÍNIO	0,1	51,3	5
	VIDRO	3,0	2,2	7
	PLÁSTICO	2,8	19,1	54
TOTAL MATERIAL TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL		13,1	-	169

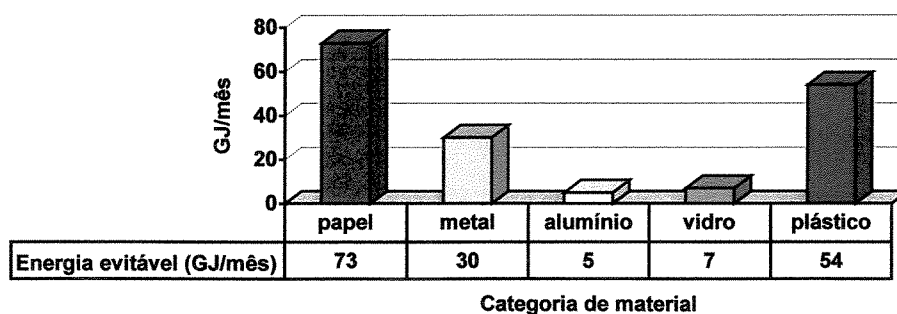


Figura 7.13 Energia elétrica evitável mensalmente com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no município de Vinhedo (2004)

Verifica-se que o papel, principal componente em quantidade no resíduo amostrado como tradicionalmente reciclável em Valinhos (26,3% do total), também é o material que representa, quantitativamente, o maior potencial de conservação de energia.

7.3.2 Estimativas para o município de Vinhedo com base nos dados da amostragem

Para estimar a produção de resíduo sólido domiciliar, apresentada na Tabela 7.17, foram considerados os valores:

- geração de resíduo – partiu-se da taxa de geração de resíduo por domicílio (1,4 kg/domicílio) avaliada no Capítulo 6 e da informação de que o município de Vinhedo possui 12.843 domicílios (IBGE, 2004a); multiplicou-se a taxa de geração de resíduo por domicílio pelo número de domicílios do distrito e obteve-se o total de resíduo gerado ($12.843 \times 1,4 = 17.980$ kg), aproximadamente, 18 toneladas de resíduo sólido gerado por dia, perfazendo uma média de 539 t/mês de resíduo sólido domiciliar; e,
- composição do resíduo – a encontrada na amostragem.

Tabela 7.17 Estimativa da quantidade mensal de resíduo produzida em Vinhedo

MATERIAL		Composição do resíduo	
		Percentual encontrado na amostragem	Quantidade estimada (t/mês)
TRADICIONALMENTE REICLÁVEL	PAPEL	8,7	47
	METAL FERROSO	0,4	2
	ALUMÍNIO	0,2	1
	VIDRO	2,1	11
	PLÁSTICO	4,7	25
MATÉRIA ORGÂNICA	DESPERDÍCIO	12	65
	DEMAIS MATÉRIA ORGÂNICA	25,8	139
DEMAIS RESÍDUOS		42,2	85,8
TOTAL GERAL		100	539

Em Vinhedo, o material classificado como desperdício de matéria orgânica representou 12% do total de resíduo amostrado, ou seja, 65 t/mês poderia não estar sendo descartada no município, evitando-se também o consumo de energia associado.

Do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido em Vinhedo, 16 % (86 t/mês) é reciclável, o que potencializa evitar o consumo de 1.189 GJ/mês de energia elétrica, como mostrado na Tabela 7.18.

Tabela 7.18 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no município de Vinhedo

MATERIAL		Quantidade de resíduo estimada (t/mês)	Conservação de energia elétrica	
			Fator de conversão (GJ/t)	Energia elétrica evitada (GJ/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	47	12,6	592
	METAL FERROSO	2	21,8	44
	ALUMÍNIO	1	51,3	51
	VIDRO	11	2,2	24
	PLÁSTICO	25	19,1	478
TOTAL MATERIAL TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL		86	-	1.189

Na Figura 7.14 é possível avaliar, visualmente, os potenciais de conservação de energia elétrica que podem ser obtidos com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido no município de Vinhedo.

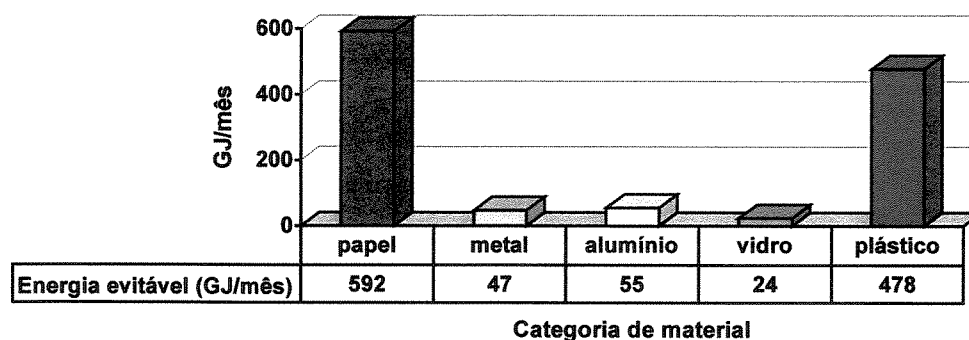


Figura 7.14 Energia elétrica evitável mensalmente com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido no município de Vinhedo (2004)

O papel foi o principal material em termos de potencial de conservação de energia, por representar 55% do resíduo tradicionalmente reciclável amostrado em Vinhedo e 50% da energia potencialmente evitável. A segunda categoria, em termos de conservação de energia, foi o plástico (40% do total).

Destaca-se o fato de que o potencial de conservação de energia resultante do alumínio (4%, do total) ser da mesma ordem do obtido para o metal ferroso (4% do total) e superior ao do vidro (2% do total).

7.3.3 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido no município de Vinhedo

Considerando que todo o resíduo potencialmente reciclável resultante das diferentes formas de coleta em Vinhedo (comum e seletiva) seja efetivamente reciclado e que a demanda energética no processo de reciclagem seja a apresentada na literatura, como demanda média por tonelada, o potencial de conservação de energia elétrica resultante da reciclagem do resíduo é o apresentado na Tabela 7.19.

Tabela 7.19 Estimativa do potencial de conservação de energia elétrica resultante da reciclagem do resíduo produzido em Vinhedo

MATERIAL		Conservação de energia elétrica com a reciclagem (GJ/mês)		
		Coleta comum	Coleta seletiva	Total
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	592	73	665
	METAL FERROSO	44	30	74
	ALUMÍNIO	51	5	56
	VIDRO	24	7	31
	PLÁSTICO	477	54	531
TOTAL POR TIPO DE COLETA		1.189	169	1.358

Na figura 7.15 é apresentado o potencial teórico de conservação de energia elétrica resultante da reciclagem do material tradicionalmente reciclável estimado como produzido em Valinhos, por categoria de material. O potencial total por forma de coleta de resíduo é apresentado na Figura 7.16.

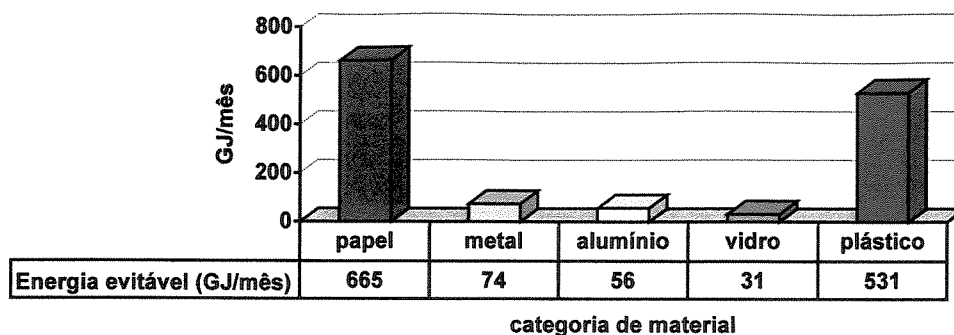


Figura 7.15 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Vinhedo, por tipo de material

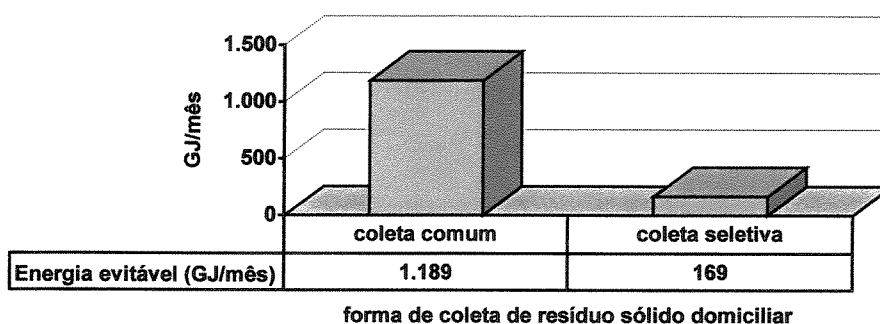


Figura 7.16 Potencial total de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar teoricamente produzido em Vinhedo, por forma de coleta

Por meio da comparação entre resultados obtidos como potencial de conservação de energia elétrica com a reciclagem de resíduo sólido domiciliar e as quantidades de energia elétrica consumidas no município de Vinhedo (dados do Capítulo 4), verifica-se que a energia elétrica potencialmente evitada com a reciclagem do resíduo tradicionalmente reciclável (1.358 GJ/mês) equivale a 0,2% do consumo de energia do município (689.263 GJ/mês).

Na Figura 7.17 é apresentada a comparação entre o potencial de conservação de energia elétrica da reciclagem do resíduo sólido produzido no município e o consumo de energia no setor residencial de Vinhedo (EMPLASA, 2004).

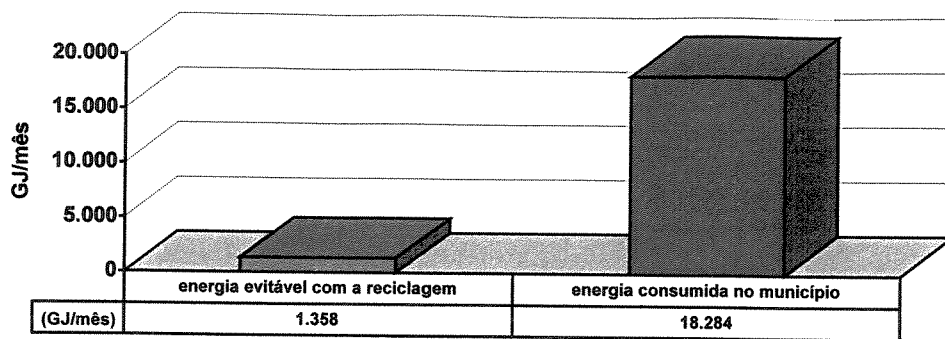


Figura 7.17 Potencial de conservação de energia elétrica pela reciclagem e consumo de energia elétrica no setor residencial em Vinhedo

A conservação de energia teoricamente resultante da reciclagem de resíduo sólido domiciliar é equivalente a 7% do consumo de energia elétrica no setor residencial em Vinhedo.

7.4 Estimativas de conservação de energia elétrica com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar produzido na Região Metropolitana de Campinas

Supondo-se que os resultados da amostragem de resíduo sólido domiciliar dos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo sejam válidos para toda a RMC, foram estimados potenciais médios de produção de resíduo domiciliar e conservação de energia elétrica para a região.

Para estimar a produção de resíduo, foram considerando os seguintes valores:

- quantidade de resíduo – sabendo-se que a taxa de geração de resíduo sólido domiciliar obtida com a caracterização é de 1,1 kg/domicílio/dia em Campinas, 1,1 kg/domicílio/dia em Valinhos e 1,4 kg/domicílio/dia em Vinhedo; calculou-se a média ponderada para ser considerada como taxa de geração de resíduo da RMC, o que potencializa 1,1 kg/domicílio/dia ou 33 kg/domicílio/mês. Multiplicando-se este valor pelo número de domicílios existentes na RMC - 659.519 domicílios (como explicitado no Capítulo 4) - obtém-se a quantidade de resíduo potencialmente produzido na RMC, que é de 21.764 t/mês; e,

- composição do resíduo – como composição do resíduo sólido domiciliar produzido na RMC também foi estimada a média ponderada a partir dos resultados obtidos na amostragem e os resultados deste cálculo são explicitados na Tabela 7.20.

Tabela 7.20 Estimativa da quantidade de resíduo produzida na RMC

MATERIAL		Composição do resíduo	
		Percentual encontrado na amostragem	Quantidade estimada (t/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	8,2	1.785
	METAL FERROSO	1,3	274
	ALUMÍNIO	0,3	63
	VIDRO	2,8	607
	PLÁSTICO	6,1	1.332
MATÉRIA ORGÂNICA	DESPERDÍCIO	12	2.607
	DEMAIS MATÉRIA ORGÂNICA	30	6.420
DEMAIS RESÍDUOS		39,9	8.677
TOTAL GERAL		100	21.764

De acordo com os resultados da amostragem, o índice médio obtido para as categorias de material classificado como desperdício de matéria orgânica foi de 12% do total de resíduo descartado. Para a RMC, este índice potencializa um total de 2.607 t/mês de alimentos potencialmente descartados que poderiam ser evitados, resultando na minoração dos impactos ambientais, sociais e energéticos associados à produção e descarte de resíduo.

O índice médio de material tradicionalmente reciclável obtido para RMC é de 18,7% do total de resíduo potencialmente produzido, ou seja, em torno de 4.070 t de papel, plástico, vidro e metal podem estar sendo descartados por mês nos municípios da RMC.

Os resultados do cálculo do potencial de conservação de energia a partir da reciclagem do resíduo sólido produzido na Região Metropolitana de Campinas são apresentados na Tabela 7.21 e na Figura 7.18.

Tabela 7.21 Estimativa da energia elétrica evitável com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar potencialmente produzido nos municípios da RMC

MATERIAL		Quantidade de resíduo estimada (t/mês)	Conservação de energia elétrica	
			Fator de conversão (GJ/t)	Energia elétrica evitada (GJ/mês)
TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL	PAPEL	1.785	12,6	22.491
	METAL FERROSO	274	21,8	5.973
	ALUMÍNIO	63	51,3	3.232
	VIDRO	607	2,2	1.335
	PLÁSTICO	1.332	19,1	25.441
TOTAL MATERIAL TRADICIONALMENTE RECICLÁVEL		4.061	-	58.473

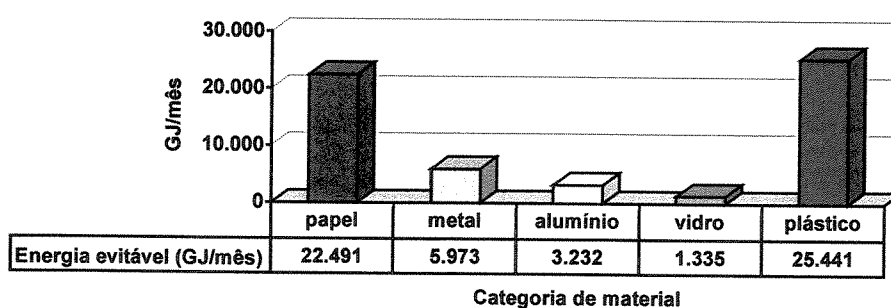


Figura 7.18 Potencial de energia elétrica evitável mensalmente com a reciclagem do resíduo sólido domiciliar da RMC (2004)

Conforme estimativas de produção de resíduo sólido domiciliar para RMC, assim como nos municípios de Campinas e Valinhos, mesmo sendo o papel o principal componente do resíduo sólido (44%) e considerando-se o total de material tradicionalmente reciclável, o resíduo do plástico (32,8% do total de resíduo) representou o maior potencial de conservação de energia (43,5% do total), seguido pelo papel (38,5%). O vidro, terceiro componente do resíduo em quantidade (14,9% do total de resíduo), potencializou 2,3% do total de energia evitável. O metal, quarto componente entre o material tradicionalmente reciclável (6,7% do total), é o terceiro em potencial de conservar energia com a reciclagem.

Do resíduo potencialmente produzido na RMC, o alumínio foi o material que apresentou menor quantidade (1,6% do total de resíduo) mas, o quarto em termos de conservação de energia

(5,5% do total de energia evitável), devido ao seu processo de fabricação ser o que mais demanda energia, quando comparado aos outros materiais descartados como resíduo sólido domiciliar.

Para se ter noção de grandeza sobre o potencial de energia evitável com a reciclagem do material teoricamente produzido nos municípios da RMC, comparou-se a quantidade de energia elétrica passível de conservação com a reciclagem de resíduo sólido domiciliar e o consumo de energia nos municípios da RMC (dados do Capítulo 4). Considerando-se que os dados da amostragem sejam válidos para se fazer estimativas para a Região Metropolitana de Campinas, verificou-se que a energia elétrica potencialmente evitada com a reciclagem do resíduo tradicionalmente reciclável (58.473 GJ/mês) equivaleu a 0,2% do consumo de energia elétrica da região (28.686.996 GJ/mês).

Na Figura 7.19, é apresentado o resultado da avaliação comparativa entre potencial de conservação de energia elétrica potencialmente resultante da reciclagem de resíduo sólido domiciliar na RMC com o consumo de energia elétrica no setor residencial da RMC.

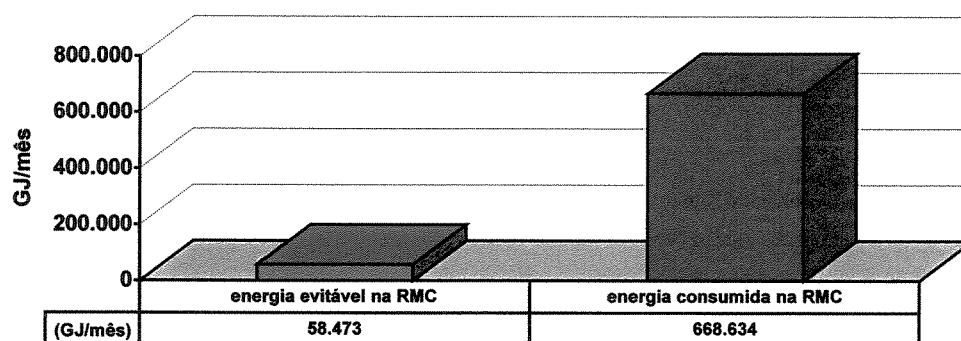


Figura 7.19 Potencial de conservação de energia elétrica pela reciclagem na RMC e consumo de energia elétrica no setor residencial da RMC

Assumindo-se os resultados da amostragem de resíduo sólido domiciliar nos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo como reais para a RMC, a conservação de energia teoricamente resultante da reciclagem de resíduo sólido é equivalente a 8,7% do consumo de energia elétrica no setor residencial da RMC. Isso equivale ao potencial de conservação de energia de 88 MJ/mês por domicílio ou 25 kWh/mês por domicílio.

Concluindo, o potencial de conservação de energia estimado para os três municípios analisados foi: para Campinas, 27.174 GJ/mês; para Valinhos, 3.056 GJ/mês; e, para Vinhedo, 1.358 GJ/mês. Com base nestes dados, obteve-se o potencial total de conservação de energia a partir da reciclagem do resíduo produzido na RMC, equivalente a 58.473 GJ/mês.

Estes valores, quando convertidos em potência média, correspondem, aproximadamente, a 22,5 MW, equivalendo a mais de 2/3 da potência da usina hidrelétrica de Americana (com capacidade instalada de 30MW).

Capítulo 8

Conclusão e sugestões para próximos trabalhos

Neste capítulo são apresentadas as conclusões e as sugestões para próximos trabalhos.

8.1 Conclusões

Tendo como base as configurações político-administrativas regionais e locais no que tange à questão de gestão e gerenciamento de resíduo sólido, foi realizada a caracterização do resíduo sólido domiciliar por meio da análise de sua composição gravimétrica. A partir da análise dos resultados obtidos com essa metodologia de caracterização, obteve-se o potencial de minimização do resíduo sólido domiciliar e, assim, a estimativa da conservação de energia em municípios pertencentes à Região Metropolitana de Campinas – RMC.

Considerando os objetivos desta tese e fundamentando-se nos resultados desta pesquisa, conclui-se que:

- na gestão e no gerenciamento do resíduo sólido municipal deve-se, primeiramente, buscar conhecer o problema, através de caracterização e de toda as configurações político-administrativas regionais e locais;
- as definições de regiões metropolitanas, que as caracterizam como sendo um aglomerado de municípios com características socioeconômicas, demográficas e ambientais semelhantes, de fato, aplicam-se à RMC;

- a produção de resíduo sólido por domicílio nessa região foi superior às médias nacional e estadual e, em geral, o resíduo foi disposto em condições consideradas adequadas do ponto de vista sanitário e ambiental, mas cada município gerenciou seu resíduo independentemente. Não há nenhuma política que considere o contexto regional, mesmo esta sendo entendida como uma tendência atual da gestão de resíduo. Deste modo, evidencia-se a necessidade de uma política de gestão e de gerenciamento para o resíduo metropolitano;

- avaliando a problemática relacionada a resíduo sólido domiciliar, em âmbito municipal, observou-se que Campinas, Valinhos e Vinhedo possuíam características semelhantes no que se refere à gestão e ao gerenciamento desse resíduo;

- a principal meta das três administrações estudadas foi a ampliação da coleta seletiva, visto que a coleta comum, segundo os gestores municipais, estava satisfatória, tanto por sua abrangência quanto pela eficiência;

- nos três municípios analisados, o resíduo proveniente da coleta comum foi destinado aos aterros sanitários. Já o material recolhido seletivamente foi destinado a cooperativas de reciclagem;

- centralidade de poder foi uma característica aplicável à estrutura organizacional da gestão e do gerenciamento de resíduo sólido nos três municípios. Em outras palavras, as decisões relacionadas ao resíduo dependiam apenas de uma pessoa;

- entre os problemas enfrentados pelas administrações municipais, o da descontinuidade política acabou contribuindo negativamente para a viabilização de programas de gerenciamento de resíduo. Tais problemas podem ser amenizados por meio da implementação de programas que efetivamente contemplem o envolvimento dos diferentes atores envolvidos no processo;

- havia um potencial teórico de minimização do total de resíduo sólido domiciliar variando entre 28% em Vinhedo, 33% em Valinhos e 35% em Campinas;

- o potencial de redução da geração de resíduo avaliado foi de 16% em Campinas, 16% em Valinhos e 12% em Vinhedo;

- o potencial teórico de reciclagem variou entre 19% em Campinas, 17% em Valinhos e 16% em Vinhedo;

- os resultados da amostragem de resíduo sólido domiciliar serviram de referência para se estimar valores potenciais para a RMC. Assim, para esta região, foi estimado um potencial de produção de resíduo de 23.083t/mês;

- a maioria do material classificado na amostragem como desperdício poderia deixar de ser descartada, tais como resíduo de papel, plástico, vidro e metal, os quais apresentam condições técnicas para a reciclagem;

- a minimização de resíduo sólido e dos impactos resultantes, depende principalmente da mudança de atitude e de hábitos da população e da forma de atuação política dos diferentes agentes envolvidos;

- do ponto de vista das questões energéticas associadas a resíduo sólido domiciliar, isto é, considerando o potencial de recuperação da fração energética do resíduo e o de conservação de energia, a atuação conjunta entre os municípios pode viabilizar investimentos e infra-estrutura necessários a atividades de reciclagem e projetos de recuperação de energia, entre outros;

- o potencial de conservação de energia elétrica por meio da reciclagem do resíduo sólido domiciliar estimado como produzido em Campinas, Valinhos e Vinhedo foi de: 27.174 GJ/mês, 3.056 GJ/mês e 1.358 GJ/mês, respectivamente;

- a estimativa de potencial de conservação de energia elétrica teoricamente resultante da reciclagem do resíduo potencialmente produzido nos municípios da RMC foi de 58.473 GJ/mês;

- o resultado obtido nesta tese pode servir de referência para as prefeituras municipais na busca da minimização de resíduo sólido domiciliar, ou parte dela e, para o planejamento energético regional.

8.2 Sugestões para próximos trabalhos

Para estudos futuros recomenda-se:

- incorporação da avaliação do potencial de reutilização do material descartado na metodologia de caracterização para obtenção da composição gravimétrica do resíduo sólido;
- avaliação do potencial de minimização de resíduo sólido domiciliar em outros municípios da RMC;
- implementação de ações de minimização de resíduo sólido domiciliar nos municípios;
- análise do potencial de geração de energia a partir do uso de resíduo sólido domiciliar;
- avaliação das possibilidades/viabilidade de efetivação de parcerias entre municípios; e finalmente,
- análise da viabilidade de implementação de projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL -, como forma de melhoria das condições sanitárias, ambientais, energéticas e sociais no gerenciamento do resíduo sólido domiciliar.

Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos Sólidos: Coletânea de Normas - NBR 10004**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ACIC -Associação Comercial e Industrial de Campinas. **Indicadores Econômicos de Campinas -1998**. Disponível em: <http://www.acicnet.org.br/interativo>. Acesso em: 31 mar. 2004.

ALBA, N.; GASSÓ, S.; LACORTE, T.; e, BALDASANO, J.M. **Characterization of Municipal Solid Waste Incineration Residues from Facilities with Different Air Pollution Control Systems**. Institute of Environmental Technology and Modelling (ITEMA), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Catalonia, Spain. Disponível em: <<http://www.awma.org/journal/ShowAbstract.asp?Year=1997&PaperID=425>>. Acesso em: 02 ago. 2004.

ALEMAR JR, Gilfredo. Coordenador de Coleta Seletiva de resíduo do Departamento de limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Campinas. **Entrevista**. Campinas, abril de 2004.

ARAGÃO, Maria Alexandra de Sousa. **O princípio do poluidor pagador: pedra angular da política comunitária do ambiente**.Coimbra: Coimbra Editora, 1997.

ASSIS, José C. **Brasil 21: uma nova ética para o desenvolvimento**. 4ª ed. rev. Rio de Janeiro: CREA, out. 1999.

BATISTA, Tereza R. O. Metodologia para estimativa da energia elétrica associada ao resíduo sólido industrial: proposta e aplicação para a Região Metropolitana de Campinas. **Dissertação** (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas, 2004.

BENATI, Antônio. Secretário de Serviços Municipais da Prefeitura Municipal de Vinhedo. **Entrevista**. Vinhedo, abr. 2004.

BERMANN, Célio. **Perspectivas Norte-Sul de sustentabilidade: Uma redistribuição global do espaço ambiental / Política energética e emissões de CO2 no Brasil**. Rio de Janeiro: FASE, 1999.

- BERNI, Mauro Donizeti. Energia, industrialização e exportações: análise dos ramos metalúrgico e papel & celulose. **Dissertação** (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.
- BEZERRA, Marcos José. Técnico administrativo da Coordenadoria de Coleta Comum de resíduo, do Departamento de limpeza Urbana, da Prefeitura Municipal de Campinas. **Entrevista**. Campinas, abril de 2004.
- BISSOTO, Nelson. Diretor da Limpeza Pública da Prefeitura Municipal de Valinhos. **Entrevista**. Campinas, abril de 2004.
- BIZZO, A. W. Situação da disposição de resíduos industriais e domésticos na Região Metropolitana de Campinas. In: Seminário Internacional de Avaliação de Terrenos e Uso Sustentável de Recursos: Situação da Região Metropolitana de Campinas, 2003, Campinas. **Palestra**. Campinas: UNICAMP, 2003.
- BIZZO, Waldir. Educação ambiental na gestão de resíduos para um desenvolvimento sustentável. In: 3^o Seminário Coleta Seletiva - Campinas Recicla: Gestão sustentável da coleta seletiva e das Cooperativas de manuseio e valorização dos recicláveis. Seminário da prefeitura em 24 de abril de 2004. **Palestra**. Campinas: UNICAMP, 2004.
- BRAKEL, Manus van. **Os desafios das políticas de consumo sustentável**. Projeto Brasil Sustentável e Democrático. Série: Cadernos de Debate nº 2. Rio de Janeiro: FASE, 1999.
- BRASIL. Constituição. **Constituição: República Federativa do Brasil** – Brasília: Senado Federal, centro gráfico, 1988.
- BRUCE, J. H. **Urban Waste Management: Past, Present and Future Perspectives**. In: ISWA (ed) International Directory of Solid Waste Management – 1994/5. The ISWA Yearbook. Londres: James & James Science, 1995.
- BRUNIALTI, Tânia Cristina Gallo. Secretária do Secretário de Serviços Municipais da Prefeitura Municipal de Vinhedo. **Entrevista**. Vinhedo, abr. 2004.
- BRUNTLAND, Gro (coord.). Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: **Nosso futuro Comum**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- BURSZTYN, Marcel. **No meio da rua - nômades, excluídos e viradores**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.
- CALDERONI, Sebetai. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Melhoramentos, 2003.
- CAMPELO, Romildo. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: a Visão da Indústria**. Palestra. Seminário: Projeto da Política Nacional de Resíduos Sólidos. 30 de set. Salão Nobre da FIESP/CIESP – São Paulo - SP, 2003.

CAMPOS, André; POCHMANN, Marcio; AMORIM, Ricardo; e SILVA, Ronnie (org). **Atlas da exclusão social no Brasil**. Vol. 2. Dinâmica e manifestação territorial. São Paulo, Cortez, 2003.

CANO, W.; BRANDÃO, C. A. **A Região Metropolitana de Campinas: urbanização, economia, finanças e meio ambiente**. Campinas, SP: Unicamp, 2002.

CARIOCA, Wilson. Engenheiro responsável pela empresa Corpus saneamento LTDA. Município de Valinhos. **Entrevista**. Valinhos, abril de 2004.

CECCON, Eliazar. Secretário de Governo da Prefeitura Municipal de Vinhedo. **Entrevista**. Vinhedo, abr 2004.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Gerenciamento Integrado de Resíduos**. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>>. Acesso em: 24 abr. 2004

CEN – European Committee's for Standardization. **Packaging – Energy recovery from used packaging**. Stockholm, Sweden: SIS, 1994.

CEPAL/GTZ. **Gestion Ambientalmente Adecuada de residuos solidos. Un enfoque de política integral**. Hernan Duran de La Fuente (compilador), CEPAL/GTZ, Santiago de Chile, 1997.

CEPEA/MMA. **Estudo do potencial de geração de energia renovável proveniente dos “aterros sanitários”**. Brasília: Secretária de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. CEPEA/MMA, 2004.

CETEA/CEMPRE.- Centro de tecnologia de embalagem (CETEA)/ Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). **Avaliação do Ciclo de Vida: princípios e aplicações**. Ana Lúcia Mourad; Eloísa E. C. Garcia; André Vilhena (Coord.). Campinas: CETEA/CEMPRE, 2002.

CETESB - Companhia de tecnologia e saneamento ambiental. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. São Paulo. **Inventário de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo de 2003**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/residuos>>. Acesso em: 28 jul. 2004.

CETESB. **Caracterização de Resíduos**. São Paulo: CETESB: apostila, 1997.

CITROËN, Quai André. **Declaração Internacional sobre Produção Mais Limpa**. Disponível em: <<http://www.uneptie.org/pc/cp/declaration/pdfs/portuguese.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2004.

COMPACT POWER. **Municipal Solid Waste “MSW”**. Renewable energy from waste. Hydro House, St Andrew's Road, Avonmouth, Bristol, BS11 9HZ, UK. CD, 2004.

CORDEIRO, Andréa. **Brasileiros estão 14% mais pobres**. Disponível em: <http://www2.correioweb.com.br/cw/EDICAO_2003/04/06/pri_eco_060403_221.htm>. Acesso em: 22 nov. 2004.

COUTO, Cris e OLIVETTE, Cris. **Setor industrial já assimila conceito de produção mais limpa**. Disponível em:

<http://www.ambiente.sp.gov.br/destaque/231003_producao_maislimpa.htm>. Acesso em: 02 ago. 2004.

CUNHA, Kamyla Borges da; STREB, Cleci Schalemburger; BUZZO Elder Arnaldo; e, TEIXEIRA, Eglé Novaes. Resíduos Sólidos: Legislação como Instrumento para Minimização. III Seminário de Economia do Meio Ambiente: Regulação Estatal e Auto-Regulação Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável. **Anais...** Campinas, UNICAMP, 2003.

CUNHA, M. E. G. **Análise do Setor Saneamento Ambiental no Aproveitamento Energético de Resíduos: O Caso do Município de Campinas – SP**. 2003. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos)-Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

DETROIT@STOKERS. **Soluções Ambientais**. Disponível em:

<<http://www.detroitstoker.com/portuguese/stokers.htm>>. Acesso em: 11 jan. 2004

DOWNING, Douglas e CLARK, Jeffey. **Estatística aplicada**. Tradução: FARIAS, Alfredo Alves. 2ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

EIGENHEER, Emílio Maciel. *Lixo e desperdício*. In: EIGENHEER, Emílio Maciel (org.). **Raízes do desperdício**. Rio de Janeiro: ISER, 1993.

EIGENHEER, Emílio Maciel. **Lixo, Vanitas e Morte: considerações de um observador de resíduos**. Niterói: EDUFF, 2003.

EMPLASA . **A RMC em Dados**. 1 CD-ROM . São Paulo: EMLASA, 2002.

EMPLASA. **Metrópoles em dados**. Disponível em:

<<http://www.emplasa.sp.gov.br/portal7.asp>>. Acesso em: 03 jun. 2004.

ENSINAS, Adriano Viana. Estudo da geração de biogás no aterro sanitário Delta em Campinas – SP. **Dissertação** (mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Térmica e de Fluidos. Campinas: UNICAMP, 2003.

EPA - Environmental Protection Agency. US - **National Waste Minimization Program**.

Disponível em: <<http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/reduce/catbook.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2004.

ESPARTA, Ricardo; LUCON, Oswaldo e UHLIG, Alexandre. **Energia renovável no Brasil**. In: X Congresso Brasileiro de Energia - CBE X. A Universalização do acesso à energia. **Anais**. Vol. IV. Rio de Janeiro: SBPE-COPE/UFRJ, 2004.

FARRET, Felix A. **Conversão de lixo em energia: uma questão de ponto de vista**. Revista Ciência e Ambiente, 1999. Disponível em:

<http://www.ufsm.br/nudemi/Trabalhos_Publicados.html>. Acesso : 15 jul. 2004.

FEMA - Fundação Estadual de Meio Ambiente. **O que é Produção Mais Limpa (P+L)?** disponível em: <<http://www.fema.org.mz/article/articlestatic/3/1/5/>>. Acesso em: 14 nov. 2004.

FERNANDES JR., Adhemar. Coordenador da coleta comum de resíduo do Departamento de limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Campinas. **Entrevista**. Campinas, abr. de 2004.

FERNANDES, Carlos Roberto. **A Visão das Empresas de Tratamento de Resíduos**. Palestra. Seminário: Projeto da Política Nacional de Resíduos Sólidos. 30 de set.. Salão Nobre da FIESP/CIESP – São Paulo - SP, 2003.

FERRER, José. **Integrated analysis for pre-sorting and waste collection schemes implemented in Spanish cities**. Disponível em: <<http://www.ingenta.com/isis/browsing/TOC/ingenta.jsessionid=4ed53tui7te56.circus?issue=pubinfobike://sage/wmar/2003/00000021/00000001>>. Acesso em: 5 ago. 2004.

FERRUCIO, Rodolfo S. Avaliação do Gerenciamento de Resíduo Sólido em Doze Municípios Paulistas, com aterro classificado com adequado pela Cetesb. 2002. **Tese** (Doutorado em Engenharia Civil)- Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, 2003.

FIGUEIREDO, P. J. M. **A Sociedade do Lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental**. 2a ed. Piracicaba: UNIMEP, 1995.

FIRESTONE, Laurel. **Trash Scavengers in Brazil**. Disponível em: <[http://blogs.law.harvard.edu/lixo/stories/storyReader\\$7](http://blogs.law.harvard.edu/lixo/stories/storyReader$7)>. Acesso em: 20 abril, 2004.

FONSECA, R. B.; DAVANZO, A. M. Q.; NEGREIROS, R. M. C (Org.). **Livro Verde: Desafios para a Gestão da Região Metropolitana de Campinas**. Campinas: Unicamp, 2002.

FRANGIPANE, Eugenio de F; FERRARI, Marco; e, PASTORELLI, Giuseppe. **Gerenciamento de resíduos sólidos municipais nas áreas metropolitanas da Europa: uma estratégia integrada**. In: Guia internacional de gerenciamento de resíduos sólidos. Livro anual da ISWA. Disponível em: <<http://www.abrelpe.com.br/iswa/iswa-0004.html>>. Acesso em: 02 ago. 2004.

FUENTE, Hernán Durán de la. **Minimizar, reciclar e evitar**. Revista Induambiente N° 29. <http://www.gescam.cl/publicaciones/articulos_y_publicaciones.pdf> . Acesso em: 06 mai 2004.

GOLDEMBERG, J. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. 2ª ed. Ver. São Paulo: EDUSP, 2003.

GOMES, Luciana. Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários. São Carlos, 1989. **Dissertação** (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1989.

GRIPP, William Gomes. Aspectos técnicos e ambientais da Incineração de resíduos sólidos urbanos: considerações sobre a proposta para São Paulo. São Carlos. 1998. **Dissertação**

(mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Estadual de São Carlos. São Carlos: USP, 1998.

HYDRAPOWER. **Pense em Reciclagem**. Disponível em: <www.hydrapower.com.br/lixo1.html>. Acesso em: 24 abr. 2004.

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. (2001). Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm>>. Acesso em: 03 jun. 2004.

IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso: 05 abril 2004b.

IBGE -Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Demográfica. Indicadores**. Disponível na Internet: <<http://www.indicadores.hpg.combr>>. Acesso em: 11 jun de 2004a.

IEA - International Energy Agency. **Renewables in global energy supply**. An IEA Fact Sheet. November 2002. Disponível em: <www.iea.org>. Acesso em: 04 fev. 2004

IPCC. **Technologies, policies and measures for mitigating climate change**. Intergovernmental Panel on Climate Change, 1996. Disponível e: <[http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP1\(E\).pdf](http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP1(E).pdf)>. Acesso em: 12 ago 2004.

IPT/CEMPRE – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)/ Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. D’Almeida Maria Luiza O. e Vilhena, André. (coord.) São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

JACOBINA, Paulo Vasconcelos. Resíduos nocivos e responsabilidade jurídica. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL, 5, 2001, São Paulo. **Anais**. São Paulo: IMESP, 2001.

JARDIM, V. Instrumentos econômicos necessários para a viabilização de políticas públicas para tratamento e destinação de resíduos sólidos. Disponível em: <saneamentobascio.com.br>. Acesso em: 10 ago 2004.

KANAYAMA, Paulo Hélio. Minimização de resíduos urbanos e conservação de energia. Dissertação (mestrado) Escola Politécnica da Universidade Estadual de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas. São Paulo: USP, 2000.

KLIGERMAN, Débora Cynamon. **A era da reciclagem x a era do desperdício**. In. Sisinnio, Cristina Lúcia Silveira (org). Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: ed. FIOCRUZ, 2000.

KNOX, Paul R.; DOUGHTY, Christine A.; e HOVORKA, Susan. **Impacts of Buoyancy and Pressure Gradient on Field-Scale Geological Sequestration of CO₂ in Saline Formations**. AAPG 2003, Meeting, Salt Lake City, Utah, May, 2003.

KOOJIMAN, S. A. L. M. **The Stoichiometry of Animal Energetics**. In: Journal of Theoretical Biology. Volume 177, Issue 2, Pages 103-198 (21 November 1995). London: Elsevier, 1995.

LIMA, Luis Mário Queiroz. **Lixo tratamento e biorremediação**. São Paulo: Hemus, 1995.

LIPOR - Central de valorização energética - lipor II. **Valorização Energética**. Disponível em: <http://www.lipor.pt/Paginas/onde_estamos/oe_lipor_II.htm>. Acesso em: 07 ago. 2004.

LONG, Robert B. Separation Processes in Waste Minimization. New York: Marcel Dekker, Inc, 1995.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 9ªed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Malheiros, 2002.

MEADOWS, Dennis L., MEADOWS, Donella H., RANDERS, J. & BEHRENS, William W. **The Limits to Growth**. Dick Allen & Lori Allen, HBJ, 1975.

MEIRA, Wanderlei. Diretor do Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Campinas. **Entrevista**. Campinas, abril de 2004.

MELDONIAN, Nelson. **Alguns aspectos do lixo urbano no estado de São Paulo e considerações sobre a reciclagem do alumínio e do papel**. Faculdade de Engenharia Mecânica - Universidade Estadual de Campinas, 1998. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos). Campinas – SP: FEM/UNICAMP, 1998.

MENEZES, R. A. Centrais Termoeletricas a Lixo: Alternativa segura para a geração de energia: Solução para dois problemas: lixo e energia. Grupo Kompac. Disponível em: <<http://www.kompac.com.br/engenharia/alternativa.htm#alternativa02>>. Acesso em: 14 jan. 2004.

MIRANDA, E. E. de; DORADO, A. J.; ASSUNÇÃO J. V. **Avaliação do perfil religioso da população do distrito de Barão Geraldo, Município de Campinas**. Ecoforça: 1996. Disponível em: <http://www.ecof.org.br/projetos/parouquia/pesquisa/pesqui.htm>. Acesso em: 12 nov 2004.

MMA - MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE. **Agenda 21 Brasileira**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> . Acesso em: 24 mai. 2004a.

MMA – Ministério do Meio Ambiente - **Resoluções do CONAMA**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/res.html>> . Acesso em: 02 ago. 2004b.

MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. **O mito do desenvolvimento sustentável**. Florianópolis, SC: UFSC, 2001.

MORRIS, J. and CANZONERI, D. **Recycling versus incineration: energy conservation analysis**. SRMG Inc., 5025 California Ave, SW, Seattle, WA 1993.

NAGLE, Elizabeth Camargo; STREB, Cleci Schalemburger; Teixeira, Eglé; CRAVIEROS, Stephanie; LONDON, Pedro; e, FERREIRA, Ronan. Região Metropolitana de Campinas: Gestão de resíduo sólido para o desenvolvimento regional sustentável. In: AGRENER 2004 - 5^o. Encontro de Energia no Meio Rural e Geração Distribuída. **Anais**. Campinas, UNICAMP, 2004.

NOVA, Antônio Carlos Boa. **Níveis de Consumo Energético e Índices de Desenvolvimento Humano**. *Revista Brasileira de Energia*. vol. 7. Rio de Janeiro: COOPE, 1999.

OLIVEIRA, Luciano B, e ROSA, Luiz P. **Brazilian waste potential: energy, environmental, social and economic benefits**. *Energy Policy*, vol. 31, p.1481-91, 2003.

OLIVEIRA, Luciano Basto. Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos e abatimento de emissões de gases do efeito estufa. Rio de Janeiro, 2000. **Dissertação** (Mestrado em Planejamento Energético) Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro, 2000.

OLIVEIRA, Selene de. Gestão dos resíduos sólidos urbanos na Microrregião Homogênea Serra de Botucatu - Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos na cidade de Botucatu/SP. Botucatu, 1997. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1997.

PAIVA, Lúcio G. D. e GÜNTHER, Wanda Maria Risso. Alternativas institucionais para disposição final compartilhada de resíduos sólidos urbanos. In: XXVIII Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitária y Ambiental. **Anais**. Cancúm, México, 2002.

PERES, S. **Aproveitamento energético do lixo, uma nova alternativa para geração de energia**. In: *CENBIO Notícias*, São Paulo. ano 2, nº 5. p. 3, jan-fev., 1999.

PESSIN, N; DE CONTO, S. M.; QUISSINI, C.S. Diagnóstico preliminar da geração de resíduos sólidos em sete municípios de pequeno porte da região do Vale do Caí /RS. In: Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Porto Alegre, 2002. **Anais...** Porto Alegre: 2002.

PHILIPPI, Jr. A.; ALVES, A.C.; ROMÉRO, M. de A.; BRUNA, G. C. Meio ambiente, direito e cidadania. São Paulo: Signus, 2002.

PIUNTI, R. C. A coleta seletiva de resíduos sólidos domésticos: considerações energéticas, ambientais e sociais para a Região das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari – SP. 2001. **Dissertação** (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

PIUNTI, Regina Célia; STREB, Cleci; BARBOSA, Sônia; e; SILVA, Ennio Peres da. A coleta seletiva de resíduos sólidos domésticos e a conservação de energia elétrica. In: IX Congresso Brasileiro de Energia -CBE, IV Seminário Latino- Americano de Energia - SLAE.Vol. IV. **Anais**. Rio de Janeiro: SBPE-COPE/UFRJ, 2002.

PMC - Prefeitura Municipal de Campinas. Secretária de Serviços públicos. Secretaria de Administração. **Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Campinas –SP, 1996.

PMC -Prefeitura Municipal de Campinas. **Sumário de dados: população municipal de Campinas e região.** Prefeitura Municipal de Campinas: Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, 1998.

PORTILHO, Maria de Fátima Ferreira. Profissionais do Lixo: um estudo sobre as representações sociais de engenheiros, garis e catadores. Centro de Filosofia e Ciências Humanas/ UFRJ, 1997. **Dissertação** (Mestrado). Rio de Janeiro: CFCH/UFRJ, 1997.

RENÓ, Francisco de Assis Grillo; STREB, Cleci Schalemburger e PIUNTI, Regina Célia. Conservação e produção de energia a partir de resíduos sólidos - Alternativa para dois problemas: lixo e energia. In: IX Congresso Brasileiro de Energia -CBE, IV Seminário Latino- Americano de Energia - SLAE. **Anais.** Vol. IV. Rio de Janeiro: SBPE-COPE/UFRJ, 2002.

ROSA, Luis Pinguelli; OLIVEIRA, Luciano Basto, COSTA, Ângela Oliveira da; PIMENTEIRA, Cícero; MATTOS, Laura; HENRIQUES, Rachel; ARANHA, Donato; e MOREIRA, José Roberto. **Geração de energia a partir de resíduos do lixo e óleos vegetais.** In: TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno (org). Fontes renováveis de energia no Brasil. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

ROSE, Ricardo. **O Mercado Brasileiro de Gerenciamento de Resíduos.** Revista Gerenciamento Ambiental. Edição especial Ano 4 nº 21. ago./set., 2002. São Paulo, 2002.

ROSSITER, Alan P. **Waste Minimization through Process Design.** New York: McGraw-Hill, Inc, 1995.

SALEK, Valeria. **Prefeitura tira exploração de recicláveis do Vida Nova.** Disponível em: <http://cidadania.cps.matrix.com.br/especial/0014.htm>. Acesso em: 02 dez. 2000.

SANTOS, J. M. R. Coleta Seletiva de Lixo: Uma alternativa ecológica no manejo integrado dos resíduos sólidos urbanos. 1995. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil)-Escola Politécnica, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1995.

SANTOS, Milton. **Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e Meio Técnico-Científico Informacional.** 3ª Ed. São Paulo: HUCITEC, 1997.

SÃO PAULO. Legislação Estadual. Disponível em: <<http://www.rekursoshidricos.sp.gov.br/saneamento.htm>>. Acesso em: 23 de ago 2004.

SAYAGO, Daiane Ely; OLIVEIRA, José Marcos de SERÔA; da MOTA, Ronaldo. **Resíduos Sólidos: Propostas de Instrumentos Econômicos Ambientais.** Brasília, Ministério de Planejamento e Orçamento, Secretária de Política Urbana, 1998. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/transferencia.htm#diag2002>. Acesso em: 02 set. 2004.

SCHNEIDER, V. E.; BETTIN, F.; PARISE JUNIOR, F. Situação das Indústrias Galvânicas na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul quanto ao passivo Ambiental de Lodos de Estações de Tratamento de Efluentes. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Porto Alegre. **Anais**. Porto alegre: AIDIS, 2000. 1 CD-ROM.

SMA/VINHEDO - Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Vinhedo. **Resultados da coleta seletiva de resíduos**. Pesquisa documental. Vinhedo: SMA/Vinhedo, 2004.

SEMA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente. **A cidade e o lixo**. São Paulo: SEMA, 1998.

SEMA - Secretaria Estadual de Meio Ambiente. **Manejo ambientalmente saudável de resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos**. In: Agenda 21: Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. São Paulo, 1997.

SEPLAN-PMC-Campinas e região Metropolitana, base de dados, PMC, 2004 disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/seplan/rmc/rmcamp.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2004

SETAC - Society of Environmental Toxicology and Chemistry. **Guidelines for Life-Cycle Assessment: a “cole of prattice”**. SETAC workshop Held at Sesimbra, Portugal. Portugal: SETAC, 1993.

SISINO, Cristina Lucia Silveira. *Resíduos Sólidos e Saúde Pública*. In: SISINNO, Cristina Lucia Silveira e OLIVEIRA, Rosália Maria de (orgs). **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

SOARES, Guido Fernando Silva. **Direito internacional do meio ambiente: emergência, obrigações e responsabilidades**. São Paulo: Atlas, 2001.

SORDI, Alexandre; STREB, Cleci Schalemburger; CAVALIERO, Carla Kazue Nakao; MARQUES, Cristiane B. P., LIMA, M. C. G. Geração de energia elétrica em células a combustível utilizando reforma de gás de aterro: potencial para o estado de São Paulo. In: IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 2004. **Anais**. Itajubá, 2004.

STECH, P. J. Resíduos sólidos: caracterização. In: *Resíduos Sólidos Domésticos: Tratamento E Disposição Final*, 1, 1990, São Paulo. **Curso**. São Paulo: CETESB, 1990.

STREB, C. S. A coleta informal de lixo no município de Campinas – SP: uma análise na perspectiva das questões energéticas e da qualidade de vida. 2001. **Dissertação** (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos)–Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

STREB, Cleci Schalemburger e BARBOSA, Sônia. **A coleta informal de resíduos no distrito de Barão Geraldo - Campinas – SP**. Revista Humanitas. PUC-Campinas. Campinas: Flamboyant, 2002.

STREB, Cleci Schalemburger e BARBOSA, Sônia. A coleta informal de resíduo: atividade em expansão no século XXI. Estudo sobre Barão Geraldo - Campinas. In: II Encontro da Associação

Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade – ANPPAS, 2004. **Anais.** Indaiatuba, 2004.

STREB, Cleci Schalemburger; CUNHA, Kamyla Borges da; BUZZO, Elder Arnaldo e TEIXEIRA, Eglé Novaes. Resíduos Sólidos Domésticos: minimização a partir de embalagens constantes da cesta básica. **Especialização** (Gestão Ambiental). Monografia. Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP. Campinas: UNICAMP, 2002.

STREB, Cleci Schalemburger; CUNHA, Kamyla Borges da; BUZZO, Elder Arnaldo e TEIXEIRA, Eglé Novaes. Resíduos Sólidos Domésticos: minimização a partir de embalagens constantes da cesta básica. Fórum das Universidades Públicas Paulistas de Ciência e Tecnologia em Resíduos 1. 18 a 20 maio, 2003 **Anais.** São Pedro: 2003.

STREB, Cleci Schalemburger; NAGLE, Elizabeth Camargo; e TEIXEIRA, Eglé Novaes. Caracterização do resíduo sólido doméstico: metodologia para avaliação do potencial de minimização. AIDIS - XXIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais.** Porto Rico, 2004.

STREB, Cleci Schalemburger; PIUNTI, Regina Célia; BARBOSA, Sônia; e; SILVA, Ennio Peres da. Racionalização do consumo de energia elétrica coma reciclagem dos resíduos sólidos domiciliares provenientes da coleta formal e informal no município de Campinas - SP. In: IX Congresso Brasileiro de Energia -CBE. **Anais.** Rio de Janeiro: SBPE-COPE/UFRJ, 2002b.

TEIXEIRA, E. N., FASSINA, L. T. C. V. S., CASTRO, V. L. F. L. Organic matter and packaging material minimization potential in domestic solid waste In: Fourteenth International Conference on Solid Waste Technology and Management, 1998. Chester. PA. **Anais.** Chester, PA: Widner University, 1998.

TEIXEIRA, Eglé Novaes. Redução na fonte de resíduos sólidos: embalagens e matéria orgânica. *Relatório final.* PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Lixo: Metodologias e Técnicas de Minimização, Reciclagem, e Reutilização de Resíduos Urbanos.** Rio de Janeiro: ABES, 1998.

TEIXEIRA, Eglé Novaes. Redução na fonte de resíduos sólidos: embalagens e matéria orgânica. In PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. In: PROSAB. **Lixo: Metodologias e Técnicas de Minimização, Reciclagem, e Reutilização de Resíduos Urbanos.** Rio de Janeiro: ABES, 1999.

TEIXEIRA, Eglé Novaes. **Resíduos sólidos: minimização e reaproveitamento energético.** In: Seminário Nacional Sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais, 29 a 31 ago. 2000, São Paulo. **Anais.** São Paulo: SEMA, 2000.

USP. Escola Politécnica. Depto. de Engenharia de Produção & Fundação Vanzolini. **Prevenção de Resíduos na Fonte & Economia de Água e Energia.** Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa/manuais.html>>. Acesso em: 02 ago. 2004.

WARMER BULLETIN. **Energy from waste**. Warmer Bulletin. Editorial number 78. Warmer Bulletin. May 2001.

WORLDBANK. **Indústria: Energia e Meio Ambiente**. Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial, Banco Mundial, 1992.

WORLDBANK. **Strategic Solid Waste Strategic Solid Waste Planning**. Disponível em: <http://www.worldbank.org/urban/forum2002/docs/rotman-pres.pdf>. Acesso em: 10 de set 2004.

YEARLEY, Steven. **Sociology, Environmentalism and globalization**. London: Sage Publication, 1996.

ZANIN, Maria e MANCINI, Sandro Donnini. **Resíduos Plásticos e Reciclagem: aspectos gerais e Tecnologia**. São Carlos: EdURSCar, 2004.

ZANTA, Viviana Maria e FERREIRA, Cynthia Fantoni Alves. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos**. In: Castilhos Junior, Armando Borges (coord). Resíduos sólidos Urbanos: aterro sustentável para Municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003.