UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

FÁBIO ROGÉRIO CARVALHO FRÉSCA

**Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São
Carlos, SP, a partir da caracterização física.**

**São Carlos
2007**

FÁBIO ROGÉRIO CARVALHO FRÉSCA

**ESTUDO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS, SP, A
PARTIR DA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA.**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para
obtenção do Título de Mestre em Ciências da Engenharia
Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Valdir Schalch

**São Carlos
2007**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO DESTE TRABALHO, POR
QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE
ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Fábio Rogério Carvalho Frésca

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

Área de concentração: Ciências da Engenharia Ambiental.

Aprovada em:

Banca Examinadora

Prof. Assoc. VALDIR SCHALCH (Orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Prof. Dr. WELLINGTON CYRO DE ALMEIDA LEITE
(UNESP/Guaratinguetá)

Prof. Dr. MARCUS CEZAR AVEZUM ALVES DE CASTRO
(UNESP/RIO CLARO)

Prof. Titular MARCELO PEREIRA DE SOUZA
Coordenador da Área de Ciências da Engenharia Ambiental

Prof. Assoc. GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

*Dedico este trabalho a meus pais, Luiz e Maria José,
meu irmão Eduardo e a minha noiva Cristiane,
pelo apoio e compreensão.*

AGRADECIMENTOS

A Cristiane, minha noiva, meus pais, Luiz e Maria José e meu irmão pelo apoio nos momentos mais difíceis desta jornada.

Aos amigos Érica Pugliesi e Juliano Costa Gonçalves, pelo apoio e disponibilidade oferecida durante esta jornada.

Ao prof. Valdir Schalch, pela amizade e orientação.

Aos prof. Marcus Avezum e Cyro Leite, pelas contribuições na qualificação.

Aos companheiros, Tássio Francisco Lofti Matos e Jaqueline Bória, pelo compartilhamento dos momentos de dificuldades, de aprendizado e sucesso no desenvolvimento desta pesquisa.

A todos que participaram e apoiaram as caracterizações realizadas no aterro

Sanitário, em especial a Érica Pugliesi, Luciana Massukado, Anne Cardoso e o Heitor do grupo de resíduos, o Dalóia do USP recicla, e, a Taís, o Gustavo e o Vitor Matos.

Ao Ronan Contrera, pelo apoio do laboratório de análise de chorume.

Ao Laboratório de Resíduos Químicos da USP/SC, em especial a Dr^a. Leny Borghesan, pela disponibilidade da balança KLD e as máscaras semifaciais. Ao CDCC/USP, em especial ao Paulo Rufino, pela disponibilidade da balança Sony e material bibliográfico para consultas. Ao técnico Osvaldo de Andrade do laboratório de informática da Arquitetura, pela disponibilidade do “Nobreak”.

A todos do aterro sanitário de São Carlos, pelo apoio, e, em especial ao Miguel Venditi e o Marcelo Venditi.

A minha sogra, Maria Carolina, pelo auxílio na elaboração do trabalho.

Aos catadores das cooperativas, pelo auxílio nas caracterizações realizadas no aterro, em especial ao Jonas e Isabel, da Cooletiva, e a Cilene da Coopervida.

As cooperativas Cooletiva, Coopervida e Ecoativa, pela adesão e apoio na realização das caracterizações na coleta seletiva.

A CAPES, pelo financiamento da pesquisa e concessão de bolsas.

A empresa Vega, na pessoa do Marcelo, Osmar e André pelas informações e programação dos caminhões coletores.

A Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável Ciência e Tecnologia, na pessoa do Paulo Mancini e o Paulo Shiroma, pelo apoio e disponibilidade de informações.

RESUMO

FRÉSCA, F. R. C. (2007). *Estudo da Geração dos Resíduos Sólidos Domiciliares no Município de São Carlos, SP, a partir da Caracterização Física*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2007.

O desenvolvimento tecnológico, o crescimento industrial, o acelerado processo de urbanização e o crescimento populacional transformaram o espaço geográfico brasileiro. Somado à mudança de hábitos e de consumo acarretou e vem acarretando diversos problemas ambientais. O incentivo à troca e o investimento em produtos descartáveis, levaram a um aumento significativo da geração de resíduos sólidos. Tratar e dar um destino adequado à grande quantidade de resíduos tem sido um grande desafio às autoridades brasileiras. Para que haja melhor gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos é preciso conhecer o que tem sido gerado, ou seja, qual a quantidade e que tipo de material é descartado. Para bem conhecer essa produção, a melhor maneira é fazer um estudo da geração e composição gravimétrica dos resíduos sólidos através de sua caracterização física. Portanto, a proposta deste trabalho foi fazer um levantamento da geração dos resíduos sólidos domiciliares no Município de São Carlos. Essa investigação levou em conta não apenas os resíduos que chegam ao aterro sanitário através da coleta convencional, mas também os que chegam às centrais de triagem através da coleta seletiva, utilizando-se como instrumento principal a sua caracterização física. Na coleta convencional, o número de amostragem compreendeu todos os setores, sendo a massa da amostra obtida por quarteamento. Foi feita uma caracterização no inverno e outra no verão. Destacam-se, nos resultados, o percentual de resíduos sólidos domiciliares, em massa: matéria orgânica (59,08%), papel e papelão (6,44%), tetra pak (0,94%), vidro (1,67%), metal e alumínio (1,31%), plásticos 10,47% (2,84% de plásticos rígidos e 7,63% de plásticos filmes) e outros (20,09%). Observou-se que o percentual de materiais que poderiam ser reintroduzidos no mercado e estão sendo depositados no aterro sanitário, ainda é elevado, considerando a que a coleta seletiva foi introduzida no município em 2002. Na coleta seletiva destacam-se: o papel e papelão, com 47,41%; seguido pelos plásticos, com 21,60% (rígidos - 17,95% e filmes - 3,65%); vidro, 12,25%; metal e alumínio, 7,63% (lata - 1,54% e geral - 6,10%); rejeitos, 5,79% e tetra pak, 5,30%.

Palavras-Chaves: resíduo sólido domiciliar, caracterização física e geração de resíduos.

ABSTRACT

FRÉSCA, F.R.C. (2007). Study of the Generation of the Solid Household Waste in the City of They are Carlos, SP, from the Physical Characterization. Master's degree Dissertation. São Carlos School of Engineering. The University of São Paulo. 2007

The technological development, the industrial growth, the sped up process of urbanization and the population growth had transformed geographic the space Brazilian. Added to the change of habits and consumption it caused and it comes causing diverse ambient problems. The incentive to the exchange and the investment in dismissable products, had led to a significant increase of the generation of solid wastes. To treat and to give an adequate destination to the great amount of wastes have been a great challenge to the Brazilian authorities. So that it has better management and management of the solid wastes are necessary to know what he has been generated, that is, which the amount and that type of material is discarded. To know this production well, the best way is to make a study of the generation and gravimetric composition of the solid wastes through its physical characterization. Therefore, the proposal of this work was to make a current survey of the generation of the household waste in the City of Is Carlos. This inquiry will not only take in account the wastes that arrive at it fill with earth bathroom through the conventional collection, but also the ones that they arrive at the central offices of selection through the selective collection, using itself as main instrument its physical characterization. They stand out, in the results, the percentage of household wastes, in mass: organic matter (59,08%), paper and cardboard (6,44%), tetra pak (0,94%), glass (1,67%), metal and aluminum (1,31%), plastics 10,47% (2,84% of rigid plastics and 7,63%de plastics films) and other (garbage) (20,09%). it was Observed that the percentage of materials that could be returned in the market and they are being deposited in the sanitary landfill, it is still high, considering what the selective collection was introduced in the municipal district in 2002. In the selective collection they stand out: the paper and cardboard, with 47,41%; following for the plastics, with 21,60% (rigid - 17,95% and films - 3,65%); glass, 12,25%; metal and aluminum, 7,63% (can - 1,54% and general - 6,10%); garbage, 5,79% and tetra pak, 5,30%.

Keyword: household waste, physical characterization and generation of waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação dos resíduos sólidos em função de sua fonte geradora	30
Figura 2 – Classificação dos resíduos sólidos domiciliares em função dos grupos dos materiais que o compõe.....	31
Figura 3 – Municípios com programas de coleta seletiva no Brasil (1994 a 2006)	35
Figura 4 – Disposição Final dos resíduos sólidos domiciliares no Brasil.	39
Figura 5 – Localização do município de São Carlos em relação à América do Sul, Brasil, São Paulo e Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo.....	43
Figura 6 – Mapa de distribuição da população, quanto à renda, no município de São Carlos, SP. Fonte: Adaptado de – Censo 2000 - IBGE (2000).....	51
Figura 7 – Percentual da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos/SP (1989).	55
Figura 8 – Vista aérea – localização do aterro sanitário de São Carlos, SP destacando a estradas de acesso.	59
Figura 9 - Situação em maio de 2006.....	60
Figura 10 - Situação em junho de 2007.....	60
Figura 11 - Coleta Convencional dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP. (Obs: Sem Escala).....	72
Figura 12 – Metodologia para caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares misturados.....	79
Figura 13 – Mapa dos bairros de cobertura da coleta seletiva. (Obs: Sem Escala).....	82
Figura 14 – Áreas de cobertura das cooperativas. (Obs: Sem Escala)	83
Figura 15 – Metodologia para caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares separados.	86
Figura 16 – Esquema da metodologia (coleta convencional e seletiva).....	87

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Aterro controlado em operação no município de São Carlos, SP (1993)	56
Foto 2 – Desmoronamento do aterro controlado no município de São Carlos, SP. (1999)	56
Foto 3 – Desmoronamento do aterro controlado no município de São Carlos, SP. (2006)	57
Foto 4 – Geração do chorume do aterro controlado no município de São Carlos, SP. (1999).	57
Foto 5 – Recalque do aterro controlado no município de São Carlos, SP. (2006).....	58
Foto 6 – Vista aérea do aterro sanitário do município de São Carlos, SP e sua posição em relação à mancha urbana. Fonte: Cedida pelo Sr. Miguel Venditi – operador de trator do aterro sanitário, final de 2003.	61
Foto 7 – Vista aérea do aterro sanitário do município de São Carlos, SP - Lagoas de chorume e operação na primeira ampliação do aterro sanitário. Fonte: Cedida pelo Sr. Miguel Venditi – operador de trator do aterro sanitário, início de 2004.....	62
Foto 8 – Vista aérea do aterro sanitário do município de São Carlos, SP – Início das obras para segunda ampliação e operação na antiga área do aterro sanitário. Fonte: Cedida pelo Sr. Miguel Venditi – operador de trator do aterro sanitário, final de 2004.....	62
Foto 9 – Vista aérea do aterro sanitário do município de São Carlos, SP – Nova lagoa de chorume, operação na segunda ampliação. Fonte: Vega Engenharia Ambiental, início de 2007.	63
Foto 10 - Caminhão utilizado para a coleta seletiva (porta-a-porta).	67
Foto 11 - Barracão de triagem de materiais recicláveis de uma das cooperativas existentes em São Carlos/SP.	67
Foto 12 – Monte de aproximadamente 10 toneladas, depositado diretamente no chão do aterro sanitário do município de São Carlos, SP. (2005).....	74
Foto 13 – Resíduos misturados e espalhados, com ajuda de uma pá carregadeira.....	74
Foto 14 – Materiais mais grossos retirados do monte principal (2005).	74
Foto 15 – Resíduos sólidos domiciliares, retirados do monte principal, sendo colocados sobre a lona plástica, e os sacos plásticos sendo rasgados (2005).	75
Foto 16 – Mistura manual dos resíduos sólidos domiciliares (2005).	75
Foto 17 – Resíduos sólidos espalhados sobre a lona plástica para o início do quarteamento (2005).	76
Foto 18 - Materiais sendo separados em montes (2005).	76
Foto 19- Processo de quarteamento.....	76

Foto 20 – Processo de quarteamento - materiais sendo desprezados (2005).	77
Foto 21 – Plástico duro e alumínio sendo separados de outros materiais (2005).	78
Foto 22 – Material colocado em saco branco leitoso e pesado na balança (2005).	78
Foto 23 – Mesa ou Bancada para separação, localizada na cooperativa Cooletiva. Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos, SP (2005).	85
Foto 24 - Material sendo pesado, após a sua separação – Coopervida (2005).	85
Foto 25 - Material sendo pesado, após a sua separação – Coopervida (2005).	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição percentual média do resíduo sólido domiciliar (Brasil e EUA).....	31
Tabela 2 - Caracterização física, em porcentagem de peso, dos RSD de algumas cidades brasileiras.....	41
Tabela 3 - Dados geográficos e estatísticos do município de São Carlos, SP.....	46
Tabela 4 - Faixa de idade da população residente do município de São Carlos, SP	47
Tabela 5 - População residente por raça, sexo e área do município de São Carlos, SP	48
Tabela 6 - Dados gerais das atividades econômicas por faixas de pessoal ocupado total do município de São Carlos, SP	49
Tabela 7 - Evolução do Produto Interno Bruto (PIB) a preço de mercado e o Produto Interno Bruto Per Capita do município de São Carlos, SP	49
Tabela 8 - Indicadores de renda, pobreza e desigualdade do município de São Carlos, SP, e do Estado de São Paulo, em 1991 e 2000.....	52
Tabela 9 - Porcentagem de renda apropriada por extratos da população, 1991 e 2000	53
Tabela 10 - Evolução mensal do preenchimento e estimativa de vida útil da célula	60
Tabela 11 – Massa encaminhada ao aterro sanitário municipal de São Carlos,SP de RSD, por mês, no ano de 2002 à 2006.	64
Tabela 12 – Massa comercializada de materiais recicláveis, por mês, da coleta seletiva do município de São Carlos, SP, em 2005 e 2006.....	66
Tabela 13 – Coleta convencional de São Carlos: Setores, bairros, frequência e turno	69
Tabela 14 - Programação final da caracterização do RSD da coleta convencional	73
Tabela 15 – Coleta seletiva de São Carlos: Região/cooperativa, bairros e frequência.	81
Tabela 16 - Programação final da caracterização do RSD da coleta seletiva.....	84
Tabela 17 – Registros das temperaturas nos dias de geração do RSD, por setor caracterizado da coleta convencional.....	89
Tabela 18 – Logística da coleta convencional - Número de bairros coletados e não coletados, massa coletada, por setor e estação climática.....	90
Tabela 19 – Registro das massas coletadas e da amostra significativa (quarteada), por setor da coleta convencional e por estação	91
Tabela 20 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP.	94

Tabela 21 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional - matéria orgânica.....	96
Tabela 22 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional – papel e papelão.....	98
Tabela 23 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional – tetra pak.....	99
Tabela 24 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional – vidro.....	100
Tabela 25 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional – metal e alumínio.....	101
Tabela 26 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional – plástico.....	103
Tabela 27 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional – outros.....	105
Tabela 28 - Registros das temperaturas nos dias de geração dos materiais recicláveis coletados pelas cooperativas da coleta seletiva.....	108
Tabela 29 - Logística da coleta seletiva - Número de bairros coletados e não coletados, massa coletada, por cooperativa e estação climática.....	109
Tabela 30 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares (RSD) presentes na coleta seletiva de São Carlos, SP, no inverno.....	111
Tabela 31 - Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares (RSD) presentes na coleta seletiva de São Carlos, SP, no verão.....	112
Tabela 32 - Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP (1989 e 2007).....	115
Tabela 33 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP, destacando os materiais passíveis de recicláveis, outros e matéria orgânica.....	117

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

%.	Porcentagem;
Kg	Quilograma;
Km	Quilometro;
Km2	Quilometro quadrado;
m	Metro;
m3	Metro cúbico;
NBR	Norma brasileira regulamentada;
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas;
°C	Grau Celsius;
p.	Página;
RSD	Resíduo sólido domiciliar;
SMDS	Secretaria municipal de desenvolvimento sustentável, ciência e tecnologia;
PMSC	Prefeitura Municipal de São Carlos;
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental;
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem;
t.	Tonelada.

SUMÁRIO

RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
LISTA DE FIGURAS	xv
LISTA DE FOTOS.....	xvii
LISTA DE TABELAS	xix
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	xxi
SUMÁRIO	xxiii
1 INTRODUÇÃO	25
2 OBJETIVOS	27
2.1 Objetivo Geral	27
2.2 Objetivo Específico.....	27
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
3.1 Geração, definição e classificação dos resíduos sólidos.	28
3.2 Gestão e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos	32
3.3 Sistema de Coleta e Transporte; Tratamento e Disposição Final do Resíduo Sólido Domiciliar.....	33
3.3.1 Sistema de Coleta e Transporte do Resíduo Sólido Domiciliar	33
3.3.2 Tratamento do Resíduo Sólido Domiciliar.....	35
3.3.3 Disposição Final do Resíduo Sólido Domiciliar	37
3.4 Caracterização Física do Resíduo Sólido Domiciliar.....	40
3.5 Caracterização da área de estudo - Município de São Carlos, SP.....	42
3.6 História do Município de São Carlos, SP.....	43
3.7 Economia do Município de São Carlos, SP	44
3.8 População do município de São Carlos, SP	45
3.9 Distribuição da renda no município de São Carlos, SP.....	50
3.10 Geração dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) no município de São Carlos, SP.....	54
4 MATERIAIS E MÉTODOS	68
4.1 Coleta convencional	69
4.2 Caracterização Física dos resíduos sólidos domiciliares da coleta convencional	73
4.3 Coleta Seletiva	80
4.4 Caracterização Física dos resíduos sólidos domiciliares da coleta seletiva	84

4.5	Tratamento dos dados	86
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	88
5.1	Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares da coleta convencional	88
5.2	Qualificação da Amostra	88
5.3	Caracterização Física dos Resíduos Sólidos.....	93
5.4	Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares da coleta seletiva	106
5.4.1	Qualificação da massa coletada	106
5.5	Caracterização Física dos resíduos sólidos domiciliares	110
5.6	Extrapolação dos Resultados	114
6	CONCLUSÃO	118
7	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	120
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
	APÊNDICE A – Prospecto de divulgação do sistema de coleta seletiva.....	125
	APÊNDICE B – Relação de bairros caracterizados.....	127

1 INTRODUÇÃO

No século XX, o Brasil experimentou rápidas e profundas mudanças estruturais, como, por exemplo, os processos de crescimento populacional, de urbanização, de metropolização, de conurbação, de industrialização e de transformação de hábitos de consumo. Esses processos, em conjunto, possibilitaram a chamada “modernização” da sociedade brasileira, gerando grandes conflitos e enormes quantidades de resíduos sólidos, restos da produção e do consumo.

A geração de resíduos se agrava ainda mais quando se pensa em hábitos de consumo calcados na ‘cultura do supérfluo’, o uso e a produção de objetos descartáveis que rapidamente se tornam inúteis ao indivíduo e se transformam, então, em resíduos sólidos. No contexto de um país intensamente urbanizado, tem sido um desafio às autoridades dar um tratamento e uma disposição final adequada aos grandes volumes de resíduos produzidos, em especial, os resíduos sólidos domiciliares (RSD).

Quando os RSD são depositados de forma inadequada, cria-se uma série de problemas ambientais, tais como a poluição do solo, da água e do ar. A maior parte dos municípios brasileiros tem depositado seus resíduos a céu aberto, em lixões, o que causa um grande impacto ao meio ambiente, principalmente para os corpos d’água.

Sob esse ponto de vista, o grande dilema contemporâneo dos resíduos sólidos domiciliares está relacionado com o aumento da sua geração, sua coleta e transporte, tratamento e disposição final, de forma a minimizar os impactos ambientais. Dilema esse que tem consumido elevada dose de recursos humanos, tecnológicos e financeiros. Dito isso, torna-se imprescindível a existência de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos gerados, sempre levando em conta a especificidade do lugar. A gestão dos RSD está ligada a um “conjunto de ações, procedimentos e controles; e recursos humanos, financeiros e materiais organizados cuja finalidade é controlar os impactos ao meio ambiente” (PUGLIESI, 2006, p. 4). A Gestão dos RSD está comprometida com uma série de princípios, que são:

“i) proteção dos recursos naturais e do meio ambiente para as gerações futuras; ii) redução de desperdícios (de matéria-prima, energia, água, combustíveis) reaproveitamento e reciclagem; iii) melhoria de qualidade de vida e trabalho (...) por meio de (a) uma maior conscientização da necessidade de preservação ambiental, (b) de um ambiente de trabalho mais limpo, organizado e agradável e (c) de redução da quantidade de resíduos no meio ambiente; e, por fim, iv) melhoria da imagem da instituição perante a população” (PUGLIESI, 2006 p. 4).

O gerenciamento do resíduo sólido domiciliar, por sua vez, “compreende o conjunto de todas as atividades envolvidas desde a geração dos resíduos até sua disposição final” (PUGLIESI, 2006, p. 4). Desta forma, é preciso buscar parceiros, especialmente junto às lideranças da sociedade e das entidades importantes na comunidade, buscar novas alternativas tecnológicas, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais decorrentes da geração de resíduos e facilitar o mercado dos recicláveis.

Isso significa que a gestão e gerenciamento são instrumentos importantes para que o impacto ambiental causado pelos resíduos sólidos seja cada vez menor. Porém, para que a gestão e gerenciamento funcionem, é fundamental conhecer as características dos RSD gerados. O estudo da origem e composição dos resíduos de um município permite melhor estabelecer os procedimentos para a coleta (convencional ou seletiva), o transporte, o tratamento e sua disposição final. Trata-se, tão somente, do primeiro passo em direção à gestão dos resíduos, que permite uma visão integrada do dilema em questão.

Diante deste contexto, este trabalho se propôs a estudar a geração dos RSD no município de São Carlos, SP, levando-se em conta a coleta convencional e a coleta seletiva, usando como instrumento principal a caracterização física para subsidiar a ação, a intervenção e a reflexão política sobre o tema.

Este trabalho foi realizado em parceria com outros projetos de pesquisa do NEPER – Núcleo de Estudos e Pesquisa em Resíduos Sólidos/SHS/EESC/USP, os quais têm seus objetivos focados na caracterização de resíduos sólidos poliméricos e perigosos que, juntamente com o presente trabalho, irão compor o diagnóstico final dos resíduos provenientes das coletas convencional e seletiva de São Carlos, SP.

Sob esta perspectiva, essa pesquisa possui a seguinte pergunta norteadora: *Quais as características (composição gravimétrica e origem) dos Resíduos Sólidos Domiciliares do município de São Carlos, SP?*

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP.

2.2 Objetivo Específico

- Caracterizar fisicamente os resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP, oriundos da coleta convencional (regular) e a coleta seletiva;
- Relacionar os resultados obtidos nos setores amostrados, em função dos aspectos sócio-econômicos;
- Quantificar os resíduos sólidos recicláveis – papel/papelão, plástico, metal e alumínio, vidro, embalagem longa vida e resíduos facilmente degradáveis – coletados e destinados no aterro sanitário do município de São Carlos, SP;
- Quantificar os resíduos sólidos recicláveis - papel/papelão, plástico, metal e alumínio, vidro e embalagem longa vida – coletados pelo Programa de Coleta Seletiva do município de São Carlos, SP;
- Avaliar a influência do programa de coleta seletiva na composição dos RSD dispostos no aterro sanitário municipal.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Geração, definição e classificação dos resíduos sólidos.

A geração dos resíduos sólidos tem sido um problema para as civilizações, evidenciado a partir do abandono da vida nômade pelo homem. Segundo Sartori (1995, p. 7), “o ato de jogar fora alguma coisa acompanha o homem aonde quer que ele vá, desde os primórdios da civilização”.

Na segunda metade do século XX, com o rápido crescimento populacional, com o desenvolvimento tecnológico, com a intensificação da industrialização e com o investimento em *marketing* houve uma grande mudança nos hábitos de consumo da população e produção.

De acordo com Leite (2003, p. 35),

Principalmente após a Segunda Guerra Mundial, o acelerado desenvolvimento tecnológico experimentado pela humanidade permitiu a introdução constante, e com velocidade crescente, de novas tecnologias e de novos materiais que contribuem para a melhoria da performance técnica para a redução de preços e do ciclo de vida útil de grande parcela dos bens de consumo duráveis e semiduráveis. Esses materiais, essas tecnologias e a obsolescência mercadológica planejada permitem a satisfação dos conceitos de diferenciação entre as empresas no mercado. O acelerado ímpeto de lançamento de inovações no mercado cria um alto nível de obsolescência desses produtos e reduz seu ciclo de vida, com clara tendência à descartabilidade.

O crescimento da população gerou um crescimento na geração dos resíduos, porém a mudança nos hábitos de consumo tem levado a um aumento ainda maior da sua geração. A sociedade atual investe cada vez mais em produtos descartáveis, produtos estes que se tornam rapidamente inúteis e indesejáveis para o indivíduo e, assim, rapidamente se tornam resíduos.

Além disso, o atual padrão de consumo estabelecido é hedonista (sente-se prazer em comprar), cultua o moderno (necessidade de comprar o último avanço tecnológico) e é calcado na obsolescência dos produtos. Sendo assim, qualquer aumento no padrão de renda, aumenta o padrão de consumo e, conseqüentemente, aumenta a geração de resíduo. Isto significa que existe uma correlação entre renda e resíduos sólidos domiciliares no país.

Existe, dessa forma, um novo regime de acumulação das empresas, baseado na pesquisa e desenvolvimento enquanto estratégia concorrencial cria novas necessidades de consumo, utiliza novos materiais (como polímeros e embalagens longa vida) e produz em grande escala, visando o barateamento dos produtos. Assim, em uma sociedade de consumo em massa, a produção é realizada em grande quantidade.

Para Leite (2003, p. 36), existem sinais que mostram esse aumento no consumo, como lançamento de novos produtos. Em 1970, foram lançados, nos Estados Unidos, cerca de 1.365 novos produtos, enquanto que em 1994 foram lançados 20.076; aumento da geração de resíduos domésticos - em 1985, a cidade de São Paulo gerava cerca de 4.450 toneladas/dia de resíduos, enquanto que em 2000, alcançou a marca de 16 mil toneladas/dia; aumento significativo na produção de computadores, com crescente consumo de tinta e papel, além da geração de resíduos industriais; aumento da produção de materiais plásticos - em 1996 a produção mundial de plástico era de 6 milhões de toneladas/ano, e esta marca, em 2000, passou para 120 milhões de toneladas/ano, e ainda o aumento da produção de automóveis e outros automotores.

É importante ressaltar que o que vai transformar algum material em resíduo sólido, mais popularmente conhecido como lixo, é o fato de seu proprietário ou produtor considerá-lo como inútil ou indesejável, ou ainda, sem valor de uso.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – NBR 10.004, 2004), os resíduos sólidos são definidos como:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica (domiciliar), hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos, instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água, ou exijam, para isso, soluções técnicas e econômicas inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Ainda de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT - NBR 10.004, 2004), os resíduos sólidos são classificados em função da periculosidade em:

- a) Resíduos classe I – Perigosos – São todos os resíduos que podem apresentar riscos à saúde pública e ao meio ambiente;
- b) Resíduos classe II – Não perigosos;

Os resíduos, classe II, são ainda subdivididos em duas classes:

- Resíduos classe II A – Não inertes – São todos os resíduos não enquadrados na classe I – Perigosos ou classe II B – Inertes e que podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;
- Resíduos classe II B – Inertes – São todos os resíduos que submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, conforme ABNT (NBR 10.006, 2004) não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados, de acordo com padrões desta Norma.

Os resíduos sólidos também podem ser classificados em função de sua fonte geradora, de acordo com o observado na Figura 01.

Figura 1 – Classificação dos resíduos sólidos em função de sua fonte geradora

Fonte: SCHALCH (1992), modificado.

De acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – NBR 8.419, 1992), os resíduos sólidos urbanos são definidos como: “resíduos sólidos gerados num aglomerado urbano, excetuados os resíduos industriais perigosos, hospitalares sépticos e de aeroportos e portos”.

Destacando o resíduo sólido domiciliar, segundo CEMPRE, Lixo Municipal – Manual de gerenciamento integrado, 2000, p. 29:

Aquele originado na vida diária das residências, constituído por restos de alimentos (cascas de frutas, verduras, sobras etc.), produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens. Contêm, ainda, alguns resíduos que podem ser tóxicos.

A figura 02 apresenta uma classificação deste, em função dos grupos de materiais que o compõem.

Figura 2 – Classificação dos resíduos sólidos domiciliares em função dos grupos dos materiais que o compõe.

Uma característica importante dos resíduos sólidos domiciliares gerados no Brasil é a composição: predominante de materiais orgânicos, ou seja, substâncias provenientes de animais e vegetais, diferentemente de países desenvolvidos, como os Estados Unidos, em que a proporção de materiais descartáveis – como plástico, papel, papelão, vidro e metal – é maior.

Conforme Philippi Apud. CEMPRE, Lixo Municipal – Manual de gerenciamento integrado, 2000, p. 37, a composição física média dos resíduos municipais do Brasil e dos Estados Unidos são:

Tabela 1 – Composição percentual média do resíduo sólido domiciliar (Brasil e EUA)

	Brasil	Estados Unidos
Matéria Orgânica	52,50%	0%
Metal	2,30%	7%
Plástico	2,90%	10%
Papel e Papelão	24,50%	44%
Vidro	1,60%	5,00%
Outros	16,20%	34%

Fonte: Philippi Júnior Apud. CEMPRE, Lixo Municipal – Manual de gerenciamento integrado

A grande quantidade da matéria orgânica no resíduo sólido domiciliar brasileiro, 52,5%, influi diretamente na disposição final dos aterros sanitários, pois em sua decomposição gera o chorume e gases e que podem causar um grande impacto ao meio ambiente, assim torna-se fundamental o estudo da gestão e gerenciamento dos RSD. Em países desenvolvidos, como nos Estados Unidos, a geração da matéria orgânica é inferior, porém, cabe ressaltar que os dados de Philippi são passíveis de contestação, seja qual for a localidade, é impossível que não exista a geração da matéria orgânica.

3.2 Gestão e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos

O progresso econômico e o desenvolvimento industrial aumentaram as quantidades de resíduos geradas, e para se obter um equilíbrio é preciso que estes sejam reintroduzidos no ciclo de produção, sob a forma de matéria-prima. O meio ambiente vem nos dando sinais da sua incapacidade de armazenar todos os resíduos gerados e ainda a matéria-prima não são inesgotáveis, desta forma as políticas de gerenciamento dos resíduos sólidos tornam-se fundamentais para o melhoramento da qualidade de vida da população e promover o crescimento sustentável das cidades.

Desta forma, as ações na gestão e no gerenciamento precisam ser articuladas e comprometidas entre si, porém devemos destacar a importância de se considerar as questões econômicas e sociais envolvidas no cenário e a elevação da urbanização, pois são os principais causadores do aumento da problemática do gerenciamento dos resíduos. Para equacionar os problemas principais, é preciso que haja a participação efetiva da sociedade para reduzir os descartes, reaproveitar e enviar os resíduos para reciclagem antes de encaminhar aos aterros sanitários, e, também, é necessário exigir dos empresários que estabeleçam programas de redução da geração dos resíduos e a máximo aproveitamento dos materiais recicláveis e, ainda, a disposição dos resíduos de forma mais sanitária e ambientalmente adequada.

Para que se tenha um gerenciamento integrado dos resíduos, é preciso buscar continuamente os parceiros, especialmente junto às lideranças da sociedade e das entidades importantes na comunidade; é preciso identificar as alternativas tecnológicas necessárias a reduzir os impactos ambientais decorrentes da geração de resíduos, facilitando o mercado dos recicláveis e valorizando os materiais recicláveis, buscando um valor econômico positivo, como já ocorre com o alumínio.

Desta forma, é preciso desenvolver políticas, sistemas e arranjos de parcerias de modo a tratar de forma específica os resíduos recicláveis, tais como: papel, metais, plásticos vidros entre outros.

Também é preciso dar uma importância maior aos resíduos orgânicos, pois são os responsáveis pela maior porção dos resíduos que chegam aos aterros sanitários brasileiros e são passíveis de serem transformados em composto orgânico, para enriquecer o solo agrícola.

A seguir iremos analisar os principais sistemas de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos domiciliares e os problemas ambientais enfrentados pelos municípios brasileiros.

3.3 Sistema de Coleta e Transporte; Tratamento e Disposição Final do Resíduo Sólido Domiciliar.

3.3.1 Sistema de Coleta e Transporte do Resíduo Sólido Domiciliar

Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – NBR 12.980, 1993), coleta e transporte, é o “ato de recolher e transportar resíduos sólidos de qualquer natureza, utilizando veículos e equipamentos apropriados para tal fim”.

Portanto, a coleta e o transporte do resíduo sólido domiciliar definem-se como a remoção do resíduo acondicionado até a unidade de tratamento ou a disposição final, podendo ocorrer de duas maneiras: a convencional e a seletiva.

A coleta e o transporte do resíduo sólido constituem o contato mais direto entre gerador e o prestador de serviço, e por isso, representa a etapa mais suscetível à crítica dos moradores e acidentes.

Na coleta convencional, os resíduos sólidos são coletados porta-a-porta, na qual os veículos de coleta, em sua maioria compactadores, passam em todas as residências coletando os resíduos sem a sua separação. Após a coleta, os resíduos são levados diretamente à área de disposição final para serem aterrados.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – NBR 12980, 1993) a coleta seletiva é a “coleta que remove os resíduos previamente separados pelo gerador, tais como: papéis, latas, vidros e outros”. Segundo Vilhena (1999, p. 6), “estes materiais, após um pré-beneficiamento são, então, vendidos às indústrias recicladoras ou aos sucateiros”. A diferença entre elas é que a coleta convencional não exige segregação na fonte dos materiais coletados enquanto a seletiva pode requerer a separação em diversas frações (MASSUKADO, 2004, p. 16).

A coleta seletiva, de acordo com Vilhena (1999, p. 15) pode ocorrer de duas maneiras: a coleta de porta-a-porta e os chamados PEV's (Postos de Entrega Voluntária).

A coleta de porta-a-porta é semelhante à coleta convencional, pois passarão em todas as casas coletando os resíduos, mas com pequenas diferenças que a caracterizam como uma coleta seletiva. Os caminhões não devem ser compactadores e têm que passar em dias e horários diferentes da coleta convencional, o resíduo precisa ser pré-selecionado. Em sua maioria são separados em material úmido (matéria orgânica), que na maioria das cidades são coletados pela coleta convencional e em material seco (plástico, vidro, embalagem longa vida (tetra pak), papel e papelão, metais, etc.) e são coletados e levados para as centrais de triagem.

Este sistema de coleta depende da cooperação da população que deve realizar a “triagem” dos materiais recicláveis a serem encaminhados para a coleta seletiva.

As coletas seletivas em Ponto de Entrega Voluntárias (PEV's) são pontos fixos pré-determinados, onde o cidadão leva o material de forma voluntária. Geralmente os materiais são separados de forma mais adequada, isto é, são colocados em recipientes específicos, segundo a Resolução CONAMA, número 275, de 25 de abril de 2001.

A coleta seletiva tem que fazer parte da gestão e do gerenciamento do RSD municipal e este deve estar integrado à coleta convencional.

Infelizmente, são poucos os municípios que realizam coleta seletiva de seus resíduos sólidos domiciliares e os destinam para a reciclagem. De acordo com uma pesquisa realizada pela Ciclossoft do CEMPRE (2006), existiam, no Brasil, apenas 327 programas de coleta seletiva nos municípios brasileiros (figura 3), enquanto que nos Estados Unidos, segundo Leite (2003, p. 38), existiam cerca de quatro mil programas de coleta seletiva. Em 1996, a quantidade de resíduos sólidos domiciliares enviados para os aterros sanitários americanos reduziu-se de 208 mil toneladas para 152 mil toneladas, havendo assim um impacto significativo na coleta convencional. É preciso ressaltar que esta discrepância deve ser ainda maior, já que os dados da Ciclossoft são de 2006 e os dados de Leite são de 2003.

Nota-se na figura 03, um aumento no número de municípios que estão implantando programas de coleta seletiva, porém, na realidade, nota-se muitas dificuldades de implantação e manutenção destes programas.

Figura 3 – Municípios com programas de coleta seletiva no Brasil (1994 a 2006)

Fonte: Pesquisa Ciclosoft 2006 –CEMPRE, 2006

De acordo com CEMPRE (Ciclosoft - 2006), cerca de 25 milhões de brasileiros tem acesso a programas de coleta seletiva, 43,5% dos programas tem relação direta com cooperativas de catadores e, em sua maioria, concentra-se nas regiões sudeste e sul do país.

Além de programas oficiais, apoiados pelo poder público, a coleta seletiva é também praticada por catadores autônomos de recicláveis, seja nas ruas ou em lixões, em condições sub humanas, reaproveitando materiais que seriam enterrados.

Com relação ao tipo de transporte, podem ser de diversos tipos, como carroça manual, carroça com tração animal, trator com reboque, caminhão baú, caminhão basculante, caminhão compactador, entre outros. A escolha do veículo coletor depende de diversos critérios, como: tipo de resíduo, quantidade gerada, custos dos equipamentos, custos de operação e manutenção, características das vias (largura pavimentação e declividade), densidade populacional e densidade de tráfego.

A responsabilidade pela coleta, o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos domiciliares é do poder público municipal e, em sua maioria, vem fazendo de forma incorreta, desperdiçando recursos e poluindo o meio ambiente. Isso significa que a caracterização física dos resíduos domiciliares é fundamental enquanto subsídio à gestão e ao gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares.

3.3.2 Tratamento do Resíduo Sólido Domiciliar

De acordo com Ferreira e Zanta Apud. Massukado (2004, p. 25);

O tratamento dos resíduos são ações corretivas que podem trazer como benefícios a valorização de resíduos, ganhos ambientais com a redução do uso de recursos naturais e da poluição, geração de emprego e renda e aumento da vida útil de locais de disposição final.

Os principais tipos de tratamento aplicados aos RSD são: a incineração, a compostagem e a reciclagem.

• *Incineração*: para Barros (1995, p. 203) “é um processo de redução de peso (em até 70%) e de volume (em até 90%) do lixo através de combustão controlada, de 800 a 1000 °C, visando à disposição final”. Para CEMPRE, Lixo Municipal – Manual de gerenciamento integrado, 2000, p. 205 e 206, a desvantagem da incineração está no seu alto custo, na exigência de mão de obra qualificada e a presença de materiais nos resíduos que geram compostos tóxicos e corrosivos. Por outro lado, a vantagem está a redução drástica da massa e volume a ser descartada, recuperação de energia e esterilização dos resíduos. Vale lembrar que em um processo de incineração controlado, a emissão de compostos tóxicos é monitorada.

Para Massukado (2004, p. 34), “no contexto brasileiro, a incineração não é muito indicada devido ao alto teor de água presente no RSD, o que significa um baixo poder calorífico e porque também ainda não se tem problema significativo de escassez de locais para se dispor o resíduo”.

• *Reciclagem*: segundo CEMPRE, Lixo Municipal – Manual de gerenciamento integrado, 2000, p. 81 “é o resultado de uma série de atividades, pela qual, materiais que se tornariam lixo, ou estão no lixo, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos”. De acordo com a mesma publicação, a reciclagem pode trazer vários benefícios:

- Diminuição da quantidade de lixo a ser aterrada;
- preservação de recursos naturais;
- economia de energia;
- diminuição de impactos ambientais, e
- novos negócios.

Desta forma a reciclagem é um ótimo instrumento de gestão, porém antes de qualquer investimento é preciso conhecer as tecnologias já empregadas e o mercado do material em questão. Segundo Matos (2006, p. 29), “a reciclagem, entendida como a utilização dos resíduos sólidos como insumo para a produção de um novo produto, necessita de tecnologia apropriada, bem como mercado para assimilação deste novo material”.

De acordo com Massukado (2004, p. 31), “a reciclagem promove, também, o desenvolvimento da consciência ambiental e incentiva as atividades envolvidas nesta atividade, incluindo a implantação de micro empresas recicladoras com conseguinte aumento do nível de mão de obra economicamente ativa”.

- *Compostagem*: de acordo com CEMPRE, Lixo Municipal – Manual de gerenciamento integrado, 2000, p. 93, a compostagem;

É processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem ou vegetal. Esse processo tem como resultado final um produto – o composto orgânico – que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente.

De acordo com a mesma publicação, a vantagem da compostagem está na redução de 50% dos resíduos destinados ao aterro, economia de aterro, aproveitamento agrícola da matéria orgânica, reciclagem de nutrientes para o solo, processo ambientalmente seguro, eliminação de patógenos e economia de tratamento de efluentes.

No Brasil, o sistema de compostagem é bastante atrativo, uma vez que a maior parte dos resíduos sólidos domiciliares é constituída de matéria orgânica.

3.3.3 Disposição Final do Resíduo Sólido Domiciliar

No Brasil, as formas de disposição final mais comumente adotadas têm sido aquelas em que os resíduos são aterrados sem tratamento prévio: lixão, aterro controlado e aterro sanitário.

A busca por novas áreas para disposição final dos resíduos tem se intensificado, uma vez que a quantidade e o volume dos resíduos gerados é uma crescente.

Os lixões e os aterros controlados são formas inadequadas de confinamento dos resíduos sólidos. A disposição final do resíduo sólido domiciliar sem qualquer forma de tratamento ou recobrimento é denominada de lixão. Destaca-se como sendo a forma mais prejudicial ao homem e ao meio ambiente, mas, entretanto, é a mais usada, mesmo sendo uma forma irregular de disposição (figura 04).

Para CEMPRE, Lixo Municipal – Manual de gerenciamento integrado, 2000, p. 251, lixão: “é a forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos municipais, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública”.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – NBR 8849, 1985) o aterro controlado é uma:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública, e a sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos (RS), cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho.

A disposição final de resíduos em aterro controlado minimiza o impacto ambiental, uma vez que ocorre a compactação e faz a cobertura do resíduo, porém peca pela falta de

tratamento do chorume e gases, ausência de controle de entrada e saída de resíduos, pela falta do sistema de drenagem e pela não impermeabilização do solo entre outros fatores.

A disposição final dos resíduos de forma inadequada – lixões e aterro controlado – é responsável por vários impactos ambientais e de saúde pública.

É preciso destacar que, tanto no lixão como no aterro controlado, a presença de catadores representa um risco à saúde destes trabalhadores. Além disso, estas formas de destinação final geralmente não obedecem aos critérios técnicos para a escolha da área, e não há qualquer cuidado quanto aos gases produzidos e ao chorume. Assim representam uma fonte permanente de poluição.

Chorume é um “líquido produzido pela decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos, particularmente quando dispostos em aterros. Apresenta elevado potencial poluidor e tem como características a cor negra e o mau cheiro” (GADOTTI, 1997 p. 17). O chorume leva à poluição e à contaminação do solo, da vegetação, do ar e das águas superficiais e subterrâneas. Além disto, pode causar problemas à saúde por funcionar como criadouro de insetos e vetores na medida em que pode ficar depositado na superfície do solo.

O Aterro Sanitário é a forma mais adequada de disposição final dos resíduos sólidos domiciliares, pois segue critérios de engenharia e normas operacionais específicas. Conforme Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – NBR 8419, 1992) o aterro sanitário é uma:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e a sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

Assim, a disposição final dos resíduos, na forma de aterros sanitários, é considerada adequada do ponto de vista sanitário, pois os resíduos ficam confinados. Entretanto, sob o aspecto ambiental existem restrições pelo fato de os materiais não serem reaproveitados, o que significa desperdício de matérias-primas e de recursos naturais.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) realizada em 2000, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com base em levantamentos realizados nas prefeituras municipais e empresas prestadoras de serviços, revelou uma tendência de melhoria da situação de disposição final dos resíduos coletados no país nos últimos anos. Em 2000, o resíduo sólido domiciliar diariamente produzido no Brasil chegava a 125 mil toneladas, da qual 47,1% destinados aos aterros sanitários, 22,3% aos aterros controlados e 30,5% aos

lixões. Em número de municípios, o resultado não é tão favorável: 63,6 % utilizavam lixões; 13,8 %, aterros sanitários; e 18,4 %, aterros controlados; sendo que 5% dos municípios não informaram para onde iriam seus resíduos. Em 1991, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) mostrava que o percentual de municípios que depositavam seus resíduos em aterros sanitários era de apenas 10,7%, e o restante era destinado para lixões ou aterro controlado, como podemos observar na figura 04.

Figura 4 – Disposição Final dos resíduos sólidos domiciliares no Brasil.

Fonte: IBGE, 2000

A análise dos dados demonstra uma melhora, mas ainda é muito significativo o número de municípios que dispõem seus resíduos a céu aberto, em lixões, sem critério técnico. Assim, inicialmente, é preciso investir na transformação de lixões em aterros controlados e na construção de novos aterros sanitários nos municípios brasileiros. Outros pontos estratégicos concentram-se na prevenção da poluição (P_2), educação ambiental, empregando o princípio dos 3R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) e em tratamento dos resíduos sólidos. Tudo isso tem como objetivo diminuir a quantidade de resíduos que irá para os aterros sanitários.

O Estado de São Paulo, a partir da Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006, tornou-se o primeiro estado do país a instituir uma Política Estadual de Resíduos Sólidos, definindo princípios e diretrizes para atuações e intervenções no segmento, que procuram aglutinar questões atuais da gestão integrada dos resíduos sólidos, além de estabelecer um elo com as políticas estaduais de saneamento, de recursos hídricos, de saúde pública e de meio ambiente. O projeto dispõe sobre: a) A criação do Sistema Declaratório, um instrumento pelo qual será

possível fazer o mapeamento, o planejamento e o controle dos resíduos gerados. Com isso, abre-se caminho para o fim de aterros e lixões clandestinos e de empresas coletoras não credenciadas; b) A inserção de catadores, associações e cooperativas no processo de coleta, separação e comercialização dos resíduos urbanos recicláveis; c) Promover a educação ambiental para geradores e o consumidor final, no sentido de estimular a reutilização, a reciclagem e a redução dos resíduos; d) Propõe a criação do Fundo Estadual de Resíduos Sólidos para financiar projetos de reciclagem nos municípios e promover a participação da sociedade, com a possibilidade de conceder incentivos fiscais e tributários, além de fomentar a pesquisa e a implementação de novas tecnologias ecologicamente corretas.

3.4 Caracterização Física do Resíduo Sólido Domiciliar

Para haver melhor gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares dos municípios brasileiros, primeiramente, é preciso conhecer o que é gerado. Para isto, a caracterização física do mesmo é de primordial importância.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – NBR 10007, 2004) a caracterização é a “determinação dos constituintes e de suas respectivas porcentagens em peso e volume, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico e biológico”.

Para Gomes (1989, p. 46), “caracterizar o lixo de uma localidade, ou determinar a composição física dos resíduos produzidos por uma população é uma tarefa árdua, mas de primordial importância para qualquer projeto na área de resíduos sólidos”.

Castro (1996, p. 35) reporta que “a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares é a primeira e mais importante etapa para qualquer trabalho referente a tais resíduos, quer seja no planejamento da limpeza urbana, na orientação e determinação do sistema mais adequado para o tratamento e disposição”.

De acordo com Mancini (2001, p. 11);

Independente de a coleta ser comum ou seletiva, estudos sobre a composição percentual dos resíduos sólidos urbanos são muito importantes para os aspectos sanitário e social e podem fornecer a idéia de quanto material pode ser separado de cada resíduo, de modo a verificar a viabilidade econômica do processo.

Portanto, os resultados servirão de base para que as autoridades tomem suas decisões referentes aos tipos de coleta, de transporte, de tratamento e de disposição final de seus resíduos sólidos domiciliares. Para melhor se conhecer detalhes da geração dos resíduos sólidos domiciliares, a caracterização física precisa ser feita em cada município, determinando os diferentes componentes e a participação destes na massa total de resíduos.

Segundo Gomes (1989, p. 47);

(...) usar no planejamento dados da composição física de outra cidade somente poderá ser útil se as cidades, em questão, possuírem características muito semelhantes, mesmo assim esses dados só devem ser utilizados na fase preliminar; posteriormente, para o projeto ser colocado em prática, é preciso ter em mãos os resultados da caracterização física da cidade em questão.

Para Sartori (1995, p. 28), a geração dos resíduos sólidos é típica da comunidade que gera, pois diversos são os fatores interferentes: característica sócio-econômica, clima, estações do ano, eficiência na coleta, tipo de coleta; frequência, hábitos e costumes; graus de desenvolvimento, disciplina e controle nos pontos de produção; grau de industrialização, política e economia; nível educacional, número de habitantes, sazonalidade e mais.

De acordo com Gomes (1989, p. 47);

O lixo varia em função das características da cidade e com as suas mudanças climáticas e sazonais. Varia também com as alterações que ocorrem com a população que a produz, ou seja, os resíduos diferem de composição, em razão dos hábitos e padrões de vida da cidade. Mudanças na política econômica de um país também são causas para a variação na massa de lixo de uma população. Outro fator, também ligado à população, diz respeito aos tratamentos domiciliares que são adotados nos resíduos antes da coleta. Está se referindo, por exemplo, ao caso de ser realizada uma pré-seleção do lixo.

A seguir apresentamos a caracterização física da coleta convencional dos resíduos sólidos domiciliares de diversas cidades brasileiras.

Tabela 2 - Caracterização física, em porcentagem de peso, dos RSD de algumas cidades brasileiras.

CIDADE	ANO PUBLICAÇÃO	PLÁSTICO	VIDRO	METAL	PAPEL	MATÉRIA ORGÂNICA	OUTROS
São Carlos (SP)	1989	8,50	1,40	5,40	21,30	56,70	6,70
Juiz de Fora (MG)	1990	10,78	1,36	3,23	14,60	68,12	1,91
Manaus (AM)	1992	8,62	2,18	4,31	18,94	58,69	7,26
Curitiba (PR)	1993	6,00	2,00	2,00	3,00	66,00	21,00
Rio de Janeiro (RJ)	1993	15,00	3,00	4,00	23,00	22,00	33,00
Araraquara (SP)	1996	12,10	0,84	2,80	2,10	82,16	-
Fortaleza (CE)	1999	20,00	5,00	5,00	5,00	45,00	20,00
Botucatu (SP)	2000	8,37	1,90	3,85	7,61	74,17	4,01
Caixias do Sul (RS)	2003	14,62	2,42	2,49	11,82	45,97	22,68

Fonte: Zanin e Mancini (2004, p. 66)

Para CEMPRE, Lixo Municipal – Manual de gerenciamento integrado, 2000, p. 30 e 31, “o gerenciamento integrado do lixo municipal deve começar pelo gerenciamento de todas as características deste, pois vários fatores influenciam neste aspecto”, destacando:

- Número de habitante por município;
- poder aquisitivo da população;
- condições climáticas;
- hábitos e costumes da população, e
- nível educacional.

Outro importante fator que causa alteração na geração dos resíduos sólidos é o dia da semana; nos feriados e nos finais de semana são maiores os volumes de resíduos gerados.

O estudo da geração dos resíduos sólidos permite criar uma base de dados que subsidiará as decisões referentes à gestão e ao gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP.

3.5 Caracterização da área de estudo - Município de São Carlos, SP

O município de São Carlos localiza-se na região central do Estado de São Paulo, a 230 km da Capital do estado, entre os paralelos - 22° de Latitude Sul e 47° de Longitude Oeste, é composto de dois distritos: Santa Eudóxia e Água Vermelha, com uma área de 1.141 km², com uma área urbana de 68,45 km², uma densidade demográfica de 188,44 hab/km² (IBGE, 2005) e fazendo divisa com 11 municípios: ao Norte-Nordeste, Luiz Antônio; a Leste, com Descalvado; a Sudeste, Analândia; ao Sul, limita-se com Itirapina e Brotas; a Sudoeste, com Ribeirão Bonito; a Oeste, com Ibaté e Araraquara, e finalmente a Noroeste, Américo Brasiliense, Santa Lúcia e Rincão.

A população de São Carlos é de 216.840 habitantes (SEADE, 2007), apresentando uma taxa de crescimento populacional médio de 1,99% a.a. (2000 a 2006), está a 856 metros acima do nível do mar (IBGE, 2005) e pertence a duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos: a UGRHI-13, referente à bacia Tiête/Jacaré; e a UGRHI-09, da bacia Mogi-Guaçu (figura 05).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2005), o clima é subquente úmido, com baixa umidade por três meses, com uma temperatura agradável durante todo o ano.

Atualmente, o município é conhecido como a capital da tecnologia devido ao conjunto de empresas e as universidades presentes.

Figura 5 – Localização do município de São Carlos em relação à América do Sul, Brasil, São Paulo e Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo.

Fonte: [\(http://www.rededasaguas.org.br\)](http://www.rededasaguas.org.br).(2004).

3.6 História do Município de São Carlos, SP

De acordo com a Prefeitura Municipal de São Carlos (2006), a história do município de São Carlos inicia-se com a demarcação da Sesmaria do Pinhal, em 1831, sendo que inicialmente a região era habitada pelos índios Guaianazes.

São Carlos foi fundado em 04 de novembro de 1855, dia de São Carlos Borromeu, padroeiro da cidade, por iniciativa de Antonio Carlos de Arruda Botelho (Conde do Pinhal), sendo que em 1865, o povoado seria elevado a categoria de vila.

Em 1874, a vila contava com 6.897 habitantes, e após ser elevado à categoria de município, em 1880, contava com uma população de 16.104 habitantes e com uma boa infraestrutura urbana.

Os fatores que influenciaram na fundação e desenvolvimento do município foram o crescimento do plantio do café na região e a instalação da Companhia Ferroviária, que propiciou um sistema eficiente para escoar a produção para o porto de Santos.

Nas últimas décadas do século XIX ocorreu o fenômeno social que mais influência a região central do Estado de São Paulo, o município foi um dos principais pólos atrativos de imigrantes do Estado. As grandes maiorias dos imigrantes eram originárias das regiões setentrionais da Itália. Os imigrantes vinham para trabalhar nas lavouras de café e, graças às suas habilidades, atuavam também na manufatura e no comércio.

Em 1908, o nome do município foi simplificado de São Carlos do Pinhal para São Carlos.

3.7 Economia do Município de São Carlos, SP

A economia do município cresceu bastante em função do crescimento da lavoura do café na região. No final do Século XIX, houve uma grande transformação no município após a chegada dos imigrantes, que vinham para trabalhar nas lavouras do café (Prefeitura Municipal de São Carlos, 2006).

Os fazendeiros aplicavam os lucros obtidos com o café na constituição de várias empresas em São Carlos, como: bancos, companhias de luz elétrica, de bondes, telefones, sistemas de água e esgoto, teatro, hospitais e escolas, fortalecendo a infra-estrutura urbana e criando condições para a industrialização.

Com a crise de 1929, a lavoura do café entrou em decadência, os imigrantes deixaram o meio rural e deslocaram-se para o meio urbano em busca de emprego como operários nas oficinas, no comércio, na prestação de serviços, nas fábricas de artefatos de madeiras e cerâmicas e na construção civil.

Na década de 40, a indústria se consolidou como a principal atividade econômica da região. Nas décadas de 50 e 60, a indústria solidifica-se com a instalação de fábricas de geladeiras, compressores, tratores e uma grande quantidade de empresas pequenas e médias, fornecedoras de produtos e serviços. Atualmente, São Carlos tem um perfil industrial ativo, mas em contrapartida, o setor agrícola mantém-se ativo, com a produção de cana de açúcar e laranja, entre outros produtos.

O destaque do município de São Carlos é a sua vocação para a pesquisa de ponta e alta tecnologia. De acordo com SEBRAE, 2007, são 5.011 empresas distribuídas em 512 indústrias, 3.091 estabelecimentos comerciais, 1.378 prestadores de serviços e 30 empreendimentos agrícolas, gerando 47.037 empregos formais no município e uma população economicamente ativa estimada em 114.520 habitantes, segundo o Relatório Anual de Atividades da Subdelegacia Regional do Trabalho de São Carlos (Ministério do Trabalho e Emprego, 2002). Os destaques estão nas fábricas de compressores (Tecumseh), lápis e canetas

(Faber Castell), têxtil (Tapetes e Toalhas São Carlos), eletrodomésticos (Latina e Prosdócimo/Electrolux), indústrias alimentícias (Hero e Frutil) e a automobilística (Volkswagen).

São grandes empresas e centros tecnológicos que cresceram em torno de duas grandes universidades: Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Além das duas universidades, o município de São Carlos possui duas unidades de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), um Centro universitário (UNICEP) e uma faculdade integrada (FADISC).

A cidade possui ainda cinco Centros Comerciais, além das unidades de serviço do SENAI, Sesi, Sesc e Sebrae. O funcionamento de aproximadamente 40 agências bancárias; 26 estabelecimentos de hospedagem, distribuídos em hotéis e pousadas; 15 agências de viagem e turismo; sete locadoras de veículos (automóveis e aeronaves); 18 auditórios/anfiteatros; com 18 empresas do setor de informação e comunicação, distribuídas entre emissoras de TV, jornais, rádios e TV a cabo; e 33 agências imobiliárias que por sua vez, é um indicativo da importância desses segmentos empresariais, com uma forte vocação para o desenvolvimento das atividades voltadas para o Turismo Científico e Tecnológico, Empresarial, Histórico e Ecológico.

Infelizmente, o crescimento acelerado do município de São Carlos não foi acompanhado por investimentos em saneamento, e as consequências são os problemas ambientais causados, principalmente pelo não tratamento do esgoto doméstico e dos resíduos sólidos. O município iniciou no ano de 2006 as obras para canalização e construção da estação de tratamento de esgoto.

A seguir iremos analisar a geração do resíduo sólido domiciliar no município de São Carlos, SP.

3.8 População do município de São Carlos, SP

Com o objetivo de conhecer melhor a cidade de São Carlos, destaca-se a seguir dados que caracterizam o município. A população estimada de São Carlos, SP, é de 216.840 habitantes (SEADE, 2007), porém nota-se na tabela 02, que de acordo com o censo 2000 a população real foi de 192.998 habitantes. Sendo que deste total, 95,04% (183.433 hab) residem na área urbana e 4,96% (9.565 hab) reside na área rural, o que confirma a característica dos municípios brasileiros de alta concentração no meio urbano.

Tabela 3 - Dados geográficos e estatísticos do município de São Carlos, SP

DADOS	VALOR	UNIDADE
Área da unidade territorial	1.140,92	Km ²
Área urbana	68,45	Km ²
Área rural	1.072,46	Km ²
População residente total	192.998	Habitantes
População residente da área urbana	183.433	Habitantes
População residente da área rural	9.565	Habitantes
Taxa de crescimento demográfico anual	2,40	% a.a.
Número de domicílios da área urbana	55.356	Domicílios
Número de domicílios da área rural	21.489	Domicílios

Fonte: Censo 2000 (IBGE)

Ao longo dos anos, o crescimento demográfico no país tem diminuído o ritmo, razão relacionada com a urbanização, a industrialização e o incentivo à redução da natalidade. No município de São Carlos não foi diferente, nota-se na tabela 03 uma taxa de crescimento demográfico anual de 2,40 %. Com relação à pirâmide etária brasileira, como nos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, observa-se um número muito grande de jovens e um número pequeno de idosos, porém este quadro já vem mudando, com a diminuição no número de jovens e um aumento na quantidade de pessoas idosas.

Na tabela 04 destaca-se a faixa de idade da população residente no município de São Carlos, SP e pode-se notar que apenas 10% da população do município tem idade acima dos 60 anos e que aproximadamente 70% da população tem idade abaixo de 40 anos. Podemos observar também que 65% da população do município se encontra entre 18 a 70 anos de idade (idade economicamente ativa), indicando desta forma um número bastante grande de mão-de-obra.

**Tabela 4 - Faixa de idade da população
residente do município de São Carlos, SP**

FAIXA DE IDADE (anos)	POPULAÇÃO	
	Habitantes	%
0 a 3	11.499	5,96
4	3.098	1,61
5 e 6	5.998	3,11
7 a 9	9.200	4,77
10 a 14	16.650	8,63
15 a 17	10.384	5,38
18 a 19	8.092	4,19
20 a 24	18.400	9,53
25 a 29	16.728	8,67
30 a 39	30.858	15,99
40 a 49	25.498	13,21
50 a 59	16.258	8,42
60 a 64	6.113	3,17
65 a 69	5.005	2,59
70 a 74	4.138	2,14
75 a 79	2.453	1,27
80 ou mais idade	2.626	1,36
TOTAL	192.998	100,00

Fonte: Censo 2000 (IBGE, 2000)

Com relação ao sexo, a população no município tem um número maior de mulheres na área urbana, enquanto que na área rural o número maior é de homens. Os dados podem ser observados na tabela 05.

Tabela 5 - População residente por raça, sexo e área do município de São Carlos, SP

RAÇA	URBANA			RURAL		
	Homens	Mulheres	%	Homens	Mulheres	%
Branca	70.394	74.553	79,02	3.668	3.348	73,35
Preta	3.744	3.790	4,11	294	283	6,03
Amarela	721	705	0,78	61	8	0,72
Parda	15.243	13.231	15,52	997	852	19,33
Indígena	138	84	0,12	0	6	0,06
Sem declaração	316	514	0,45	10	38	0,50
Total p/ sexo	90.556	92.877	100,00	5.030	4.535	100,00
Total p/ área	183.433		95,04	9.565		4,96
Total geral	192.998					

Fonte: Censo 2000 (IBGE, 2000)

Nota-se, na tabela 06, que apenas 26,85% (51.816 hab) da população são carlense tem ocupação formal em atividades econômicas. Com relação ao número de empresas, somam-se 7.996 empresas formais, dentre as quais se destacam o comércio (53,10 %), a indústria (11,32%), atividades imobiliárias (11,03%), alojamento e alimentação (7,97%). Observa-se também que em virtude do município possuir pólos tecnológico, industrial e universitário bem desenvolvidos, o número de habitantes de ocupação formal tem uma maior participação na indústria (33,69 %), no comércio (25,36 %), na administração pública (5,15%) e na educação (5,14%).

Tabela 6 - Dados gerais das atividades econômicas por faixas de pessoal ocupado total do município de São Carlos, SP

ATIVIDADE ECONÔMICA	PESSOAL OCUPADO TOTAL		EMPRESAS	
	Habitantes	%	Número	%
Agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal	713	1,38	75	0,94
Indústrias extrativas	169	0,33	22	0,28
Indústrias de transformação	17.457	33,69	883	11,04
Produção e distribuição de eletricidade, gás e água	408	0,79	9	0,11
Construção	1.563	3,02	164	2,05
Comércio; reparação de veículos automotores, objetos pessoais e domésticos	13.142	25,36	4246	53,10
Alojamento e alimentação	2.157	4,16	637	7,97
Transporte, armazenagem e comunicações	1.674	3,23	190	2,38
Intermediação financeira, seguros, previdência complementar e serviços relacionados	902	1,74	102	1,28
Atividades imobiliárias, aluguéis e serviços prestados às empresas	4.486	8,66	882	11,03
Administração pública, defesa e seguridade social	2.669	5,15	7	0,09
Educação	2.663	5,14	155	1,94
Saúde e serviços sociais	1.714	3,31	99	1,24
Outros serviços coletivos, sociais e pessoais	2.099	4,05	525	6,57
TOTAL	51.816	100,00	7996	100,00

Fonte: Censo 2000 (IBGE, 2000)

Na tabela 07, o PIB do município e observa-se um valor significativo, comparado a outros municípios brasileiros. Enquanto que a média nacional, em 2003, foi de \$8.694,00, no município de São Carlos foi de \$11.951,00.

Tabela 7 - Evolução do Produto Interno Bruto (PIB) a preço de mercado e o Produto Interno Bruto Per Capita do município de São Carlos, SP

ANO	PIB (1000 R\$)	PIB PER CAPITA (R\$)
2000	2 031 373	10 404
2001	2 115 162	10 624
2002	2 313 959	11 400
2003	2 472 750	11 951

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2005)

3.9 Distribuição da renda no município de São Carlos, SP

Existe uma correlação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares e o nível de renda da população. A composição e o volume de RSD são diretamente influenciados pela renda. Dito isto, é necessário verificar a distribuição espacial da renda no município de São Carlos, SP.

Em relação à distribuição de renda, três indicadores são comumente utilizados para montar um perfil básico. Esses indicadores são: renda per capita média; proporção de pobres e o índice de Gini. A renda per capita média permite uma primeira aproximação da distribuição da riqueza no município de São Carlos. A proporção de pobres apresenta um refinamento do indicador anterior ao mostrar a proporção de pessoas com renda inferior a R\$ 75,50 – equivalente a metade do salário mínimo vigente em agosto de 2000. Por fim, o índice de Gini permite avaliar a desigualdade da apropriação da renda, de forma que, quanto mais próximo de zero, menor a desigualdade; e quanto mais próximo de um, maior a desigualdade.

A figura 06 apresenta a malha urbana do município de São Carlos destacando, por cores, a distribuição de classes de renda da população urbana residente.

Figura 6 – Mapa de distribuição da população, quanto à renda, no município de São Carlos, SP. Fonte: Adaptado de – Censo 2000 - IBGE (2000)

Analizando a figura 06, podemos afirmar que as manchas de cor vermelha destacam os bairros de baixa renda, como: Cidade Aracy, Loteamento social Antenor Garcia, Loteamento social Presidente Collor, Jardim dos Coqueiros, Jardim Santa Maria II, São Carlos V, Arnon de Melo, dentre outros. Fazendo um paralelo com relação aos setores de coleta dos resíduos sólidos domiciliares, desenvolvido pela Empresa Vega Engenharia Ambiental, como será visto a seguir, a mancha vermelha faz parte dos setores 08, 11 e 13 da coleta convencional.

As manchas de cores amarelas e rosas constituem os bairros mais tradicionais e com a maior parte dos bairros da cidade. Destaca-se Centro, Vila Monteiro, Jardim Cardinalli, Solar dos Engenheiros, Cidade Jardim, dentre outros. Os bairros desta região são constituídos por população de média e média-alta renda. Estes bairros possuem, além de residências, outras atividades de influência, como o comércio, universidades e os clubes.

A mancha roxa corresponde basicamente aos bairros de alta renda do município, destacando; Parque Faber I e II, Parque Santa Mônica, Jardim Bethânia, dentre outros. Estes bairros localizam-se em área de expansão urbana e compõem grande parte do setor 5 da coleta convencional.

A tabela 08 apresenta os indicadores de renda, pobreza e desigualdade do município de São Carlos, SP, e do Estado de São Paulo, em 1991 e 2000.

Tabela 8 - Indicadores de renda, pobreza e desigualdade do município de São Carlos, SP, e do Estado de São Paulo, em 1991 e 2000

	São Carlos		Estado de S. Paulo	
	1991	2000	1991	2000
Renda per capita Média (R\$ de 2000)	400,1	456,3	382,9	442,7
Proporção Pobre (%)	6,3	8,3	12,9	14,4
Índice de Gini	0,5	0,52	0,56	0,59

Fonte: IPEA, 2004.

A renda per capita média do município de São Carlos cresceu 14,04% entre 1991 e 2000, passando de R\$ 400,1 para R\$ 456,25. Este crescimento ficou abaixo do crescimento do Estado de São Paulo, pois, no mesmo período a renda per capita média cresceu 15,60%, passando de R\$ 382,93 em 1991 para R\$ 442,67 em 2000. No município de São Carlos, SP, a pobreza cresceu cerca de 32,22% passando de 6,3% em 1991 para 8,3% em 2000. Já no Estado de São Paulo o crescimento da pobreza foi inferior ao de São Carlos. No Estado, a pobreza cresceu 11,77%, passando de 12,9% em 1991 para 14,4% em 2000. Quanto ao índice de Gini, em São Carlos, passou de 0,50 em 1991 para 0,52 em 2000, enquanto que o Estado

de São Paulo apresentou 0,56 em 1991 e 0,59 em 2000. Houve, portanto, um aumento da desigualdade de distribuição de renda tanto no município de São Carlos quanto no Estado de São Paulo. Mesmo assim, o município apresenta patamares de renda per capita média maior do que a média estadual e menor proporção de pobres. Porém, o crescimento da proporção de pobres é bastante preocupante.

Outra medida de desigualdade bastante comum é a quantidade que um determinado percentual da população consegue apropriar da renda gerada. A tabela 08 apresenta a porcentagem de renda apropriada por extratos da população, entre 1991 e 2000.

Tabela 9 - Porcentagem de renda apropriada por extratos da população, 1991 e 2000

	São Carlos		Estado de S. Paulo	
	1991	2000	1991	2000
20% mais pobres	4,6	3,7	3,2	2,5
40 % mais pobres	12,8	11,4	10,2	8,7
60 % mais pobres	25	23,5	21,3	18,9
80 % mais pobres	43,7	42,9	39,8	36,5
20 % mais ricos	56,3	57,1	60,2	63,5

Fonte: IPEA, 2004.

Os dados da tabela 09 permitem perceber que está havendo um decréscimo na quantidade de renda apropriada pelos 20% mais pobres, tanto no município de São Carlos (0,9%) quanto no Estado de São Paulo (0,7%), entre os anos de 1991 e 2000. Essa tendência de decréscimo está presente em todas as outras categorias, com exceção dos 20% mais ricos. Os 20% mais ricos aumentaram sua participação na renda total no município de São Carlos em 0,8%, e no Estado de São Paulo em 3,2%, entre os anos de 1991 e 2000. Isto demonstra, outra vez, uma tendência de concentração de renda nos estratos mais ricos da população, enquanto, por outro lado, o restante da população tem perda de renda e, conseqüentemente, de poder aquisitivo. Mesmo assim, é preciso ressaltar que essa tendência de concentração de renda é mais suave no município de São Carlos em comparação com o Estado de São Paulo.

3.10 Geração dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) no município de São Carlos, SP.

Antes de 1980, a coleta e destino final dos resíduos eram de responsabilidade da Prefeitura Municipal. O local utilizado era uma área distante da cidade, localizado próximo ao Posto Castelo, na Rodovia Washington Luiz (sentido São Carlos/São Paulo, km 221), no Sítio Santa Madalena, localizado no Km 2 da antiga estrada vicinal entre São Carlos e Analândia. A forma utilizada para a disposição final era o “lixão”. Não houve qualquer critério ou preocupação ambiental para a escolha da área, o resíduo era depositado a céu aberto, o que levava à proliferação de insetos e roedores, à contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas devido à produção de “chorume” e à contaminação da atmosfera com gases (entrevista realizada ao Sr. Miguel Venditi, operador de trator do aterro sanitário de São Carlos, SP).

Em 1980, a empresa Vega Sopave (atualmente Vega Engenharia Ambiental), por meio de processo licitatório, passou a administrar a coleta e o destino final dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP e o faz até os dias atuais. Com as exigências da legislação, em 1988, o lixão foi transformado em um aterro controlado (GADOTTI, 1997, p. 50). Os resíduos a céu aberto foram recobertos com terra para impedir, principalmente, a proliferação de insetos e de roedores. Não houve a preocupação com a queima dos gases e com a coleta do chorume, que continuou e continua como fonte de poluição e contaminação do solo, do ar e das águas subterrâneas e superficiais da área.

No final da década de 80, Gomes em dissertação de mestrado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, com o título “Estudo da Caracterização Física e da Biodegradabilidade dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro Sanitário”, pela primeira e única vez, analisou a composição e geração dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP, que chegavam ao aterro controlado.

A figura 07 destaca a composição média dos referidos resíduos sólidos domiciliares transportados ao aterro.

Figura 7 – Percentual da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos/SP (1989).

Fonte: Gomes, 1989

Nota-se na figura 07, somando-se os materiais passíveis de reciclagem como papel e papelão; plásticos; alumínio e metal e os vidros; e a matéria orgânica, passível de serem transformadas em composto orgânico, perfazia um total de 93,3%. Sendo que neste período não existia nenhum programa de coleta seletiva para o município de São Carlos, este só foi implantada no ano de 2002.

A área foi utilizada por 17 anos até outubro de 1996 (GADOTTI, 1997, p. 50), e a partir daí a responsabilidade voltou a ser da Prefeitura Municipal de São Carlos (PMSC), apenas para sua manutenção e não mais como destino final dos resíduos sólidos domiciliares. Atualmente, o grande problema desta área são os desmoronamentos e a proximidade com o córrego São José, um dos afluentes do Ribeirão Feijão que, por sua vez, abastece grande parte da cidade. Segundo o SAAE, a qualidade da água captada na estação do Ribeirão Feijão indica que não está contaminada pelo chorume do antigo aterro controlado. A seguir seguem algumas fotos do antigo aterro controlado.

Foto 1 – Aterro controlado em operação no município de São Carlos, SP (1993)

Fonte: Gadotti, 1997

Foto 2 – Desmoronamento do aterro controlado no município de SÃO CARLOS, SP. (1999)

Foto 3 – Desmoronamento do aterro controlado no município de SÃO CARLOS, SP. (2006)

Foto 4 – Geração do chorume do aterro controlado no município de SÃO CARLOS, SP. (1999)

Foto 5 – Recalque do aterro controlado no município de São Carlos, SP. (2006)

De acordo com a CETESB (2006), a partir de novembro de 2006 o aterro controlado foi considerado uma área contaminada, local onde há comprovadamente a contaminação o solo e as águas subterrâneas.

No final de 1994, a Empresa Vega Engenharia Ambiental juntamente com a PMSC passaram a utilizar uma nova área, pois a antiga estava saturada. Desta vez, a forma utilizada para a disposição final foi um aterro sanitário. O aterro sanitário foi projetado para receber os resíduos sólidos de origem domiciliar, coletados pelos serviços de coleta regular do município. Estes resíduos apresentam materiais orgânicos putrescíveis passíveis de serem degradados biologicamente, materiais passíveis de reciclagem como plástico, vidro, metal, papel e ainda materiais perigosos como pilhas, baterias, tintas, solventes, lâmpadas, entre outros. Segundo a PMSC, os resíduos de origem industrial ou comercial que apresentam potencial periculosidade não são recebidos para disposição final no aterro sanitário. Resíduos de origem comercial podem ser recebidos até o volume de 100 L; de construção civil até o volume de 50 L e alguns resíduos especiais como animais mortos de pequeno porte, restos de móveis e colchões e ainda resíduos provenientes de serviços de varrição - poda e capina. O novo local para disposição dos resíduos sólidos domiciliares localiza-se na Fazenda Guaporé, no município de São Carlos, distando aproximadamente 15 km do centro da cidade e 7,8 km

do entroncamento da Rodovia Washington Luiz (SP-310) com a Rodovia Ribeirão Preto - São Carlos (SP-318). Possui acesso pela Rodovia Washington Luiz, na altura do km 243, por meio de uma estrada de terra vicinal (Figura 09). A área total do aterro é de 10,63 hectares.

Figura 8 – Vista aérea – localização do aterro sanitário de São Carlos, SP destacando a estradas de acesso.

Fonte: Google Earth

Segundo Moretti Apud. Mancini (1999, p. 26), após o início das operações no aterro sanitário, foi interditado pela CETESB em função de obras de drenagem mal feitas, assim a antiga área voltou a ser utilizada até o final de 1996, até que os problemas do aterro sanitário fossem sanados.

No aterro sanitário foram tomadas medidas de engenharia sanitária para a proteção do meio ambiente, tais como: impermeabilização do solo com argila compactada e/ou manta, recobrimento diário dos resíduos, queima de gases e recolhimento do chorume em lagoas de contenção. Atualmente, os principais problemas que a PMSC e a Empresa Vega Engenharia Ambiental enfrentam no aterro sanitário é a geração chorume, pois as lagoas servem apenas como depósito, assim, em períodos de alta pluviosidade os líquidos percolados são levados para tratamento em estações de tratamento de esgoto da região. Outro problema enfrentado no aterro sanitário está no crescimento da malha urbana e no limite de sua capacidade. De acordo com Moretti Apud. Mancini (1999, p. 26) o aterro sanitário inicialmente teria vida útil de dois

anos e meio (30 meses), mas é explorado até os dias atuais (2007), para isto foram construídas células acima da superfície do terreno (figura 09 e 10).

Figura 9 - Situação em maio de 2006.

Fonte: VEGA Engenharia Ambiental

Figura 10 - Situação em junho de 2007.

Fonte: VEGA Engenharia Ambiental

Assim, a situação da disposição final dos resíduos é preocupante, pois em um curto prazo a área existente estará saturada.

De acordo com levantamentos topográficos planialtimétricos, realizados pela empresa Vega Engenharia Ambiental, no ano de 2006, pode-se calcular a capacidade volumétrica disponível e projetar a vida útil do atual aterro sanitário. Desta forma a capacidade volumétrica estimativa foi de aproximadamente 77.000 m³ e o término de sua vida útil foi em meados de junho de 2007. (Tabela 10).

Tabela 10 - Evolução mensal do preenchimento e estimativa de vida útil da célula

	mai/06	jun/06	jul/06	ago/06	set/06	out/06	nov/06	dez/06	Jan/07	fev/07	mar/07	abr/07	mai/07	jun/07
Volume aterrado no mês (m3)		7.802	6.145	6.201	4.915	6.136	10.020	7.713	5.673	4.900	5.200	5.100	5.050	5.000
Volume disponível (m3)	77.000	69.198	63.053	56.852	51.937	45.801	35.781	28.068	22.395	17.495	12.295	7.195	2.145	-2.855

Fonte: Vega Engenharia Ambiental, 2006

De acordo com a Prefeitura Municipal de São Carlos (PMSC), foi encaminhado aos órgãos responsáveis o projeto de uma nova ampliação do atual aterro sanitário, já que os estudos de uma nova área para a construção de um novo aterro sanitário ainda estão em andamento.

Segundo dados do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares do Estado de São Paulo, no ano de 2006, o aterro sanitário de São Carlos obteve nota 9.0 (nove), o que significa estar operando em condições adequadas.

Ainda, segundo a PMSC, a área disponível para ampliação do aterro é de 10.000 m² e a sua ampliação será de 150.000 m³, levando-se em conta que são dispostos, em média, 6.000 m³ mensais, cerca de 145 t/dia, na operação do aterro, a estimativa de sobrevida mínima do aterro atual a partir do início da operação da nova célula é de 25 meses.

No entorno do aterro sanitário, nota-se a presença de plantação de cana-de-açúcar e pastagens, e nas proximidades do empreendimento encontram-se dois cursos d'água com pequena vazão: o Córrego Galdino (500 m de distância) e o Córrego da Fazenda, ambos afluentes do rio Chibarro, o qual é afluente do rio Jacaré-Guaçu.

A seguir algumas fotos do atual aterro sanitário do município de São Carlos e suas alterações.

Foto 6 – Vista aérea do aterro sanitário do município de São Carlos, SP e sua posição em relação à mancha urbana. Fonte: Cedida pelo Sr. Miguel Venditi – operador de trator do aterro sanitário, final de 2003.

Foto 7 – Vista aérea do aterro sanitário do município de São Carlos, SP - Lagoas de chorume e operação na primeira ampliação do aterro sanitário. Fonte: Cedida pelo Sr. Miguel Venditi – operador de trator do aterro sanitário, início de 2004.

Foto 8 – Vista aérea do aterro sanitário do município de São Carlos, SP – Início das obras para segunda ampliação e operação na antiga área do aterro sanitário. Fonte: Cedida pelo Sr. Miguel Venditi – operador de trator do aterro sanitário, final de 2004.

Foto 9 – Vista aérea do aterro sanitário do município de São Carlos, SP – Nova lagoa de chorume, operação na segunda ampliação. Fonte: Vega Engenharia Ambiental, início de 2007.

Além de um aterro sanitário, a PMSC desenvolve diversos programas e ações que visam à proteção do meio ambiente.

A coleta convencional é regular em toda área urbana, inclusive nos distritos de Água Vermelha e Santa Eudóxia. De acordo com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável e Ciência Tecnologia (SMDS), o município de São Carlos tem como recolhimento médio, diário, aproximadamente 145 t de resíduos sólidos domiciliares (2006). Nota-se na tabela 11 a massa coletada de resíduos sólidos domiciliares, por mês, da coleta convencional do município de São Carlos, SP, no ano de 2002 a 2006.

Tabela 11 – Massa encaminhada ao aterro sanitário municipal de São Carlos, SP de RSD, por mês, no ano de 2002 à 2006.

Mês/Ano	RSD (TONELADAS)				
	2002	2003	2004	2005	2006
Janeiro	4.789,54	4.500,69	4.383,53	4.571,45	4.793,99
Fevereiro	3.931,64	3.987,95	3.812,20	3.917,72	4.158,80
Março	4.186,27	3.979,32	4.141,39	4.214,75	4.604,47
Abril	4.178,43	3.834,36	3.862,43	3.970,63	4.086,85
Mai	4.021,56	3.751,15	3.793,97	3.963,71	4.334,26
Junho	3.791,44	3.586,88	3.901,33	3.812,62	4.049,65
Julho	4.096,27	2.987,71	3.937,89	3.779,71	4.066,35
Agosto	4.170,98	3.529,63	3.916,28	4.066,42	4.301,68
Setembro	3.874,50	3.747,05	3.889,57	3.929,89	4.114,54
Outubro	4.278,91	3.847,34	3.800,44	4.170,64	4.363,85
Novembro	4.051,54	3.748,31	3.913,14	4.170,81	4.408,21
Dezembro	4.747,02	4.718,30	4.465,93	4.711,77	5.106,53
TOTAL	50.118,10	46.218,69	47.818,10	49.280,12	52.389,18
Média	4.176,51	3.851,56	3.984,84	4.106,68	
Ton/dia	139,2	128,4	132,8	136,9	145,5

Fonte: SMDS (2006)

Observa-se que de 2002 para 2003, ocorreu uma queda dos RSD encaminhados ao aterro sanitário municipal, de 50.118,10 toneladas para 46.218,69 toneladas. A queda ocorreu, possivelmente, pela cobrança, por parte da prefeitura municipal, de terceiros, que encaminhavam seus resíduos ao aterro sanitário. De 2003 a 2006 houve um aumento gradativo, 46.218,69 (2003), 47.818,10 (2004), 49.280,12 (2005), 52.389,18 (2006). Ressalta-se também que os períodos de pico da geração de resíduos ocorrem nos meses de janeiro e dezembro, a exemplo das demais cidades brasileiras, em decorrência das festividades da época. Cabe acrescentar que os dias de maior geração, durante a semana, são segundas e terças-feiras, em função dos finais de semana e da ausência do serviço de coleta aos domingos (PMSC).

Em 2005, ano da realização da caracterização descrita neste trabalho (coleta convencional e seletiva), houve uma geração média mensal de 4.106,98 toneladas e média diária de 136,9 toneladas (SMDS, 2006).

O custo médio da coleta convencional dos resíduos sólidos domiciliares é, em média, de R\$ 99,57 por tonelada coletada (PMSC, 2005).

Ainda, segunda a SMDS, desenvolve outros programas municipais, como: Programa Futuro Limpo, que consiste em estimular a redução e controle dos resíduos gerados no município, destacando ações que visam à redução dos resíduos de papel gerados dentro da

administração municipal e, principalmente, o programa de Coleta seletiva de materiais recicláveis na área urbana, que é realizada por três cooperativas de catadores e a Criação do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente – CODEMA/SC.

De acordo com Paulo Mancini, diretor do Dep. de Política Ambiental da Prefeitura Municipal de São Carlos, a primeira experiência em coleta seletiva no município de São Carlos ocorreu em 1985, na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Em 1993 o programa desenvolvido pela UFSCAR firmou uma parceria com a APASC, gerenciando os resíduos de toda a universidade e da população, que voluntariamente levavam seus resíduos descartáveis ao local.

Com o início das operações do aterro sanitário de São Carlos, em 1994, na Fazenda Guaporé, como foi visto anteriormente, houve a transferência dos catadores que operavam no antigo lixão e aterro controlado, causando deste então vários problemas para a gestão do aterro. Houve pressão por parte da sociedade, do Ministério Público, CETESB, e da própria empresa terceirizada, Vega Engenharia Ambiental, para remover os catadores.

Em 2001 foi iniciado diálogo com catadores que estavam trabalhando no aterro, e num primeiro momento conseguiu-se que parte do pessoal se interessasse no programa de coleta seletiva. A primeira ação foi uma visita à Cooperativa de Batatais, que foi fundamental para sensibilizar uma parte deles, formando então, o primeiro grupo de coooperados. Desta forma, em junho de 2002, foi lançado o Programa Municipal de Coleta Seletiva no município, com a criação da Cooperativa Ecoativa e com um projeto piloto no bairro da Vila Nery, que posteriormente se expandiu.

Depois de formado o primeiro grupo Ecoativa, a pressão para impedir a entrada de catadores no aterro foi intensificada por parte da CETESB e do Ministério Público. Foi então constituído mais um grupo, Coopervida, que passou a atender a região do bairro Santa Felícia, Cidade Jardim, localizado mais a oeste da cidade. Neste processo foi importante a colaboração de organizações civis e de empresas, como, Vega Engenharia Ambiental e a Indústria de Papel de São Carlos.

Por fim, o terceiro grupo se formou a partir de uma demanda de catadores do Jardim Gonzaga, zona sul, buscando soluções junto ao Poder Público para formar esta terceira cooperativa, a Cooletiva. Teve intensa colaboração da PROHAB que cedeu espaço para a implantação da terceira central de triagem de resíduos. A partir deste momento, ficou estritamente proibida a entrada de catadores no aterro sanitário de São Carlos.

Atualmente, a coleta seletiva abrange 60% do território municipal, com previsão de expansão para os próximos anos. Segundo a SMDS, as cooperativas de São Carlos têm como comercialização média, mensal, aproximadamente 63 toneladas (tabela 12).

Nota-se na tabela 12 a massa coletada de resíduos sólidos domiciliares, por mês, da coleta seletiva do município de São Carlos, SP, no ano de 2005 e 2006.

Tabela 12 – Massa comercializada de materiais recicláveis, por mês, da coleta seletiva do município de São Carlos, SP, em 2005 e 2006.

Mês/Ano	Materiais Recicláveis Toneladas	
	2005	2006
Janeiro	80	58,4
Fevereiro	62,36	80,37
Março	67,27	61,53
Abril	54,17	62,05
Maio	54,04	53,48
Junho	56,60	73,64
Julho	61,21	61,68
Agosto	56,72	67,37
Setembro	65,48	64,85
Outubro	52,01	61,4
Novembro	58,11	72,56
Dezembro	77,26	44,39
Total	745,23	761,72
Média	62,10	63,48

Fonte: SMDS (2006)

Observa-se que em 2005 e 2006, ocorreu um aumento dos materiais recicláveis encaminhados às cooperativas, de 745,23 toneladas para 761,72 toneladas.

Em 2005, ano da realização da caracterização, tanto para coleta convencional quanto seletiva, notou-se uma geração média mensal de 62,10 toneladas.

Dados da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável no ano de 2005 apontam que a coleta seletiva teve um custo médio de R\$ 205,28 por tonelada coletada e comercializada, diferente da coleta convencional descrita anteriormente, de R\$ 99,57 por tonelada, considerando apenas os custos com coleta e transporte dos resíduos.

Assim, é preciso fazer com que os resíduos sejam coletados de forma seletiva, para que os resíduos encaminhados ao aterro sanitário sejam os resíduos últimos, não havendo possibilidade de tratamento. Considerando-se, ainda, a crescente escassez de áreas e as

exigências cada vez mais rígidas por parte da legislação, no que diz respeito às medidas de proteção ambiental a serem tomadas, os aterros sanitários estão deixando de ser alternativa barata como forma de destinação final.

A seguir, fotos da coleta seletiva no município de São Carlos.

Foto 10 - Caminhão utilizado para a coleta seletiva (porta-a-porta).
Fonte: PMSC (2007)

Foto 11 - Barracão de triagem de materiais recicláveis de uma das cooperativas existentes em São Carlos/SP.
Fonte: PMSC (2007).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O capítulo descreve a sistemática de obtenção de dados para o desenvolvimento do trabalho. Este trabalho assume uma pesquisa conjunta entre a pesquisa histórica, bibliográfica e exploratória. O estudo histórico possibilita a reconstituição do desenvolvimento de um fato ou de um organismo social. O estudo exploratório pretende descrever e analisar, através de um amplo esforço de investigação de campo, os fenômenos sociais aqui abordados. Por fim, a pesquisa bibliográfica pretende situar o estado da arte do tema aqui proposto. Nesse trabalho, duas variáveis são centrais. São elas:

- a) *Origem dos resíduos sólidos domiciliares da coleta convencional e da coleta seletiva;*
- b) *Peso dos resíduos sólidos domiciliares da coleta convencional e da coleta seletiva.*

Podemos organizar os instrumentos de coleta de dados da seguinte forma:

1) Levantamento Bibliográfico: Implica na identificação de referências que possam nos auxiliar no curso da pesquisa, dentre as quais podemos destacar: estudos relacionados à geração, coleta (convencional e seletiva), caracterização, tratamento e disposição final de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD).

2) Coleta de dados primários: caracterização e diário de campo. A caracterização física tem como objetivo principal estabelecer as respectivas percentagens em peso e volume dos constituintes dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP, tanto os que chegam ao aterro sanitário, através da coleta convencional, como os que chegam às centrais de triagem, por coleta seletiva. Por fim, o diário de campo auxilia na anotação das demais informações que julgarmos procedentes para os objetivos deste trabalho.

3) Coleta de dados secundários: Utilizada a documentação – como base de dados, relatórios e publicações dos órgãos públicos responsáveis pela coleta, pelo transporte e pela disposição final de RSD no Brasil; os dados oficiais - como censos e estatísticas estaduais; e, os arquivos da empresa responsável pela coleta, transporte e disposição dos resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP.

Este trabalho foi dividido em quatro etapas metodológicas complementares, que são:

1ª Etapa: diagnóstico inicial das condições de coleta e disposição final dos RSD. Este diagnóstico foi a base para o planejamento da coleta de dados para a análise;

2ª Etapa: leitura de bibliografia sobre geração, coleta, caracterização, tratamento, disposição final, gerenciamento e gestão de resíduos sólidos domiciliares;

3ª Etapa: caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares de acordo com o processo de amostragem e metodologia que serão descritos nas próximas seções; e,

4ª Etapa: formulação das conclusões e apresentação dos resultados.

Nos próximos itens, as características da coleta convencional e seletiva no município de São Carlos, SP.

4.1 Coleta convencional

O sistema de coleta convencional dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP (Tabela 13 e Figura 11) desenvolvido pela Empresa Vega Engenharia Ambiental dividiu o município em quinze setores que abrangem toda a área urbana do município de São Carlos e os distritos de Santa Eudóxia e Água Vermelha. Nosso processo de amostragem trabalhou com os resíduos sólidos domiciliares da população da área urbana. Como unidade amostral foi definido cada setor estabelecido pela Empresa Vega Engenharia Ambiental e o tamanho da amostra foi determinado como duas coletas para cada setor, o que perfaz 30 coletas durante o ano. Definiu-se fazer as coletas em duas campanhas ao longo do ano, 15 coletas no período de junho a setembro, de 2005, e 15 coletas no período de outubro a dezembro, do mesmo ano, com o propósito de verificar se existem diferenças sazonais significativas.

Para a caracterização física de cada setor, a escolha do setor foi aleatória até completar os 15 setores e o segundo ciclo foi realizado do mesmo modo. Notam-se na tabela 14 os dias que as caracterizações físicas foram realizadas.

Tabela 13 – Coleta convencional de São Carlos: Setores, bairros, frequência e turno

SETOR	BAIRRO	COLETA	
		FREQUÊNCIA	TURNO
1	Vila Prado; Bela Vista; Boa Vista; Vila Pelicano; Vila Palmares; Conj. Habitacional Silvio Vilari; Jardim São Carlos.	Diário / Segunda a Sábado	Noturno
2	Vila Nery; Vila Monteiro; Vila Monteiro Gleba II; Centreville; Parque Anhambi; Jardim Citelli; Vila Faria; Vila Rancho Velho e Condomínio Dom Bosco.	Diário / Segunda a Sábado	Noturno
3	São Carlos Clube; Jardim Betânia Parque São Vicente de Paula; Vila Elisabeth; Jardim Macareno; Vila Costa do Sol; Chácara Paraíso; Vila Laura.	Diário / Segunda a Sábado	Noturno

Tabela 12 – Coleta convencional de São Carlos: Setores, bairros, frequência e turno.**Continuação**

4	Jardim Paraíso; Parque Santa Mônica; USP – Campus I; Pq. Arnold Schimid; Solar dos Engenheiros; Vila São Gabriel; Pq. Estância Suíça; Jardim Real; Santa Maria I; Vila Jacobucci; Vila N. Sa. de Fátima; Vila Vista Alegre.	Alternado / Segunda, Quarta e Sexta	Noturno
5	Parque Faber I e II; Jardim Gibertoni; Jardim Paulista; Jardim Ricetti; Vila Carmem; Bicão; Jd. São Paulo; Vila Irene; Vila Alpes; Vila Marcelino Jd. Mercedes; Loteamento D'Aquino; Jardim Mara Alice.	Alternado / Terça, Quinta e Sábado	Noturno
6	Recreio dos Bandeirantes; Jd. Botafogo; Cj. Hab. COHAB; Bicão; Jd. das Torres; Jd. Medeiros; Jardim Boa Vista II.	Alternado / Terça, Quinta e Sábado	Diurno
7	Jd. Beatriz; Mirante da Bela Vista; Jd. Santa Tereza; COHAB Belvedere; Jd. Martinelli; Jd. das Rosas; Vila Sônia; Jd. Gonzaga; Jd. Pacaembu; Vila Monte Carlo; Vila Conceição; Vila Santa Madre Cabrini.	Alternado / Terça, Quinta e Sábado	Diurno
8	Loteamento Social Antenor Garcia; Loteamento Social Presidente Color; Cidade Aracy; CEAT	Alternado / Terça, Quinta e Sábado	Diurno
9	Vila Izabel; Jd. Cruzeiro do Sul; Vila Morumbi; Pq. São José; Recreio São Judas Tadeu; Jd. Maracanã; Pq. Ind. Miguel Abdelnur; Empreendimentos Nova São Carlos	Alternado / Terça, Quinta e Sábado	Diurno
10	Jd. Nova São Carlos; Castelo Branco; Vila Monteiro; Jd. Taithi; Jd. Sabará; Portal do Sol; Azulville I e II; Jd. D. Francisca; Jd. Cresci; Jd. Cardinalli; Jd N. Sa. Aparecida; Pq. dos Timboris; Pq. Douradinho; Jd. Tangará; Jd. São Rafael.	Alternado / Terça, Quinta e Sábado	Diurno
11	Maria Estela Fagá; Itamarati; Jd. Munique; Jd. Santa Maria II; Pq. Primavera; Jd. Veneza; Residencial Américo A. Margarido; Jd. dos Coqueiros; Constantino Amstalden, Pq. Belvedere Country Clube; Jd. São João Batista; Vila São José; Chácara São Caetano.	Alternado / Segunda, Quarta e Sexta-feira	Diurno
12	UFSCar; Jd. Jóquei Clube; Vila Pq. Industrial; Jd. Guanabara; Pq. Delta; Jd. Hikare; Jd. Nova Santa Paula; Jd. Paulistano; Cidade Jardim; Vila Celina.	Alternado / Segunda, Quarta e Sexta-feira	Diurno

Tabela 12 – Coleta convencional de São Carlos: Setores, bairros, frequência e turno. Final

13	Parque Fer; Cond. Res. Montreal; Jd. Ipanema; Jd. Santa Helena; Vila Marigo; Vila Mariana; Cidade Jardim; Santo Eudoxia e Água Vermelha .	Alternado / Segunda, Quarta e Sexta-feira	Diurno
14	São Carlos I, II, III, IV, V; Residencial Parati; Jd. Acapulco; Santa Angelina; Pq. Iguatemi Santa Felícia	Alternado / Segunda, Quarta e Sexta-feira	Diurno
15	Jd. Centenário; Santa Paula; Santa Marta; Jd. Bandeirantes; Morada dos Deuses; Santa Felícia; Planalto Paraíso; Jd. Alvorada; Pq. Paraíso; Res. M. Romeu Tortorelli	Alternado / Segunda, Quarta e Sexta-feira	Diurno

Fonte: Adaptado de Vega Engenharia Ambiental, 2005.

Figura 11 - Coleta Convencional dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP. (Obs: Sem Escala).

Fonte: Vega Engenharia Ambiental, 2005

Tabela 14 - Programação final da caracterização do RSD da coleta convencional

Setor	DATAS DA CARACTERIZAÇÃO			
	Inverno		Verão	
	Data	Turno	Data	Turno
1	3/6/05	Manhã	21/10/05	Manhã
2	17/6/05	Manhã	7/10/05	Manhã
3	19/8/05	Tarde	25/11/05	Manhã
4	22/9/05	Tarde	17/11/05	Manhã
5	16/9/05	Tarde	18/11/05	Manhã
6	25/8/05	Tarde	13/10/05	Tarde
7	11/8/05	Tarde	6/10/05	Tarde
8	15/9/05	Manhã	27/10/05	Tarde
9	8/9/05	Manhã	20/10/05	Tarde
10	1/9/05	Tarde	24/11/05	Tarde
11	24/6/05	Manhã	16/11/05	Tarde
12	12/8/05	Tarde	11/11/05	Tarde
13	1/7/05	Tarde	14/10/05	Tarde
14	2/9/05	Tarde	30/11/05	Tarde
15	5/8/05	Tarde	23/11/05	Tarde

Depois de determinado o setor, a carga do caminhão que realizou a primeira rota do setor foi segregada em uma área determinada. Anotou-se o peso da carga do caminhão (determinado na entrada do aterro sanitário), a temperatura ambiente e os bairros de coleta que compõem o setor e deu início a caracterização física.

A próxima seção apresenta os procedimentos metodológicos relacionados à caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares da coleta convencional.

4.2 Caracterização Física dos resíduos sólidos domiciliares da coleta convencional

Em virtude do volume de resíduos sólidos gerados por setor, será necessária a adoção de um procedimento para obtenção de amostra significativa, que teve fundamentação em Gomes (1989), no IPT/CEMPRE (2000) e na ABNT (NBR 10.007, 2004).

O caminhão escolhido descarregou os resíduos e foram depositados formando um monte de aproximadamente 10 toneladas, como se pode observar na foto 12.

Foto 12 – Monte de aproximadamente 10 toneladas, depositado diretamente no chão do aterro sanitário do município de São Carlos, SP. (2005).

Deste total foram espalhados e misturados todos os resíduos, manualmente e com a ajuda de uma pá carregadeira (Foto 13), retirando os resíduos de maior volume (Foto 14) e registrando-os. Posteriormente, foram escolhidos pontos aleatórios, que serviram para compor a amostra composta – (soma de parcelas individuais do resíduo estudado, obtida em pontos, profundidades e/ou instantes diferentes, por meio dos processos de amostragem. Estas parcelas foram misturadas de forma a se obter uma amostra homogênea – ABNT/NBR 10007, 2004).

Foto 13 – Resíduos misturados e espalhados, com ajuda de uma pá carregadeira.

Foto 14 – Materiais mais grossos retirados do monte principal (2005).

Formou-se um monte de 400 kg sobre a lona plástica. Manualmente os sacos plásticos foram rasgados, os resíduos misturados e espalhados na lona plástica (Fotos 15, 16 e 17), tornando-se uma amostra homogênea (Amostra obtida pela melhor mistura possível das alíquotas dos resíduos - ABNT/NBR 10007, 2004).

Foto 15 – Resíduos sólidos domiciliares, retirados do monte principal, sendo colocados sobre a lona plástica, e os sacos plásticos sendo rasgados (2005).

Foto 16 – Mistura manual dos resíduos sólidos domiciliares (2005).

Foto 17 – Resíduos sólidos espalhados sobre a lona plástica para o início do quarteamento (2005).

Depois de bem misturados, foram separados quatro montes de aproximadamente 100 kg cada. Para cada monte, foi feita a mistura manual novamente. Para cada monte de 100 kg, foi feito o processo de quarteamento, separando-os em quatro montes e desprezando metade, ficando oito montes de 25 kg (Foto 18, 19 e 20).

Foto 19- Processo de quarteamento.

Foto 18 - Materiais sendo separados em montes (2005).

Foto 20 – Processo de quarteamento - materiais sendo desprezados (2005).

Após o processo de quarteamento foram misturados manualmente todos os resíduos, formando um monte de 200 kg. Esta quantidade é suficiente para a análise com precisão equivalente ao de amostras maiores, ou seja, uma amostra representativa (parcela do resíduo a ser estudada, obtida através de um processo de amostragem, e que, quando analisada, apresenta as mesmas características e propriedades da massa total do resíduo).

Segundo Klee apud ZENG, 1986, p. 64:

[...] quando os pesos da amostra diminuem abaixo de aproximadamente 91 kg, aumenta, rapidamente, a discrepância na amostra de lixo, mas que acima de aproximadamente 140 kg, a discrepância aumenta lentamente [...] recomenda um peso de amostra entre 91 e 140 kg.

O intervalo, de 91 a 140 kg, para o peso das amostras de resíduos sólidos é recomendado, também, pela American Society For Testing And Materials (ASTM), ASTM (2003). Como podemos notar, na pesquisa, foi adotada a massa de aproximadamente 200 kg.

O total de 200 kg de resíduos sólidos domiciliares, que restaram, foi espalhado na lona plástica para serem separados em matéria orgânica (restos de alimentos, folhas vegetais e outros materiais orgânicos encontrados), papel e papelão (derivados da celulose), plásticos filme, plástico duro, alumínio e metal, vidro, embalagem longa vida (“tetra pak”) e outros (Foto 21). Depois que o material foi separado, foi colocado em sacos brancos leitosos para ser

pesado (Foto 22). Após a pesagem foi feito o cálculo da porcentagem sobre o peso total e, assim, obtivemos a porcentagem de cada material coletado.

Foto 21 – Plástico duro e alumínio sendo separados de outros materiais (2005).

Foto 22 – Material colocado em saco branco leitoso e pesado na balança (2005).

A seguir a Figura 12, que apresenta a metodologia empregada para a caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares que chegam ao aterro sanitário (Figura 12).

Figura 12 – Metodologia para caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares misturados.

4.3 Coleta Seletiva

Com base no programa de coleta seletiva desenvolvido pela PMSC, que dividiu a área urbana (60%) em três regiões, sendo que cada região ficou sob a responsabilidade de uma cooperativa de catadores, e ainda, compreende um conjunto de bairros. Assim, os catadores, de cada cooperativa, coletam uma vez por semana os materiais recicláveis em cada bairro, dentro de sua região de domínio, que é dividida por setor (Tabela 15 e Figura 13 e 14).

Similarmente à coleta convencional, a unidade amostral foi definida para cada setor que foi estabelecido pela Prefeitura Municipal de São Carlos, SP, e o tamanho da amostra foram determinados como duas coletas para cada setor, o que perfaz 26 coletas durante o ano. Definiu-se fazer as coletas em duas campanhas ao longo do ano, 13 coletas no período de junho a setembro e 13 coletas no período de outubro a dezembro, com o propósito de verificar se existem diferenças sazonais significativas, da mesma forma que foi realizada para coleta convencional. Notam-se na tabela 16 os dias que as caracterizações físicas foram realizadas.

A diferença para a coleta convencional está na caracterização, feita na massa total dos materiais recicláveis coletados. Houve necessidade de mudança no procedimento de triagem das cooperativas durante a caracterização, com o intuito harmonizar os parâmetros, pois as cooperativas têm um procedimento de triagem no qual não importa a quantidade e origem, por tipo de resíduos, gerados diariamente.

Para a caracterização física de cada setor, a escolha do setor foi aleatória até completar os 13 setores. O segundo ciclo foi realizado de mesmo modo.

Tabela 15 – Coleta seletiva de São Carlos: Região/cooperativa, bairros e frequência.

REGIÃO/COOPERATIVA	BAIRRO	FREQUÊNCIA
Coopervida	Centro; Jd. Betânia; Pq. Santa Mônica Jardim Paraíso.	Segunda-feira
	Jardim Lutfalla; Solar dos Engenheiros; Pq. Arnold Schindt; Chácara Casalle Cidade Jd.; Jd. Santa Paula; Jd. Centenário; Jd. Bandeirantes.	Terça-feira
	Jd. Paulistano; Pq. Delta; Jd. Acapulco. Vila Parque Industrial; Jd. Hikare; Nova Santa Paula Pq. Santa Marta;	Quarta-feira
	Planalto Paraíso; Jd. Alvorada; Santa Felícia (até Av. Bruno Ruggiero).	Quinta-feira
Ecoativa	Centro; Jd. Brasil; Jd. Cardinali; Vila Rancho Velho; Vila Santo Antônio	Segunda-feira
	Vila Faria; Vila Max; Vila Nery Chácara do Pq.; Pq. Sabará; Rs. Américo Alves Margarido.	Terça-feira
	Vila Deriggi; Vila Arnaldo; Vila Albertini; Chácara Parolo.	Quarta-feira
	Vila Elisabeth; Vila Laura; Tijuco Preto. Chácara Bataglia; Chácara Paraíso; Jardim Macarenco; Vila Costa do Sol;	Quinta-feira
Cooletiva	Jardim Cruzeiro do Sul; Jd. Pacaembú	Segunda-feira
	Vila Prado; Bela Vista; Lagoa Serena	Terça-feira
	Boa Vista; Jd. Beatriz; Jd. Medeiros Boa Vista II	Quarta-feira
	Vila Monteiro; Jd. Ricetti; Vila Marcelino	Quinta-feira
	Jd. Botafogo; Jd. das Torres; Jd. Bicão Vila Carmem; Pq. Faber I	Sexta-feira

Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos, SP (2005).

Figura 13 – Mapa dos bairros de cobertura da coleta seletiva. (Obs: Sem Escala)
Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos, SP (2005).

Figura 14 – Áreas de cobertura das cooperativas. (Obs: Sem Escala)
 Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos, SP (2005).

Tabela 16 - Programação final da caracterização do RSD da coleta seletiva

COOPRATIVAS	DATAS DA CARACTERIZAÇÃO			
	Inverno		Verão	
	Data	Turno	Data	Turno
ECOATIVA	13/9/05	Tarde/Noite	13/12/05	Tarde/Noite
	14/9/05	Tarde/Noite	14/12/05	Tarde/Noite
	15/9/05	Tarde/Noite	15/12/05	Tarde/Noite
	16/9/05	Tarde	16/12/05	Tarde
COOPERVERDA	20/9/05	Tarde/Noite		
	21/9/05	Tarde/Noite		
	22/9/05	Tarde/Noite		
	23/9/05	Tarde		
COOPERVERDA	27/9/05	Tarde		
	28/9/05	Tarde		
	29/9/05	Tarde		
	30/9/05	Tarde		
	3/10/05	Tarde		

Depois de determinado o setor, a carga do caminhão foi segregada em uma área determinada, na central de triagem para a realização da caracterização física. A próxima seção apresenta os procedimentos metodológicos relacionados à caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares da coleta seletiva.

4.4 Caracterização Física dos resíduos sólidos domiciliares da coleta seletiva

O material que chega à área de triagem é colocado sobre a bancada para sua separação (Foto 23), este será separado em papel e papelão (derivados da celulose), plástico filmes, plástico duro, alumínio e metal, vidro, embalagem longa vida (“tetra pak”) e rejeitos. O material separado é colocado em sacolas e pesado separadamente (Foto 24 e 25). Após a pesagem foi feito o cálculo da porcentagem sobre o peso total e, assim, obtivemos a porcentagem de cada material coletado.

Para esta atividade, também foram levada em conta duas campanhas ao longo do ano, de junho a setembro e de outubro a dezembro, como foi considerado na coleta convencional.

Foto 23 – Mesa ou Bancada para separação, localizada na cooperativa Cooletiva. Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos, SP (2005).

Foto 24 - Material sendo pesado, após a sua separação – Coopervida (2005).

Foto 25 - Material sendo pesado, após a sua separação – Coopervida (2005).

Apresentamos, a seguir, a metodologia empregada para a caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares que chegam à central de triagem (Figura 15).

Figura 15 – Metodologia para caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares separados.

A próxima seção apresenta os procedimentos de análise e tratamento dos dados, levando em consideração as duas coletas, seletiva e convencional.

4.5 Tratamento dos dados

Os dados foram calculados separadamente, por tipo de coleta (convencional e seletiva), e posteriormente foi feita sua extrapolação para os valores globais para o município. A Figura 16 simplifica e esquematiza a metodologia empregada.

Figura 16 – Esquema da metodologia (coleta convencional e seletiva)

Com as informações extraídas, foi possível estabelecer comparações com a última caracterização feita em 1989, por Gomes, avaliar a influência da coleta seletiva na coleta convencional, quantificar os resíduos sólidos recicláveis dispostos no aterro sanitário - papel/papelão, plásticos, metal e alumínio, vidro, embalagem longa vida e resíduos facilmente degradáveis - quantificar os resíduos sólidos recicláveis - papel/papelão, plásticos, metal e alumínio, vidro e embalagem longa vida - encaminhados para o Programa de Coleta Seletiva “Futuro Limpo” do município de São Carlos, SP, e avaliar os resultados obtidos nos setores amostrados, em função dos aspectos sócio-econômicos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O capítulo em questão visa à apresentação didática dos resultados da caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP, levando em consideração a coleta convencional, resíduos que são coletados por caminhões compactadores e são enviados ao aterro sanitário municipal; e a coleta seletiva, materiais recicláveis que são coletados em caminhões sem compactação e são enviados as cooperativas. Para finalizar, apresentamos uma extrapolação dos dados e constituição dos valores globais entre as duas caracterizações.

5.1 Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares da coleta convencional

Os resultados da caracterização são apresentados a seguir, porém antes serão apresentados os dados referentes à qualificação da amostra, como os registros da temperatura, da logística da coleta e da preparação da amostra.

5.2 Qualificação da Amostra

A decisão em realizar a caracterização física para cada setor e levar em conta as estações climáticas, inverno e verão, gerou um conjunto de informações que qualificam as amostras. Estas informações, para melhor entendimento, foram organizadas em três blocos:

- Registros da temperatura – Compreende os registros das temperaturas – média das mínimas; média das máximas; e média - em graus Celsius (°C) - nos dias de geração dos resíduos sólidos domiciliares coletados. Estes resultados são apresentados na tabela 17;
- Logística da coleta – Compreende os registros dos bairros, por setor, que foram efetivamente coletados pelo caminhão coletor, cuja massa foi utilizada na caracterização. A tabela 18 apresenta estes registros;
- Preparação da amostra – Compreende os registros, por setor, da massa total do caminhão coletor e da massa quarteada, referente à amostra significativa utilizada na caracterização, conforme tabela 19.

Tabela 17 – Registros das temperaturas nos dias de geração do RSD, por setor caracterizado da coleta convencional.

SETOR	TEMPERATURAS (°C)										
	INVERNO				VERÃO				DIFERENÇA / ESTAÇÕES		
	Data	Mínima	Máxima	Média	Data	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Média
1	02/06/05	9	22	14	20/10/05	14	28	21	5	6	7
2	16/06/05	9	21	13	6/10/05	13	27	19	4	6	6
3	18/08/05	11	23	17	24/11/05	17	30	23	6	7	6
4	21/09/05	12	25	18	16/11/05	16	29	22	4	4	4
5	15/09/05	12	24	17	17/11/05	17	29	22	5	5	5
6	24/08/05	11	24	17	12/10/05	14	27	20	3	3	3
7	10/08/05	10	23	16	5/10/05	13	27	19	3	4	3
8	14/09/05	12	24	17	26/10/05	15	28	21	3	4	4
9	07/09/05	12	24	17	20/10/05	14	28	21	2	4	4
10	31/08/05	11	24	17	23/11/05	17	30	23	6	6	6
11	23/06/05	9	21	13	15/11/05	16	29	22	7	8	9
12	11/08/05	10	23	16	10/11/05	16	29	22	6	6	6
13	30/06/05	9	21	13	13/10/05	14	27	20	5	6	7
14	01/09/05	11	24	17	29/11/05	17	30	23	6	6	6
15	04/08/05	9	23	15	22/11/05	17	29	22	8	6	7
Média		10,5	23,1	15,8		15,3	28,5	21,3	4,9	5,4	5,5
Desvio Padrão		1,25	1,28	1,74		1,54	1,13	1,35	1,68	1,35	1,68

Fonte: Canaldotempo.com (2005), disponível em <http://br.weather.com>

Tabela 18 – Logística da coleta convencional - Número de bairros coletados e não coletados, massa coletada, por setor e estação climática.

SETOR	COLETA CONVENCIONAL - BAIROS COLETADOS									
	INVERNO					VERÃO				
	Data	Não coletado	Coletado			Data	Não coletados	Coletados		
			Total	Parcial	Massa (kg)			Total	Parcial	Massa (kg)
1	02/06/05	3	2	3	10.310	20/10/05	2	6	0	12.080
2	16/06/05	8	1	5	10.810	6/10/05	10	3	1	8.810
3	18/08/05	8	4	2	9.460	24/11/05	6	5	3	11.240
4	21/09/05	6	11	1	11.040	16/11/05	7	10	1	9.970
5	15/09/05	3	11	3	10.100	17/11/05	4	13	0	10.800
6	24/08/05	3	6	2	11.310	12/10/05	3	7	1	9.970
7	10/08/05	3	8	1	11.460	5/10/05	2	9	1	10.570
8	14/09/05	1	2	1	11.680	26/10/05	1	2	1	10.850
9	07/09/05	1	7	0	11.320	20/10/05	4	3	1	11.240
10	31/08/05	3	14	0	12.140	23/11/05	3	13	1	11.850
11	23/06/05	6	6	3	10.180	15/11/05	9	6	0	10.230
12	11/08/05	3	7	0	10.130	10/11/05	7	3	0	10.980
13	30/06/05	8	10	1	7.210	13/10/05	12	7	0	6.140
14	01/09/05	3	4	3	11.680	29/11/05	2	4	4	10.970
15	04/08/05	4	8	1	10.920	22/11/05	4	8	1	11.710
Total		63	101	26	159750		76	99	15	157410

Fonte: Vega Engenharia S/A (2005)

No apêndice B é apresentada a relação de todos os bairros, coletados e não coletados, por setor.

Tabela 19 – Registro das massas coletadas e da amostra significativa (quarteada), por setor da coleta convencional e por estação

SETOR	MASSAS							
	INVERNO				VERÃO			
	Caminhão – Total coletado (kg)	Amostra quarteada			Caminhão - Total coletado	Amostra quarteada		
		Massa (kg)	%	Variação / 200 kg (%)		Massa (kg)	%	Variação / 200 kg (%)
1	10.310	103,47	1,00	-48,27%	12.080	177,19	1,47	-11,41%
2	10.810	275,37	2,55	37,69%	8.810	235,31	2,67	17,66%
3	9.460	221,20	2,34	10,60%	11.240	225,28	2,00	12,64%
4	11.040	222,46	2,02	11,23%	9.970	207,72	2,08	3,86%
5	10.100	227,11	2,25	13,56%	10.800	213,65	1,98	6,83%
6	11.310	235,96	2,09	17,98%	9.970	222,68	2,23	11,34%
7	11.460	213,25	1,86	6,63%	10.570	205,89	1,95	2,94%
8	11.680	288,20	2,47	44,10%	10.850	201,33	1,86	0,67%
9	11.320	180,95	1,60	-9,53%	11.240	220,24	1,96	10,12%
10	12.140	220,02	1,81	10,01%	11.850	219,98	1,86	9,99%
11	10.180	312,71	3,07	56,36%	10.230	201,18	1,97	0,59%
12	10.130	189,37	1,87	-5,32%	10.980	208,22	1,90	4,11%
13	7.210	226,04	3,14	13,02%	6.140	219,16	3,57	9,58%
14	11.680	215,94	1,85	7,97%	10.970	203,43	1,85	1,72%
15	10.920	248,54	2,28	24,27%	11.710	215,65	1,84	7,83%
Média	10.650,00	225,37	2,15	12,69%	10.494,00	211,79	2,08	5,90%
Desvio Padrão	1.203,93	48,66	0,54	24,33%	1.464,99	13,67	0,48	6,84%

No período de realização da caracterização dos resíduos sólidos domiciliares, os registros de temperatura têm, conforme a tabela 17, os seguintes pontos a destacar:

- No período de inverno, a temperatura média mínima foi de 13 °C e a média máxima de 18 °C. A maior parte dos setores, cerca de 70%, foi caracterizado com temperatura média entre 16 °C e 18 °C, acima da média de todos os setores que foi de 15,8 °C;
- No período de verão, a temperatura média mínima foi de 19 °C e a média máxima de 23 °C. Por volta de 53% dos setores foram caracterizados com temperatura média acima de 22 °C, superior, portanto, da média de todos os setores que foi de 21,3 °C. Esses registros indicam que não houve variações significativas;
- Em relação à diferença de temperatura entre as estações, os registros mostram que a média foi de 5,5 °C, mínima de 3 °C e máxima de 9 °C;
- As médias e os desvios-padrão, nas duas estações e nas diferenças, indicam regularidade de ocorrência.

Os registros da logística da coleta convencional, na tabela 18, mostram que o nível de abrangência do número de amostras caracterizadas foi significativo, com base nos destaques seguintes:

- Todos os setores foram caracterizados nas duas estações climáticas;
- No inverno, dos 190 bairros previstos, conforme tabela 13, p. 69, cerca de 67% tiveram seus resíduos sólidos domiciliares coletados e caracterizados;
- No verão, dos 190 bairros previstos, conforme tabela 13, p. 69, 60% tiveram seus resíduos sólidos domiciliares coletados e caracterizados;

Os resultados referentes às amostras significativas, presentes na tabela 19, indicam o atendimento das condições previstas no capítulo materiais e métodos e podemos destacar:

- Houve variação da massa da amostra quarteada em relação ao padrão de 200 kg, entretanto todas as massas ficaram dentro do parâmetro, de 91 kg a 140 kg, referido na seção “Caracterização Física dos resíduos sólidos domiciliares da coleta convencional” do capítulo materiais e métodos;
- As massas das amostras quarteadas, no período de verão, apresentam uma variação menor em relação ao padrão de 200 kg e comparada com as massas do inverno;
- Os percentuais médios das amostras quarteadas, nas duas estações, em relação à massa coletada, apresentam valores próximos, sendo 2,15% no inverno e 2,08% no verão;

- O desvio-padrão, nas duas estações, apresenta-se abaixo da média das massas, indicando regularidade.

5.3 Caracterização Física dos Resíduos Sólidos

Os resultados da caracterização física, mássica, dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) de São Carlos, SP, são apresentados em tabelas.

A tabela 20 apresenta o resultado da caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares, no município de São Carlos, quanto à sua participação mássica, dividindo em matéria orgânica, papel e papelão, tetra pak (embalagem longa vida), vidro, metal e alumínio, plásticos e outros.

As tabelas 21 a 27 apresentam os resultados da caracterização do resíduo sólido domiciliar por tipo de material e estações climáticas (inverno e verão).

Os resultados da caracterização física são importantes para se conhecer o potencial de reutilização destes materiais, que estão sendo enterrados no aterro sanitário de São Carlos/SP.

Tabela 20 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP.

Setor	RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIÁRES – COLETA CONVENCIONAL							
	Matéria Orgânica	Papel e Papelão	Tetra Pak	Vidro	Metal e Alumínio	Plástico Rígido	Plástico Filme	Outros
1	67,10%	4,90%	0,93%	2,20%	1,89%	3,27%	9,21	12,42%
2	54,95%	11,14%	0,87%	1,35%	1,59%	4,01%	7,41	20,96%
3	47,24%	9,49%	0,82%	2,47%	1,22%	3,41%	7,88	26,30%
4	60,82%	6,43%	0,57%	1,51%	1,66%	3,31%	9,69	17,63%
5	51,76%	6,17%	0,96%	1,56%	1,36%	4,20%	6,76	22,30%
6	72,41%	3,52%	0,87%	1,13%	1,07%	2,00%	7,07	12,57%
7	63,72%	4,01%	1,13%	0,81%	1,38%	2,18%	6,20	20,82%
8	61,95%	2,73%	1,34%	0,69%	1,26%	2,15%	6,73	24,17%
9	53,96%	8,66%	0,87%	2,39%	1,01%	2,13%	7,18	23,40%
10	57,20%	5,95%	1,54%	2,45%	1,54%	2,74%	9,39	20,11%
11	68,08%	4,07%	0,77%	1,01%	1,08%	1,94%	6,32	17,81%
12	42,55%	9,22%	1,03%	2,75%	1,19%	3,34%	6,95	23,60%
13	62,33%	8,23%	0,77%	1,56%	1,44%	3,39%	6,70	17,34%
14	57,21%	6,49%	0,95%	0,93%	1,03%	2,31%	9,36	22,87%
15	64,97%	5,58%	0,67%	2,30%	0,90%	2,23%	7,63	17,01%
Média	59,08%	6,44%	0,94%	1,67%	1,31%	2,84%	7,63%	20,09%
Desvio Padrão	8,10%	2,46%	0,25%	0,69%	0,28%	0,76%	1,20%	4,26%

Os resultados da participação mássica dos resíduos sólidos domiciliares, apresentados na tabela 20, indicam que:

- Dos RSD encaminhados ao aterro sanitário de São Carlos, o destaque foi para os materiais orgânicos, com 59,08%, seguido pelos plásticos, com 10,47% (rígido - 2,84% e filmes – 7,63%), papel e papelão (6,44%), vidro (1,67%), metal e alumínio (1,31%) e o tetra pak, com 0,94%, materiais estes, passíveis de recicláveis. Também, observa-se a presença dos materiais denominados de outros, com 20,09% que, em virtude da presença de todos os tipos de materiais e a sua homogeneização, não podem ser aproveitados para mais nada;
- Apesar da presença de todos os tipos de materiais, uma grande parcela dos chamados outros é representada pelos rejeitos, principalmente pela presença de fraldas, borrachas, madeiras, panos e tecidos; e o restante são materiais que, em função da homogeneização, é impossível separar. Desta forma, devemos destacar que a maior dificuldade enfrentada durante a caracterização física foi a separação dos pequenos materiais, da matéria orgânica e os chamados rejeitos;
- Assim, cerca de 80% dos resíduos sólidos encaminhados para o aterro sanitário de São Carlos são passíveis de reaproveitamento, seja via reciclagem (20%) ou compostagem (60%);
- Levando em consideração os índices por setores e por materiais, observou-se:
 - A matéria orgânica registrou o maior índice no setor 06, com 72,41%; e o menor índice no setor 12, com 42,55%;
 - O papel e papelão registraram o maior índice no setor 02 (11,14%); e o menor índice no setor 08 (2,73%);
 - O tetra pak registrou o maior índice no setor 10 (1,54%); e o menor índice no setor 04 (0,57%);
 - O vidro registrou o maior índice no setor 12 (2,75%); e o menor índice no setor 08 (0,69%);
 - O metal e o alumínio registraram o maior índice no setor 01 (1,89%); e o menor índice no setor 15 (0,90%);

- Os plásticos rígidos apresentaram o maior índice no setor 05 (4,20%); e o menor índice no setor 11 (1,94%); já os plásticos filmes representaram o maior índice no setor 4 (9,69%); e o menor índice no setor 07 (6,20%);
- Os outros registraram o maior índice no setor 03 (26,30%); e o menor índice no setor 01 (12,42%).
- Com relação ao alumínio e metal, observa-se uma baixa representatividade na quantidade global, devido, principalmente, ao mercado existente para este tipo de resíduo. Desta forma, este resíduo é desviado do aterro sanitário tanto pela coleta seletiva existente no município, quanto pela ação dos catadores autônomos;

Tabela 21 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional - matéria orgânica.

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIÁRES (MATÉRIA ORGÂNICA) – COLETA CONVENCIONAL							
SETOR	INVERNO			VERÃO			Média (%)
	Amostra	Matéria Orgânica		Amostra	Matéria Orgânica		Matéria Orgânica
	Massa (kg)	Massa (kg)	%	Massa (kg)	Massa (kg)	%	
1	103,47	73,50	71,04%	177,19	111,91	63,16%	67,10%
2	275,37	170,00	61,74%	235,31	113,32	48,16%	54,95%
3	221,20	101,00	45,66%	225,28	110,00	48,83%	47,24%
4	222,46	109,45	49,20%	207,72	150,49	72,45%	60,82%
5	227,11	118,74	52,28%	213,65	109,45	51,23%	51,76%
6	235,96	181,94	77,11%	222,68	150,78	67,71%	72,41%
7	213,25	137,24	64,36%	205,89	129,89	63,09%	63,72%
8	288,20	175,06	60,74%	201,33	127,15	63,16%	61,95%
9	180,95	111,32	61,52%	220,24	102,19	46,40%	53,96%
10	220,02	136,67	62,12%	219,98	115,01	52,28%	57,20%
11	312,71	225,25	72,03%	201,18	129,02	64,13%	68,08%
12	189,37	54,03	28,53%	208,22	117,80	56,57%	42,55%
13	226,04	140,81	62,29%	219,16	136,70	62,37%	62,33%
14	215,94	137,8	63,81%	203,43	102,94	50,60%	57,21%
15	248,54	170,22	68,49%	215,65	132,52	61,45%	64,97%
Média	225,37	136,20	60,06%	211,79	122,61	58,11%	59,08%
Desvio Padrão	48,66	44,25	12,11%	13,67	15,58	8,02%	8,10%

A tabela 21 apresenta a caracterização mássica dos resíduos sólidos domiciliares, destacando a matéria orgânica e estações climáticas, inverno e verão, indicando que:

- Na estação de inverno apresentou índice médio de 60,06%, enquanto que no verão o índice médio foi de 58,11%, indicando uma diferença muito pequena entre as estações, mesmo que a diferença média da temperatura tenha sido de 5,5 °C, como observamos na tabela 17, concluindo desta forma, que a temperatura pouco influenciou na geração da matéria orgânica, contrariando a bibliografia básica;
- Na média geral, a matéria orgânica apresentou um índice de 59,08%, em massa, que ainda está sendo encaminhada para o aterro sanitário, índice elevado se levar em consideração que a matéria orgânica é o material responsável pela geração do gás metano e chorume nos aterros sanitários. Devemos fazer uma ressalva, são poucos os municípios brasileiros que aproveitam a matéria orgânica gerada;
- No inverno, o maior índice foi registrado no setor 06, com 77,11%; e o menor índice se deu no setor 12, com 28,53%. A pequena quantidade de matéria orgânica no setor 12 é explicada pela passagem do caminhão de coleta no parque industrial e notou-se a presença grande de matérias e rejeitos, como luvas cirúrgicas, copos plásticos, papel higiênico, papel picado, levando a dedução de ser de uma empresa e dificultando a coleta da amostragem. No verão, o maior índice foi observado no setor 04, com 72,45%; e o menor índice foi registrado no setor 02, com 48,16%;
- Na média geral, tiveram maior índice no setor 06, com 72,41%; e o menor índice no setor 12, com 42,55%, destinados ao aterro sanitário.

Tabela 22 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional – papel e papelão.

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIÁRES (PAPEL E PAPELÃO) - COLETA CONVENCIONAL							
SETOR	INVERNO			VERÃO			Média (%)
	Amostra	Papel e Papelão		Amostra	Papel e Papelão		Papel e Papelão
	Massa (kg)	Massa (kg)	%	Massa (kg)	Massa (kg)	%	
1	103,47	3,20	3,09%	177,19	11,89	6,71%	4,90%
2	275,37	30,90	11,22%	235,31	26,04	11,07%	11,14%
3	221,20	26,01	11,76%	225,28	16,29	7,23%	9,49%
4	222,46	15,77	7,09%	207,72	12,00	5,78%	6,43%
5	227,11	14,05	6,19%	213,65	13,15	6,15%	6,17%
6	235,96	6,43	2,73%	222,68	9,59	4,31%	3,52%
7	213,25	9,13	4,28%	205,89	7,68	3,73%	4,01%
8	288,20	5,89	2,04%	201,33	6,86	3,41%	2,73%
9	180,95	13,72	7,58%	220,24	21,46	9,74%	8,66%
10	220,02	15,23	6,92%	219,98	10,97	4,99%	5,95%
11	312,71	5,44	1,74%	201,18	12,89	6,41%	4,07%
12	189,37	23,93	12,64%	208,22	12,07	5,80%	9,22%
13	226,04	25,51	11,29%	219,16	11,34	5,17%	8,23%
14	215,94	16,07	7,44%	203,43	11,26	5,54%	6,49%
15	248,54	14,08	5,67%	215,65	11,83	5,49%	5,58%
Média	225,37	15,02	6,78%	211,79	13,02	6,10%	6,44%
Desvio Padrão	48,66	8,41	3,65%	13,67	4,96	2,05%	2,46%

A tabela 22 apresentou a caracterização mássica dos resíduos sólidos domiciliares, destacando o papel e papelão e as estações climáticas (inverno e verão), indicando que:

- Na estação de inverno o papel e papelão apresentaram índice médio de 6,78%, enquanto que no verão, o índice médio foi de 6,10%, indicando uma diferença muito pequena entre as estações, como observado na matéria orgânica;
- Na média geral, o papel e papelão apresentou um índice de 6,44%, em massa, que ainda está sendo encaminhado para ao aterro sanitário;
- No inverno, o maior índice foi registrado no setor 12, com 12,64%, como explicado anteriormente; e o menor índice se deu no setor 11, com 1,74%, enquanto que no verão o maior índice foi observado no setor 02, com 11,07%; e o menor índice foi registrado no setor 08, com 3,41%;

- Na média geral, tiveram maior índice no setor 02, com 11,14%; e o menor índice no setor 08, com 2,73%, destinados ao aterro sanitário.

Tabela 23 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional – tetra pak.

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIÁRES (TETRA PAK) – COLETA CONVENCIONAL							
SETOR	INVERNO			VERÃO			Média (%)
	Amostra	Tetra Pak		Amostra	Tetra Pak		Tetra Pak
	Massa (kg)	Massa (kg)	%	Massa (kg)	Massa (kg)	%	
1	103,47	1,245	1,20%	177,19	1,18	0,67%	0,93%
2	275,37	1,27	0,46%	235,31	3,00	1,27%	0,87%
3	221,20	1,45	0,66%	225,28	2,20	0,98%	0,82%
4	222,46	0,92	0,41%	207,72	1,50	0,72%	0,57%
5	227,11	2,00	0,88%	213,65	2,23	1,04%	0,96%
6	235,96	2,04	0,86%	222,68	1,97	0,88%	0,87%
7	213,25	2,35	1,10%	205,89	2,40	1,17%	1,13%
8	288,20	3,48	1,21%	201,33	2,95	1,47%	1,34%
9	180,95	1,51	0,83%	220,24	2,00	0,91%	0,87%
10	220,02	3,75	1,70%	219,98	3,02	1,37%	1,54%
11	312,71	1,99	0,64%	201,18	1,80	0,89%	0,77%
12	189,37	2,10	1,11%	208,22	1,96	0,94%	1,03%
13	226,04	1,99	0,88%	219,16	1,45	0,66%	0,77%
14	215,94	2,35	1,09%	203,43	1,65	0,81%	0,95%
15	248,54	1,66	0,67%	215,65	1,44	0,67%	0,67%
Média	225,37	2,01	0,91%	211,79	2,05	0,96%	0,94%
Desvio Padrão	48,66	0,78	0,33%	13,67	0,59	0,26%	0,25%

A tabela 23 apresentou a caracterização mássica dos resíduos sólidos domiciliares, destacando o tetra pak (embalagem longa vida) e as estações climáticas, inverno e verão, indicando que:

- Na estação de inverno apresentou índice médio de 0,91%, enquanto que no verão o índice médio foi de 0,96%, indicando uma pequena diferença entre as estações, não sendo diferente dos outros materiais vistos anteriormente;
- Na média geral, o tetra pak apresentou um índice de 0,94%, em massa, que ainda está sendo encaminhado ao aterro sanitário;

- No inverno o maior índice foi registrado no setor 10, com 1,70%; e o menor índice foi registrado no setor 04, com 0,41%, enquanto que no verão o maior índice se deu no setor 10, com 1,37%; e o menor índice foi registrado no setor 13, com 0,66%;
- Na média geral, tiveram maior índice no setor 10, com 1,54%; e o menor índice registrado foi no setor 04, com 0,57%.

Tabela 24 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional – vidro.

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIÁRES (VIDRO) – COLETA CONVENCIONAL							
SETOR	INVERNO			VERÃO			Média (%)
	Amostra	Vidro		Amostra	Vidro		Vidro
	Massa (kg)	Massa (kg)	%	Massa (kg)	Massa (kg)	%	
1	103,47	2,90	2,80%	177,19	2,83	1,60%	2,20%
2	275,37	3,50	1,27%	235,31	3,36	1,43%	1,35%
3	221,20	6,53	2,95%	225,28	4,46	1,98%	2,47%
4	222,46	2,30	1,03%	207,72	4,11	1,98%	1,51%
5	227,11	3,43	1,51%	213,65	3,46	1,62%	1,56%
6	235,96	2,16	0,92%	222,68	3,01	1,35%	1,13%
7	213,25	1,58	0,74%	205,89	1,83	0,89%	0,81%
8	288,20	1,42	0,49%	201,33	1,77	0,88%	0,69%
9	180,95	3,96	2,19%	220,24	5,72	2,60%	2,39%
10	220,02	5,18	2,35%	219,98	5,59	2,54%	2,45%
11	312,71	4,79	1,53%	201,18	1,00	0,50%	1,01%
12	189,37	5,70	3,01%	208,22	5,18	2,49%	2,75%
13	226,04	3,35	1,48%	219,16	3,59	1,64%	1,56%
14	215,94	2,94	1,36%	203,43	1,00	0,49%	0,93%
15	248,54	2,54	1,02%	215,65	7,72	3,58%	2,30%
Média	225,37	3,49	1,64%	211,79	3,64	1,70%	1,67%
Desvio Padrão	48,66	1,50	0,82%	13,67	1,89	0,86%	0,69%

A tabela 24 apresentou a caracterização mássica dos resíduos sólidos domiciliares, destacando o vidro e as estações climáticas, inverno e verão, indicando que:

- Na estação de inverno apresentou índice médio de 1,64%, enquanto que no verão o índice médio foi de 1,70%, indicando uma pequena diferença como observado nos itens anteriores;

- Na média geral, o vidro apresentou um índice de 1,67%, em massa, que ainda está sendo encaminhado para ao aterro sanitário;
- No inverno o maior índice foi registrado no setor 12, com 3,01%; e o menor índice foi registrado no setor 08, com 0,49%, enquanto que no verão o maior índice se deu no setor 15, com 3,58%; e o menor índice foi registrado no setor 11, com 0,50%;
- Na média geral, tiveram maior índice no setor 12, com 2,75%; e o menor índice registrado foi no setor 08, com 0,69%.

Tabela 25 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional – metal e alumínio.

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIÁRES (METAL E ALUMÍNIO) - COLETA CONVENCIONAL							
SETOR	INVERNO			VERÃO			Média (%)
	Amostra	Metal e Alumínio		Amostra	Metal e Alumínio		Metal e Alumínio
	Massa (kg)	Massa (kg)	%	Massa (kg)	Massa (kg)	%	
1	103,47	1,77	1,71%	177,19	3,65	2,06%	1,89%
2	275,37	2,60	0,94%	235,31	5,28	2,24%	1,59%
3	221,20	3,31	1,50%	225,28	2,14	0,95%	1,22%
4	222,46	3,51	1,58%	207,72	3,63	1,75%	1,66%
5	227,11	2,80	1,23%	213,65	3,19	1,49%	1,36%
6	235,96	2,47	1,05%	222,68	2,42	1,09%	1,07%
7	213,25	3,56	1,67%	205,89	2,26	1,10%	1,38%
8	288,20	4,27	1,48%	201,33	2,08	1,03%	1,26%
9	180,95	0,96	0,53%	220,24	3,29	1,49%	1,01%
10	220,02	2,51	1,14%	219,98	4,25	1,93%	1,54%
11	312,71	3,42	1,09%	201,18	2,13	1,06%	1,08%
12	189,37	2,12	1,12%	208,22	2,64	1,27%	1,19%
13	226,04	2,77	1,23%	219,16	3,63	1,66%	1,44%
14	215,94	2,65	1,23%	203,43	1,68	0,83%	1,03%
15	248,54	2,53	1,02%	215,65	1,67	0,77%	0,90%
Média	225,37	2,75	1,23%	211,79	2,93	1,38%	1,31%
Desvio Padrão	48,66	0,81	0,31%	13,67	1,03	0,46%	0,28%

A tabela 25 apresentou a caracterização mássica dos resíduos sólidos domiciliares, destacando o metal e alumínio e as estações climáticas, inverno e verão, indicando que:

- Devemos salientar que a porcentagem do alumínio, representada principalmente pelas latinhas de refrigerante e cerveja, que chega ao aterro sanitário municipal são bastante pequenas, desta forma foi decidido colocar em proporção conjunta com o metal;

- Na estação de inverno apresentou índice médio de 1,23%, enquanto que no verão o índice médio foi de 1,38%, indicando uma pequena diferença entre as estações;
- Na média geral, o metal e alumínio apresentaram um índice de 1,31%, em massa, que ainda está sendo encaminhado para ao aterro sanitário;
- No inverno o maior índice foi registrado no setor 01, com 1,71%; e o menor índice foi registrado no setor 09, com 0,53%, enquanto que no verão o maior índice se deu no setor 02, com 2,24%; e o menor índice foi registrado no setor 15, com 0,77%;
- Na média geral, tiveram maior índice no setor 01, com 1,89%; e o menor índice registrado foi no setor 15, com 0,90%.

Tabela 26 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional – plástico.

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIÁRES (PLÁSTICOS) – COLETA CONVENCIONAL														
SETOR	INVERNO					VERÃO					Média			
	Amostra	Plástico Rígido		Plástico Filme		Amostra	Plástico Rígido		Plástico Filme		Plástico Filme		Plástico Rígido	
	Massa (kg)	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%
1	103,47	3,72	3,60%	8,27	8,00%	177,19	5,19	2,93%	13,27	10,42	14,91	9,21	6,3	3,27
2	275,37	9,21	3,35%	17,92	6,51%	235,31	10,99	4,67%	8,58	8,32	22,21	7,41	14,7	4,01
3	221,20	7,97	3,61%	13,26	5,99%	225,28	7,24	3,21%	14,77	9,77	20,65	7,88	11,6	3,41
4	222,46	6,75	3,04%	23,72	10,66%	207,72	7,45	3,59%	10,67	8,72	29,06	9,69	10,5	3,31
5	227,11	8,27	3,64%	8,63	3,80%	213,65	10,18	4,77%	10,58	9,72	13,92	6,76	13,4	4,20
6	235,96	5,27	2,23%	14,71	6,23%	222,68	3,92	1,76%	13,69	7,91	21,56	7,07	7,2	2,00
7	213,25	6,40	3,00%	12,65	5,93%	205,89	2,77	1,35%	10,56	6,48	17,93	6,20	7,8	2,18
8	288,20	5,90	2,05%	18,69	6,48%	201,33	4,53	2,25%	9,53	6,99	23,46	6,73	8,2	2,15
9	180,95	4,37	2,42%	11,75	6,49%	220,24	4,07	1,85%	13,27	7,87	18,39	7,18	6,4	2,13
10	220,02	6,29	2,42%	15,27	6,49%	219,98	6,74	3,07%	20,30	12,29	25,42	9,39	9,7	2,74
11	312,71	5,10	1,63%	17,86	5,71%	201,18	4,53	2,25%	9,41	6,93	22,57	6,32	7,4	1,94
12	189,37	6,25	3,30%	8,15	4,30%	208,22	7,03	3,38%	12,96	9,60	14,63	6,95	9,8	3,34
13	226,04	6,72	2,98%	11,73	5,19%	219,16	8,35	3,81%	9,63	8,20	16,55	6,70	10,9	3,39
14	215,94	4,32	2,00%	18,42	8,53%	203,43	5,32	2,62%	15,40	10,19	26,12	9,36	7,0	2,31
15	248,54	5,35	2,15%	15,21	6,12%	215,65	5,00	2,30%	14,89	9,14	22,66	7,63	7,9	2,23
Média	225,37	6,13	2,76%	14,42	6,43%	211,79	6,22	2,92%	12,50	8,84	20,67	7,63	9,24	2,84
Desvio Padrão	48,66	1,53	0,67%	4,44	1,67%	13,67	2,35	1,01%	3,11	1,55	4,52	1,20	2,56	0,76

A tabela 26 apresentou os resultados da caracterização mássica dos resíduos sólidos domiciliares, destacando os plásticos e as estações climáticas, inverno e verão, indicando que:

- Na estação de inverno, os plásticos rígidos apresentaram índice médio de 2,76% e os plásticos filmes de 6,43%, perfazendo um total de 9,19% da massa dos RSD, enquanto que no verão os plásticos rígidos apresentaram índice médio de 2,92% e os plásticos filmes de 8,84%, perfazendo um total de 11,76% da massa dos RSD e indicando uma diferença pequena entre as proporções como observado nos itens anteriores;
- Na média geral, os plásticos apresentaram um índice de 10,47%, em massa, que ainda estão sendo encaminhados para o aterro sanitário do município, sendo que os plásticos rígidos têm parcela de 2,84%, enquanto que os plásticos filmes têm uma maior participação, com 7,63%;
- Os plásticos rígidos tiveram um maior índice, nas estações (inverno e verão), registrado no setor 05, com 3,64% e 4,77% respectivamente e, no inverno, o menor índice foi de 1,63%, gerado no setor 11, enquanto que no verão foi registrado no setor 07, de 1,35% da massa de RSD. Os resíduos de plásticos rígidos são constituídos, basicamente, das embalagens de uso domiciliar;
- Para os plásticos filmes tiveram um maior índice, nas estações, registrado no setor 04 e 10, com 10,66% e 12,29% da massa de RSD, enquanto que os menores índices foram registrados nos setores 05 e 07, com 3,80% e 6,48% da massa de RSD, respectivamente. Os resíduos de plásticos filmes são constituídos, basicamente, das sacolinhas de supermercados, pois estas, em sua maioria, são utilizadas para o acondicionamento dos RSD.

Tabela 27 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional – outros.

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIÁRES (OUTROS) - COLETA CONVENCIONAL							
SETOR	INVERNO			VERÃO			Média (%)
	Amostra	Outros		Amostra	Outros		Outros
	Massa (kg)	Massa (kg)	%	Massa (kg)	Massa (kg)	%	
1	103,47	10,00	9,66%	177,19	26,90	15,18%	12,42%
2	275,37	40,00	14,53%	235,31	64,45	27,39%	20,96%
3	221,20	51,40	23,24%	225,28	66,15	29,36%	26,30%
4	222,46	59,59	26,79%	207,72	17,60	8,47%	17,63%
5	227,11	51,90	22,85%	213,65	46,45	21,74%	22,30%
6	235,96	20,07	8,51%	222,68	37,05	16,64%	12,57%
7	213,25	39,95	18,73%	205,89	47,16	22,91%	20,82%
8	288,20	73,07	25,35%	201,33	46,29	22,99%	24,17%
9	180,95	33,10	18,29%	220,24	62,80	28,51%	23,40%
10	220,02	34,46	15,66%	219,98	54,02	24,56%	20,11%
11	312,71	48,85	15,62%	201,18	40,25	20,01%	17,81%
12	189,37	56,30	29,73%	208,22	44,70	21,47%	23,60%
13	226,04	33,15	14,67%	219,16	43,87	20,02%	17,34%
14	215,94	30,93	14,32%	203,43	63,91	31,42%	22,87%
15	248,54	35,85	14,42%	215,65	42,24	19,59%	17,01%
Média	225,37	41,24	18,16%	211,79	46,92	22,02%	20,09%
Desvio Padrão	48,66	16,02	6,21%	13,67	13,91	5,95%	4,26%

A tabela 27 apresentou a caracterização mássica dos resíduos sólidos domiciliares, destacando os chamados outros e as estações climáticas, inverno e verão, indicando que:

- Devemos reforçar que a representatividade do que foi chamado de outros no trabalho. Em primeiro momento, o objetivo era de separar apenas os rejeitos, representados principalmente pelas fraldas descartáveis, porém durante a realização do trabalho podemos observar que um determinado momento, em função da homogeneização dos materiais, tornou impossível a separação de todos os tipos de materiais, desta forma os outros são representados principalmente pelos rejeitos, porém notamos a presença de outros tipos de materiais, como papel, plástico, vidro, matéria orgânica entre outros;
- Na estação de inverno apresentou índice médio de 18,16%, enquanto que no verão o índice médio foi de 22,02%, indicando uma pequena diferença entre as estações;

- Na média geral, apresentou um índice de 20,09%, em massa, que ainda estão sendo encaminhados para o aterro sanitário do município;
- No inverno o maior índice foi registrado no setor 12, com 29,73%, como já descrito, pela passagem do caminhão de coleta no parque industrial e a grande presença de rejeitos, como luvas cirúrgicas, papel higiênico entre outros; e o menor índice foi registrado no setor 06, com 8,51%, enquanto que no verão o maior índice se deu no setor 14, com 31,42%; e o menor índice foi registrado no setor 04, com 8,47%;
- Na média geral, tiveram maior índice no setor 03, com 26,30%, e o menor índice registrado foi no setor 01, com 12,42%;
- Todos os desvios-padrão (tabelas 21 à 27) estão bem abaixo da média, indicando regularidade de geração dos resíduos em todo período da caracterização.

5.4 Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares da coleta seletiva

Os resultados da coleta seletiva são apresentados em duas seções. Primeiramente são apresentados os dados referentes à qualificação da massa coletada, como os registros da temperatura, a logística da coleta e a massa total coletada, e, em seguida, os dados da caracterização mássica dos RSD.

5.4.1 Qualificação da massa coletada

A caracterização realizada para cada cooperativa gerou um conjunto de informações que qualificam a amostra. Estas informações, como feitas para coleta convencional, foram organizadas em três blocos:

- Registros da temperatura – Compreende os registros das temperaturas – média das mínimas; média das máximas; e média - em graus Celsius (°C), nos dias de geração dos materiais recicláveis. Estes resultados estão na tabela 28;
- Logística da coleta – Compreende os registros dos bairros, por dia da semana, que foram coletados efetivamente por cada cooperativa, cuja massa foi utilizada na caracterização. Na tabela 29 são apresentados estes registros;
- Massa total coletada – Compreende os registros, por cooperativa, da massa total coletada em cada dia da semana de referência. A tabela 29 apresenta estes resultados.

Cabe, neste momento, justificar a não realização da caracterização dos materiais recicláveis nas cooperativas Coopervida e Cooletiva, na estação climática do verão, conforme

observado na tabela 16, pg. 73, pois não foi possível contar com a adesão e colaboração dos cooperados. De acordo com os cooperados, isso não foi possível por causa do número reduzido de trabalhadores e o aumento da massa coletada no mês de dezembro. Desta forma, os resultados de inverno envolvem todas as cooperativas, e no verão a média é apresentada somente com a caracterização da cooperativa Ecoativa.

Tabela 28 - Registros das temperaturas nos dias de geração dos materiais recicláveis coletados pelas cooperativas da coleta seletiva

COOPERATIVAS	DIA DE COLETA	Inverno				Verão				Diferença		
		Data	Mínimo	Máximo	Média	Data	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
ECOATIVA	Segunda	13/9/05	12	24	17	13/12/05	17	31	23	5	7	6
	terça	14/9/05	12	24	17	14/12/05	17	31	23	5	7	6
	Quarta	15/9/05	12	24	17	15/12/05	17	31	23	5	7	6
	Quinta	16/9/05	12	24	17	16/12/05	17	31	23	5	7	6
COOPERVERIDA	Segunda	20/9/05	12	24	17							
	terça	21/9/05	12	24	17							
	Quarta	22/9/05	12	24	17							
	Quinta	23/9/05	12	24	18							
COOPERVERIDA	Segunda	27/9/05	12	25	18							
	terça	28/9/05	12	25	18							
	Quarta	29/9/05	12	25	18							
	Quinta	30/9/05	13	26	18							
	Sexta	3/10/05	13	26	18							
Média			12,2	24,5	17,5		17,0	31,0	23,0	5,0	7,0	6,0
Desvio padrão			0,38	0,78	0,52		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Canaldotempo.com (2005), disponível em <http://br.weather.com>

Os registros de temperatura presentes na tabela 28, apresentam os seguintes destaques:

- No período de inverno, a temperatura média mínima foi de 12 °C e a média máxima de 26 °C. O período de geração dos resíduos caracterizados teve variação de temperatura média entre 17 °C e 18 °C, em torno da média geral de 17,5 °C;
- No período de verão, a temperatura média mínima foi de 17 °C e a média máxima de 31 °C. O período de geração dos resíduos caracterizados teve temperatura média de 23 °C, sendo igual a média geral;
- Em relação à diferença de temperatura entre as estações, os registros mostram que a média foi de 6 °C a 5 °C e a máxima de 7 °C;
- A elevação de temperatura registrada no período de verão é suficiente para alterar o hábito alimentar e de consumo da população;
- As médias e os desvios-padrão, nas duas estações e nas diferenças, indicam uma regularidade de ocorrência.

Tabela 29 - Logística da coleta seletiva - Número de bairros coletados e não coletados, massa coletada, por cooperativa e estação climática.

COLETA SELETIVA – BAIRROS COLETADOS								
COOPERATIVA	INVERNO				VERÃO			
	Não coletado	Coletado			Não coletados	Coletados		
		Total	Parcial	Massa (kg)		Total	Parcial	Massa (kg)
Cooletiva	0	17	0	4.310	0	17	0	6.450
Coopervida	0	21	0	6.560	0	21	0	8.290
Ecoativa	0	22	0	6.040	0	22	0	7.210
TOTAL	0	60	0	16.910	0	60	0	21.950

No apêndice B é apresentada a relação de todos os bairros, coletados e não coletados, por setor.

Os registros da logística da coleta seletiva, na tabela 29, mostram que o nível de abrangência do número de amostras caracterizadas foi significativo, com base nos destaques seguintes:

- Todos os bairros foram coletados nas duas estações climáticas;
- No inverno, dos 60 bairros previstos, conforme tabela 15, p. 81, 100% tiveram seus materiais recicláveis coletados e caracterizados;

- No verão, dos 60 bairros previstos, conforme tabela 15, p. 81, 100% tiveram seus materiais recicláveis coletados, mas somente cerca de 37% foram caracterizados. Estes bairros pertencem à rota de coleta da cooperativa Ecoativa, a única que foi caracterizada neste período;
- No período de inverno, verificou-se uma produção menor da massa coletada (16.910,00 kg) em relação ao verão (21.950,00 kg). O percentual de crescimento foi da ordem de 30%. Estas massas referem-se à coleta de uma semana em cada estação climática e o total das cooperativas.

5.5 Caracterização Física dos resíduos sólidos domiciliares

Os resultados da caracterização física, mássica, dos RSD presentes nos materiais recicláveis da coleta seletiva de São Carlos, SP, são apresentados de forma sintética nas tabelas seguintes:

As tabelas 30 e 31 apresentam os resultados da caracterização dos RSD quanto à participação mássica de resíduos plásticos, rígidos e filmes, vidro, tetra pak, metal (lata e geral), papel (misto e branco) e papelão e rejeitos, por estação climática e por cooperativa.

Tabela 30 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares (RSD) presentes na coleta seletiva de São Carlos, SP, no inverno.

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES (RSD) – COLETA SELETIVA																		
COOPERATIVA	DIA DE COLETA	INVERNO																
		Amostra	Plástico				Vidro		Tetra Pak		Metal e Alumínio				Papel e Papelão		Rejeitos	
			Rígido		Filme						Lata		Geral					
			Massa (kg)	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)
Ecoativa	2ºf	2.590,00	346,17	13,37%	63,31	2,44%	378,25	14,60%	147,19	5,68%	42,73	1,65%	517,54	19,98%	979,66	37,82%	115,15	4,45%
	3ºf	1.140,00	173,60	15,23%	47,26	4,15%	204,46	17,94%	55,94	4,91%	22,18	1,95%	76,19	6,68%	505,37	44,33%	55,00	4,82%
	4ºf	1.370,00	217,93	15,91%	43,27	3,16%	181,50	13,25%	63,31	4,62%	16,88	1,23%	123,46	9,01%	583,56	42,60%	140,09	10,23%
	5ºf	940,00	163,85	17,43%	26,72	2,84%	129,16	13,74%	36,52	3,89%	15,14	1,61%	80,17	8,53%	486,35	51,74%	2,09	0,22%
Média		1510,00	225,39	15,48%	45,14	3,15%	223,34	14,88%	75,74	4,77%	24,23	1,61%	199,34	11,05%	638,74	44,12%	78,08	4,93%
Desvio Padrão		741,13	83,89	1,69%	15,03	0,73%	107,97	2,11%	48,96	0,74%	12,69	0,29%	213,21	6,04%	231,14	5,78%	61,99	4,10%
Coopervida	2ºf	2.660,00	406,52	15,28%	68,36	2,57%	418,08	15,72%	105,60	3,97%	35,49	1,33%	110,79	4,17%	1390,13	52,26%	125,03	4,70%
	3ºf	1.910,00	350,76	18,36%	83,85	4,39%	322,81	16,90%	102,01	5,34%	29,35	1,54%	99,22	5,19%	775,60	40,61%	146,40	7,66%
	4ºf	1.350,00	279,34	20,69%	66,16	4,90%	124,97	9,26%	88,21	6,53%	19,38	1,44%	76,18	5,64%	626,84	46,43%	68,92	5,11%
	5ºf	640,00	105,90	16,55%	21,18	3,31%	69,69	10,89%	46,46	7,26%	8,88	1,39%	46,46	7,26%	317,72	49,64%	23,71	3,70%
Média		1640,00	285,63	17,72%	59,89	3,79%	233,89	13,19%	85,57	5,78%	23,28	1,42%	83,16	5,57%	777,57	47,24%	91,02	5,29%
Desvio Padrão		855,84	130,64	2,35%	26,98	1,05%	163,97	3,69%	27,13	1,44%	11,67	0,09%	28,38	1,29%	450,71	5,02%	55,51	1,69%
Cooletiva	2ºf	600,00	129,25	21,54%	23,77	3,96%	78,51	13,09%	58,81	9,80%	2,50	0,42%	59,43	9,91%	167,66	27,94%	80,07	13,35%
	3ºf	1.070,00	193,88	18,12%	41,45	3,87%	116,30	10,87%	90,58	8,47%	9,21	0,86%	82,14	7,68%	374,62	35,01%	161,82	15,12%
	4ºf	1.130,00	222,25	19,67%	33,53	2,97%	189,18	16,74%	51,23	4,53%	8,86	0,78%	93,64	8,29%	454,29	40,20%	77,02	6,82%
	5ºf	860,00	135,10	15,71%	20,17	2,35%	88,93	10,34%	34,38	4,00%	8,25	0,96%	31,63	3,68%	466,65	54,26%	74,89	8,71%
	6ºf	650,00	114,25	17,58%	13,17	2,03%	122,26	18,81%	38,90	5,98%	5,57	0,86%	53,61	8,25%	252,83	38,90%	49,41	7,60%
Média		862,00	158,95	18,5%	26,42	3,03%	119,04	13,97%	54,78	6,56%	6,88	0,78%	64,09	7,56%	343,21	39,26%	88,64	10,32%
Desvio Padrão		239,10	46,57	2,2%	11,16	0,87%	43,26	3,70%	22,24	2,51%	2,83	0,21%	24,41	2,32%	129,95	9,65%	42,70	3,69%
Média Geral		1.300,77	218,37	17,34%	42,48	3,30%	186,47	14,01%	70,70	5,77%	17,26	1,23%	111,57	8,02%	567,79	43,21%	86,12	7,11%
Desvio Padrão Geral		687,50	98,72	2,34%	22,15	0,88%	115,57	3,09%	33,70	1,83%	12,25	0,43%	124,66	4,06%	327,31	7,60%	48,69	4,05%

Tabela 31 - Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares (RSD) presentes na coleta seletiva de São Carlos, SP, no verão.

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES (RSD) – COLETA SELETIVA																		
COOPERATIVA	DIA DE COLETA	Amostra	VERÃO															
			Plástico				Vidro		Tetra Pak		Metal				Papel e Papelão		Rejeitos	
			Rígido		Filme						Lata		Geral					
		Massa (kg)	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%
Ecoativa	2ºf	2.710,00	592,45	21,86%	96,90	3,58%	218,71	8,07%	127,35	4,70%	27,68	1,02%	168,87	6,23%	1331,63	49,14%	146,41	5,40%
	3ºf	1.570,00	297,83	18,97%	76,77	4,89%	172,73	11,00%	83,62	5,33%	68,54	4,37%	0,00	0,00%	795,96	50,70%	74,55	4,75%
	4ºf	1.670,00	328,56	19,67%	69,02	4,13%	162,25	9,72%	72,65	4,35%	16,95	1,01%	62,96	3,77%	912,98	54,67%	44,63	2,67%
	5ºf	1260,00	172,89	13,72%	43,52	3,45%	166,08	13,18%	62,87	4,99%	12,09	0,96%	84,63	6,72%	654,08	51,91%	63,84	5,07%
Média		1802,50	347,93	18,56%	71,55	4,01%	179,94	10,49%	86,62	4,84%	31,32	1,84%	79,12	4,18%	923,66	51,60%	82,36	4,47%
Desvio Padrão		629,68	176,37	3,45%	22,08	0,65%	26,21	2,16%	28,44	0,42%	25,66	1,68%	69,78	3,07%	291,85	2,34%	44,46	1,23%
Coopervida	2ºf	3.330,00																
	3ºf	2.310,00																
	4ºf	1.820,00																
	5ºf	830,00																
Média		2072,50																
Desvio Padrão		1040,08																
Cooletiva	2ºf	1.030,00																
	3ºf	1.630,00																
	4ºf	1.560,00																
	5ºf	1.260,00																
	6ºf	970,00																
Média		1290,00																
Desvio Padrão		299,75																
Média Geral		1.688,46	347,93	18,56%	71,55	4,01%	179,94	10,49%	86,62	4,84%	31,32	1,84%	79,12	4,18%	923,66	51,60%	82,36	4,47%
Desvio Padrão Geral		720,53	176,37	3,45%	22,08	0,65%	26,21	2,16%	28,44	0,42%	25,66	1,68%	69,78	3,07%	291,85	2,34%	44,46	1,23%

Os resultados da participação mássica dos RSD, apresentados nas tabelas 30 e 31, indicaram que:

- A maior quantidade de massa coletada, no inverno, foi realizada na cooperativa Coopervida (6.560,00 kg), seguida da Ecoativa (6.040,00 kg) e da Cooletiva (4.310,00 kg); no verão, não é diferente, a Coopervida (8.290,00 kg), seguida da Ecoativa (7.210,00 kg) e da Cooletiva (6.450,00 kg), isso ocorre devido a diversos fatores, como: falta de organização, tempo de permanência no mercado, falta de qualificação dos coletores, localização dos setores, entre outros fatores;
- A quantidade de massa coletada no inverno foi de 16.910 kg, enquanto que no verão foi de 21.950 kg, indicando um pequeno aumento na coleta na estação mais quente;
- No inverno, os índices médios dos materiais coletados nas cooperativas são: plásticos rígidos, 17,34%; plásticos filmes, 3,30%; perfazendo um total de 20,64%; vidro, 14,01%; tetra pak, 5,77%; metal e alumínio, com 9,25%; papel e papelão, 43,21% e rejeitos, com 7,11%;
- No verão, os dados da caracterização foram somente da Ecoativa e os índices médio dos materiais foram: plásticos rígidos, 18,56%; plásticos filmes, 4,01%; perfazendo um total de 22,57%; vidro, 10,49%; tetra pak, 4,84%; metal e alumínio, 6,02%; papel e papelão, 51,60% e rejeitos, com 4,47%;
- Levando em consideração as estações climáticas, inverno e verão, o destaque foi para o papel e papelão, com 47,41%; seguido pelos plásticos, com 21,60% (rígidos - 17,95% e filmes - 3,65%); vidro, 12,25%; metal e alumínio, 7,63%; rejeitos, 5,79% e tetra pak, 5,30%;
- Observa-se que os índices de participação dos plásticos rígidos e filmes sofrem uma inversão de geração em relação à coleta convencional, ou seja, na coleta seletiva, os plásticos rígidos têm maior incidência que os filmes, em função de seu valor de mercado, valorizando os plásticos rígidos e desvalorizando os plásticos filmes, ainda, os plásticos filmes, em sua maioria, são utilizados para o acondicionamento dos RSD, facilitando o seu encaminhamento ao aterro sanitário;
- Da porção total do metal e o alumínio (7,63%), uma pequena parcela, 1,54% são representadas pelas latinhas de alumínio, em função de seu valor de mercado, desta forma, a maior parte são coletadas por coletores autônomos;

- Os desvios-padrão estão abaixo da média, indicando regularidade de geração dos resíduos em todo período da caracterização, sobretudo no inverno, quando teve a participação das três cooperativas.

5.6 Extrapolação dos Resultados

A extrapolação dos resultados tem como objetivo apresentar a grandeza dos valores absolutos, dos RSD coletados e enviados ao aterro sanitário e as cooperativas no município de São Carlos, SP, por meio de simulações entre os resultados dos diversos índices obtidos.

Considerando-se a massa efetivamente coletada de RSD na coleta convencional, presente na tabela 11, p. 63, e os índices das tabelas 21 a 27, p. 96 a 105, pode-se estimar que:

- Em 2005, ano da realização da caracterização física, a massa total depositada no aterro sanitário municipal foi de 49.280,12 toneladas, sendo, aproximadamente, 29.100 toneladas de matéria orgânica; 3.170 toneladas de papel e papelão; 464 toneladas de tetra pak; 823 toneladas de vidro; 645 toneladas de metal e alumínio; 1400 toneladas de plástico rígido; 3.760 toneladas de plástico filme e 9.918 toneladas dos outros. Assim, em 2005, 39.360 toneladas de materiais que poderiam ser aproveitado, estão sendo enterrados no aterro sanitário municipal de São Carlos;
- Nos meses de junho a setembro (inverno), a média mensal dos RSD que chegaram ao aterro sanitário foi de 3.897 toneladas, sendo 2.343 toneladas de matéria orgânica, 264 toneladas de papel e papelão, 36 toneladas de tetra pak, 64 toneladas de vidro, 109 toneladas de plástico rígido, 252 toneladas de plástico filme, 48 toneladas de metal e alumínio e 780 toneladas dos chamados outros;
- Nos meses de outubro a dezembro (verão), a média mensal dos RSD que chegaram ao aterro sanitário foi de 4.351 toneladas, sendo 2.531 toneladas de matéria orgânica, 266 toneladas de papel e papelão, 42 toneladas de tetra pak, 74 toneladas de vidro, 127 toneladas de plástico rígido, 258 toneladas de plástico filme, 60 toneladas de metal e alumínio e 993 toneladas dos chamados outros;
- Volto a salientar que os chamados outros são representados principalmente por rejeitos, porém em função da sua homogeneização existe a presença de todos os tipos de materiais.

Considerando-se a massa efetivamente coletada de RSD na coleta seletiva, presente na tabela 12, p. 66, e os índices das tabelas 29 e 30, p. 109 e 111, pode-se estimar que:

- Em 2005, ano da realização da caracterização física, a massa total comercializada nas cooperativas de São Carlos foi de 748,23 toneladas, sendo que a maior parte das vendas, 376 toneladas foram responsáveis pelo papel e papelão; 172 toneladas pelos plásticos (rígidos e filmes); 97 toneladas pelos vidros; 61 toneladas pelos metais e alumínio; 42 toneladas pelo tetra pak. Desta forma, cerca de 50% dos materiais comercializados pelas cooperativas são de papel e papelão, material cujo valor de comercialização é baixo. Esta comparação não pode ser realizada mensalmente, pois as cooperativas, muitas vezes, armazenam materiais para comercialização futura, aguardando um maior volume de materiais e/ou melhora no preço de mercado.

A tabela 32 faz um paralelo entre a caracterização realizada por Gomes, em 1989, e a caracterização realizada no trabalho e podemos observar que:

Tabela 32 - Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP (1989 e 2007).

TIPOS DE RESÍDUOS	GOMES, 1989	FRÉSCA, 2007
Matéria Orgânica	56,70%	59,08%
Papel e Papelão	21,30%	6,44%
Plásticos	8,50%	10,47%
Metal e Alumínio	5,40%	1,31%
Vidro	1,40%	1,67%
Tetra Pak	-	0,94%
Rejeitos/Outros	6,70%	20,09%

- Mesmo com o aumento na geração e consumo dos materiais passíveis de reciclagem, como no caso dos plásticos, notou-se que tanto 1989 como em 2005 a maior parcela fica para matéria orgânica, com 56,70% e 59,08%, respectivamente. Desta forma podemos afirmar que no município de São Carlos, dos RSD encaminhados ao aterro municipal, a maior parcela fica para a matéria orgânica, ocasionando diversos problemas ambientais;
- Uma queda na disposição final do papel e papelão, de 21,30% para 6,44%, na qual, pode ser explicado pela coleta seletiva destes materiais, tanto pelas cooperativas como coletores informais. Cerca de 50% dos materiais vendidos nas cooperativas de São Carlos são papel e papelão. Esta queda também pode ser explicada pela substituição deste tipo de

material por novas tecnologias, como computadores, a utilização da internet, entre outros fatores;

- Queda na disposição final do alumínio e metal, de 5,4% para 1,31%, explicado pela coleta seletiva destes materiais, destacando-se a coleta informal, pelo seu alto valor de mercado, principalmente para o alumínio. Observou-se que as cooperativas comercializam um volume pequeno destes materiais, em função da coleta informal;
- Aumento discreto na disposição final do vidro, de 1,40% para 1,67%; e dos plásticos, de 8,5% para 10,47%.
- Em função da introdução e expansão de mercado para embalagens longa vida (tetra pak) na década de 90, notou-se o aparecimento deste material na disposição final dos RSD municipais, com 0,94%;
- Os 20,09% dos chamados outros, no trabalho atual, foi destaque e isso pode ser explicado pelo volume e número de setores caracterizado e em função da dificuldade na separação dos materiais de pequeno porte dos rejeitos;

Tabela 33 – Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP, destacando os materiais passíveis de recicláveis, outros e matéria orgânica.

Setor	Matéria Orgânica e Outros	Materiais Recicláveis
1	79,52%	20,92%
2	75,91%	24,04%
3	76,16%	23,69%
4	78,45%	21,38%
5	81,27%	18,63%
6	84,98%	14,78%
7	84,54%	15,03%
8	86,12%	13,78%
9	78,46%	21,32%
10	77,31%	22,52%
11	85,89%	14,06%
12	76,91%	22,79%
13	79,67%	20,18%
14	80,08%	19,76%
15	81,98%	18,20%

Avaliando os resultados obtidos nos setores amostrados (tabela 33 e tabela 13, p. 69), em função dos aspectos sócio-econômicos, podemos afirmar que:

- Em função das coletas de amostragem ter como base as coletas feitas pela a empresa de coleta do município, que não levaram em consideração os aspectos sócio-econômicos e sim as distâncias percorridas pelos caminhões, existe uma dificuldade em caracterizar os setores em classe média, baixa ou alta. O único setor tipicamente de classe baixa que podemos destacar é o setor 08, com a coleta dos bairros Antenor Garcia, Presidente Collor e Cidade Aracy;
- Para os materiais passíveis de reciclagem, como o plástico, vidro, papel/papelão, metal/alumínio e tetra pak, a menor porcentagem (13,78%) foi para o setor 08, bairro tipicamente de classe baixa.

6 CONCLUSÃO

O maior inconveniente no acondicionamento dos RSD nos aterros sanitários brasileiros é a geração do chorume e do gás metano, em função da decomposição da matéria orgânica, desta forma, é preciso gerar menos e aproveitar mais a matéria orgânica gerada, mas infelizmente não é isto que vem acontecendo. Dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) encaminhados ao Aterro Sanitário Municipal de São Carlos, SP, verificou-se que a maior porcentagem foi representada pela matéria orgânica, com 59,08% e o maior problema enfrentado pelo poder público é a geração do chorume, pois não existe um tratamento adequado no município, o chorume é simplesmente armazenado em lagoas de contenção e quando necessário são levados à estação de tratamento de esgoto de Araraquara. Na sequência, o destaque foi para os plásticos, com 10,47%, sendo que a maior porcentagem é de plásticos filmes, representados principalmente pelas sacolinhas de supermercados, que são utilizados para o acondicionamento dos RSD. Com relação aos materiais comercializados nas cooperativas de São Carlos, observou-se o inverso, a maior parcela é de plásticos rígidos, em função de seu valor de mercado. O papel e papelão destacaram-se pela sua baixa porcentagem (6,44%), já que em caracterização realizada no município de São Carlos, no ano de 1989, a porcentagem foi de 21,30%. Este diferencial está na introdução da coleta seletiva no município de São Carlos, a partir de 2002, já que atualmente quase 50% dos materiais comercializados nas cooperativas são de responsabilidade do papel e papelão, pela coleta informal deste material e pela introdução de novas tecnologias. Com relação ao metal e alumínio, observou-se uma pequena porcentagem (1,31%), ou seja, a maior parcela deste material está sendo coletada, principalmente por coletores autônomos, já que nas cooperativas o valor também foi baixo e a coleta deste material é alto. Ainda, determinou-se a porcentagem dos vidros (1,67%), percentual baixo, levando-se em consideração que este material está sendo desviado na coleta informal e seletiva e estão sendo substituídos pelas embalagens plásticas, como por exemplo, as embalagens de requeijão, maionese etc. O tetra pak surge com 0,94%, após o início de seu uso como embalagem na década de 90, e espera-se sua expansão em função de novas tecnologias para separação dos materiais (plástico, papel e alumínio) e assim facilitando a sua comercialização. Também em função da homogeneização dos RSD, encaminhados ao aterro sanitário municipal, devido à coleta ser feita por caminhões compactadores, notou-se uma

dificuldade na separação dos materiais de pequeno porte. E em função, disto determinou uma grande porcentagem dos outros, com 20,09%, porém a maior parcela dos outros é representada pelos rejeitos.

No período de realização da caracterização física dos RSD, na coleta convencional, registrou-se uma temperatura média de 15,8 °C, no período de inverno; e de 21,3 °C, no verão. No período de caracterização física da coleta seletiva, a temperatura média de inverno foi de 17,5 °C e a temperatura média de verão foi de 23 °C. As diferenças de temperatura entre as estações tiveram registro de 5,5 °C e 6 °C, nas coletas, convencional e seletiva, respectivamente.

Comparando os materiais que chegaram ao aterro sanitário municipal e as estações climáticas (inverno e verão) observou-se que apesar da diferença na média da temperatura ser superior a cinco graus Celsius não foi suficiente para alterar os hábitos de costume da população, desta forma podemos afirmar que não houve uma influência das estações climáticas na geração por tipo de material.

Com relação a influência do poder aquisitivo na geração dos RSD, como a unidade amostral foi definido para cada setor estabelecido pela empresa de coleta e esta setorização teve com base a distância percorrida e não o poder aquisitivo, houve uma dificuldade em caracterizar os setores em classe alta, média e baixa. O destaque maior foi no setor 08, com bairros tipicamente de baixa renda e pela não abrangência da coleta seletiva neste setor, com o menor valor dos materiais passíveis de reciclagem.

Também, observou-se os esforços do poder público municipal de São Carlos, SP, no desenvolvimento de políticas, com o objetivo de amenizar os problemas ambientais municipais. A coleta convencional atinge 100% a área urbana, inclusive nos distritos de Santa Eudóxia e Água Vermelha, utilizando caminhões compactadores de qualidade e ainda os RSD coletados são dispostos em um aterro sanitário estruturado, porém o aterro está no limite de sua capacidade. Também, a partir de meados de 2002, a coleta seletiva de materiais recicláveis vem sendo realizada por três Cooperativas e, atualmente, atinge 60% da área urbana, mas, no entanto, é preciso amenizar os índices de materiais recicláveis que ainda estão sendo depositados no aterro sanitário e, para isso, é necessária uma reestruturação da coleta seletiva através de uma reorganização das cooperativas e coletores informais, investimentos em treinamento, tecnologia, publicidade, educação ambiental e, só depois de reestruturado, ampliar a área de coleta. Ainda é

preciso que o poder público invista em tecnologias para o aproveitamento da matéria orgânica, pois a maior parte dos RSD encaminhados ao aterro sanitário é composta de matéria orgânica.

7 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Em função da experiência adquirida na elaboração do trabalho, o capítulo tem como objetivo oferecer sugestões para trabalhos futuros.

- Necessidade de avaliar o impacto da coleta informal, tanto para coleta convencional, quanto para a coleta seletiva. Dar ênfase a coleta seletiva, considerando que as únicas informações da coleta informal são de 1997 e 1998, conforme Mancini (1999), e a coleta seletiva foi implementada no município de São Carlos, em 2002;
- Realizar estudos de desempenho tecnológico, com o objetivo de uma valorização dos materiais coletados pelas cooperativas;
- Realizar estudos quanto à estrutura de funcionamento e as relações cooperativistas das cooperativas da coleta seletiva de São Carlos, SP, pois notou-se algumas dificuldades de ordem funcional e motivacional das organizações;
- Realizar caracterização dos materiais recicláveis, em período de verão, nas três cooperativas de catadores, considerando que a caracterização na coleta seletiva foi incompleta;
- Realizar também a caracterização volumétrica dos resíduos sólidos domiciliares, sendo útil para o dimensionamento do aterro sanitário, e projetar a vida útil do mesmo.
- Considerando a disposição elevada de matéria orgânica no aterro sanitário de São Carlos, SP, realizar estudos da geração no município, de reaproveitamento e aplicação destes materiais.
- Em futuras caracterizações físicas, independente do tamanho do município, levar em consideração a geração de fraldas descartáveis, devido ao grande volume gerado e inexistência de trabalhos correlacionando às características de degradabilidade.
- Avaliar a percepção ambiental da população com relação aos RSD para aprofundar os estudos da influência dos fatores sócio-econômicos na geração de resíduos, identificando a relação dos hábitos de consumo e conscientização ambiental no descarte e encaminhamento para a reciclagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2004) NBR 10.004: *Resíduos sólidos - Classificação* -. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2004) NBR 10.005: *Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2004) NBR 10006: *Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2004c). NBR 10007: *Amostragem de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1993). NBR 12980: *Coleta, varrição e acondicionamento de Resíduos Sólidos Urbanos – Terminologia*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1992). NBR 8419: *Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos – Procedimento*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1996). NBR 13591: *Compostagem – Terminologia*. Rio de Janeiro.

BARROS, Raphael Tobias Vasconcelos (1995) *A Problemática dos Resíduos Sólidos: Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios*. Belo Horizonte. Escola de Engenharia da UFMG.

BRASIL. (2005). *Política nacional de resíduos sólidos* (PL 293/91). Disponível em <http://www.lixo.com.br>. Acesso em 20/01/2006.

CASTILHOS JUNIOR, Armando Borges - coordenador (2003). *Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro sustentável para Municípios de Pequeno Porte*. Florianópolis/SP. PROSAB. (Institutos participantes: UFSC, UFMG, UNISINOS E UCS).

CASTRO, Marcus César Avezum Alves (1996) *Avaliação da eficiência das operações unitárias de uma usina de reciclagem e compostagem na recuperação dos materiais recicláveis e na*

transformação da matéria orgânica em composto. São Carlos/SP. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. (2007). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br> .Acesso em 21.07.2007

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. CEMPRE (2004). *Pesquisa Ciclossoft 2004*. Disponível em: http://www.cempre.org.br/ciclossoft_2004.php. Acesso em 03.10.2005

GADOTTI, Romeu Francisco (1997) *Avaliação da contaminação das águas superficiais e subterrânea adjacente ao 'lixão' da cidade de São Carlos*. São Carlos/SP. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

GAIÉSKI, Ademar A. (1989) *A deposição final do lixo no município de Curitiba: uma proposta metodológica*. Curitiba. Universidade Federal de Santa Catarina (Monografia de Bacharelado).

GOMES, L. P. (1989). *Estudo da Caracterização Física e da Biodegradabilidade dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro Sanitário*. São Carlos/SP. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2000). Disponível em <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 20.04.2005

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. (IPT) / COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE), (2000). *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. Publicação IPT 2622, São Paulo/SP.

LEITE, Paulo Roberto (2003). *Logística reversa: meio ambiente e competitividade*. São Paulo: Printice Hall.

LOPES, Adriana Antunes (2003). *Estudo da gestão e do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos no município de São Carlos*. São Carlos/SP. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

MASSUKADO, L. M. (2004) *Sistema de Apoio à Decisão: Avaliação de Cenários de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares*. Dissertação de mestrado apresentada junto a Universidade Federal de São Carlos.

MANCINI, Paulo José Penalva (1999). *Uma avaliação do Sistema de Coleta Informal de resíduos sólidos recicláveis no Município de São Carlos, SP*. São Carlos/SP. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

MANCINI, S. D. (2001). *Estudos da hidrólise do PET pós-consumo no estado sólido visando a reciclagem química*. Tese (Doutorado) – Programa de pós-graduação em Ciências e Engenharia de Materiais da UFSCar. São Carlos/SP.

POVINELLI, Jurandyr e BIDONE, Francisco Ricardo Andrade. (1999). *Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos São Carlos/SP*. São Carlos/SP. Publicação EESC-USP.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. (2006). Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br> .Acesso em 21.07.2006

PUGLIESI, E. (2006). *Gestão e gerenciamento de resíduos de serviços de saúde: proposta de modelo para as unidades da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Carlos, SP*. Exame de qualificação. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

Rede das águas (2004). Disponível em: <http://www.rededasaguas.org.br> .Acesso em 20.03.2005

SARTORI, Hiram J. F. (1995). *Discussão sobre a caracterização física de resíduos sólidos domiciliares*. Belo Horizonte/MG. Dissertação de Mestrado. Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais.

SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL CIÊNCIA E TECNOLOGIA. (2005). *Dados operacionais e de custos dos sistemas de coleta convencional e seletiva de São Carlos*. Publicação eletrônica.em Microsoft Excel. [Mensagem Pessoal]. Mensagem recebida por fabio_fresca@terra.com.br. Em 12/01/2006.

VILHENA, André (1999). *Guia da coleta seletiva de lixo*. São Paulo: CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem.

Wikipédia, a enciclopédia livre (2006). Disponível em: <http://www.pt.wikipedia.org>. Acesso em 01.04.2006

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. (2004). *Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia*. EdUFSCar. São Carlos/SP, 2004.

APÊNDICE A – Prospecto de divulgação do sistema de coleta seletiva

O que **SEPARAR** para a Coleta Seletiva

- ✓ **PAPEL:** jornais, revistas, caixas de papelão, papel branco ou colorido, caixinha tipo longa vida...
- ✓ **PLÁSTICO:** embalagens de produto de limpeza, garrafas PET, sacolas plásticas, potes de margarina...
- ✓ **VIDRO:** garrafas, potes e frascos em geral...
- ✓ **METAL:** latinhas de alumínio, latas de aço (ex.: De óleo, de molho de tomate)...

O que **NÃO SEPARAR** para a Coleta Seletiva

- ✗ Resíduos orgânicos: restos de comida em geral, podas de jardim. Se você quiser aprender a fazer uma composteira em sua casa e transformar os restos em adubo, é muito fácil. Dicas? Procure a SMDS.
- ✗ Materiais sem mercado para reciclagem: ISOPOR, papéis carbono, celofane, de fax e metalizado (ex.: embalagem de salgadinho), papéis de bala e de biscoito, espelhos, vidros planos, lâmpadas e acrílico.
- ✗ Rejeitos: lixo de banheiro, fraldas descartáveis, papéis e outros materiais engordurados, pilhas, baterias e embalagens de produtos tóxicos.

COMO ENCAMINHAR OS MATERIAIS

Você pode armazenar os materiais limpos e secos, sem restos de alimentos, em uma sacola ou caixa de papelão. Use sua criatividade para encontrar a melhor forma de guardar os recicláveis em sua casa até o dia da coleta.

As cooperativas de Coleta Seletiva, com base nas dúvidas mais frequentes da população, informam:

- A Coleta Seletiva de São Carlos é realizada por três cooperativas: Ecoativa, Coopervida e Cooletiva. Os coletores das cooperativas não são funcionários da prefeitura, são coletores organizados e sua renda é obtida exclusivamente pela comercialização do material coletado;

- A Coleta Seletiva é realizada semanalmente em períodos definidos. Veja no mapa quando a coleta passa no seu bairro;

- Os cooperados da Coleta Seletiva possuem colete e boné com identificação do programa;

- Veja neste folheto os tipos de resíduos recicláveis e não recicláveis para que o lixo contido no material coletado diminua.

INFORMAÇÕES:

(16) 3371-7238 / 3374-3235
desenvolvimento@saocarlos.sp.gov.br

Prefeitura Municipal de São Carlos
Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável,
Ciência e Tecnologia - SMDS

COLETA SELETIVA

AMPLIAÇÃO DA ÁREA DA COLETA SELETIVA DE SÃO CARLOS

Confira as
mudanças e
veja que dia a
coleta passa
no seu bairro

APÊNDICE B – Relação de bairros caracterizados

Tabela 33 – Relação de bairros caracterizados da coleta convencional

COLETA CONVENCIONAL - BAIRROS COLETADOS							
SETOR	BAIRROS PREVISTOS	INVERNO			VERÃO		
		Não coletado	Coletado		Não coletado	Coletado	
			Total	Parcial		Total	Parcial
1	Bela Vista		X			X	
	Boa Vista			X		X	
	CJ. Habitacional Silvio Vilari	X				X	
	Jardim São Carlos.	X			X		
	Vila Iutfalla			X		X	
	Vila Palmares		X			X	
	Vila Pelicano	X			X		
	Vila Prado			X		X	
2	Centreville			X		X	
	Centro			X	X		
	Condomínio Dom Bosco	X			X		
	Chácara do parque	X			X		
	Chácara parolo	X			X		
	Jardim Citelli	X			X		
	Parque Anhambi	X			X		
	Vila Arnaldo			X	X		
	Vila Faria	X			X		
	Vila Monteiro		X			X	
	Vila Monteiro Gleba II			X		X	
	Vila Nery	X			X		
	Vila Rancho Velho	X			X		
	Vila Santo Antonio			X			X
3	Centro			X		X	
	Chácara Bataglia	X					X
	Chácara paraíso	X			X		
	Jardim Betânia	X			X		
	Jardim Iutfalla	X					X
	Jardim Macarenco			X		X	
	Parque São Vicente de Paula		X			X	
	São Carlos Clube		X		X		
	Tijuco Preto	X			X		
	Vila Costa do Sol	X			X		
	Vila derigge		X			X	
	Vila Elisabeth		X			X	
	Vila Laura	X					X
	Vila Max	X			X		

Tabela 33 – Ralação de bairros caracterizados da coleta convencional. Continuação.

4	Chácara Casale		x			x	
	Jardim Paraíso		x			x	
	Jardim Real	x			x		
	Parque Arnold Schimid		x			x	
	Parque Estância Suíça			x			x
	Parque Santa Mônica		x			x	
	Parque Santa Mônica (prolongamento)		x			x	
	Santa Maria I	x			x		
	Solar dos Engenheiros		x			x	
	Tabayaci		x			x	
	USP – Campus I		x		x		
	Vila albertini	x			x		
	Vila Brasília		x			x	
	Vila Jacobucci	x			x		
	Vila N. Sa.. de Fátima	x			x		
	Vila São Gabriel		x			x	
	Vila São Gabriel (prolong.)		x			x	
	Vila Vista Alegre	x			x		
5	Bicão (parcial)			x	x		
	Gleba E		x		x		
	Jardim Betânia (parcial)			x	x		
	Jardim Brasil		x			x	
	Jardim Gibertoni	x				x	
	Jardim Mara Alice	x				x	
	Jardim Mercedes		x			x	
	Jardim Paulista			x		x	
	Jardim Ricetti		x			x	
	Jardim São Paulo		x			x	
	Loteamento D' Aquino		x			x	
	Parque Faber I e II	x				x	
	Parque Santa Mônica (prolongamento)		x			x	
	Vila Alpes		x			x	
	Vila Carmem		x		x		
	Vila Irene		x			x	
	Vila Marcelino		x			x	

6	Bicão (parcial)			X			X
	CJ. Hab. COHAB	X			X		
	Gleba C		X			X	
	Gleba D		X			X	
	Jardim Boa Vista II		X		X		
	Jardim Botafogo	X				X	
	Jardim das Torres		X			X	
	Jardim Medeiros		X			X	
	Jardim Medeiros (prolong.)		X			X	
	Lagoa Serena	X			X		
	Recreio dos Bandeirantes			X		X	
7	COHAB Belvedere	X					X
	Jardim Beatriz	X			X		
	Jardim das Rosas		X			X	
	Jardim Gonzaga		X			X	
	Jardim Martinelli		X			X	
	Jardim Pacaembu		X			X	
	Jardim Santa Tereza			X		X	
	Mirante da Bela Vista	X			X		
	Vila Conceição		X			X	
	Vila Monte Carlo		X			X	
	Vila Santa Madre Cabrini		X			X	
	Vila Sônia		X			X	
8	CEAT	X			X		
	Cidade Aracy		X			X	
	Loteamento Social Antenor Garcia		X			X	
	Loteamento Social Presidente Color			X			X
9	Empreendimento Nova São Carlos		X		X		
	Jardim Cruzeiro do Sul		X				X
	Jardim Maracanã		X			X	
	Parque Industrial Miguel Abdelnur		X			X	
	Parque São José		X		X		
	Recreio São Judas Tadeu		X			X	
	Vila Izabel		X		X		
	Vila Morumbi	X			X		

Tabela 33 – Ralação de bairros caracterizados da coleta convencional. Continuação.

10	Azulville I		x			x	
	Azulville II		x			x	
	Castelo Branco		x			x	
	Jardim Cardinalli		x			x	
	Jardim Cresci		x			x	
	Jardim D. Francisca		x			x	
	Jardim N. Sa. Aparecida		x			x	
	Jardim Nova São Carlos		x			x	
	Jardim Sabará		x			x	
	Jardim São Rafael	x			x		
	Jardim Taithi		x			x	
	Jardim Tangará		x				x
	Jardim Tangará (prolong.)		x			x	
	Parque dos Timboris		x			x	
	Parque Douradinho	x			x		
	Portal do Sol	x			x		
	Vila Monteiro		x			x	
11	Chácara São Caetano		x			x	
	Constantino Amstalden	x			x		
	Country Clube		x		x		
	Itamarati	x			x		
	Jardim dos Coqueiros			x	x		
	Jardim Munique	x			x		
	Jardim Santa Maria II		x			x	
	Jardim São João Batista		x			x	
	Jardim Veneza	x			x		
	Maria Estela Fagá	x			x		
	Parque Belvedere	x			x		
	Parque Primavera			x		x	
	Res. Astolpho Luiz do Prado			x	x		
	Residencial Américo A. Margarido;		x			x	
	Vila São José		x			x	

Tabela 33 – Relação de bairros caracterizados da coleta convencional. Continuação.

12	Cidade Jardim		X		X		
	Jardim Guanabara	X			X		
	Jardim Hikare		X		X		
	Jardim Jôquei Clube	X			X		
	Jardim Nova Santa Paula		X			X	
	Jardim Paulistano		X		X		
	Parque Delta	X			X		
	UFSCar		X			X	
	Vila Celina		X			X	
	Vila Pq. Industrial		X		X		
13	Clube da ABASC		X		X		
	Condomínio Damha		X		X		
	Condomínio Leila	X				X	
	Cond. Quinta da Felicidade		X			X	
	Condomínio Residencial Montreal	X			X		
	Condomínio Samambaia		X		X		
	Distrito Água Vermelha		X			X	
	Distrito Santa Eudóxia		X			X	
	Estrada da Balsa	X				X	
	Horto Florestal		X		X		
	Jardim Ipanema	X			X		
	Jardim Santa Helena	X			X		
	Parque Fer	X			X		
	Renascença		X		X		
	Santa Marina			X	X		
	Valparaíso		X			X	
	Varjão		X			X	
	Vila Mariana	X			X		
	Vila Marigo	X			X		
14	Jardim Acapulco		X			X	
	Parque Iguatemi	X			X		
	Residencial Parati		X		X		
	Santa Angelina			X			X
	Santa Felícia			X			X
	São Carlos I		X			X	
	São Carlos II	X					X
	São Carlos III			X		X	
	São Carlos IV		X			X	
	São Carlos V	X					X

Tabela 33 – Relação de bairros caracterizados da coleta convencional. Final

15	Jardim Alvorada	x			x		
	Jardim Bandeirantes		x			x	
	Jardim Centenário		x			x	
	Morada dos Deuses		x			x	
	Parque Paraíso		x			x	
	Planalto Paraíso		x		x		
	Res. M. Romeu Tortorelli	x			x		
	Santa Felícia			x			x
	Santa Marta		x			x	
	Jardim Santa Paula	x				x	
	Jardim Nova Santa Paula	x			x		
	Santa Paula		x			x	
	Santa Paula (prolong.)		x			x	
Total		63	101	26	76	99	15

Tabela 34 – Relação de bairros caracterizados da coleta seletiva

COLETA SELETIVA - BAIRROS COLETADOS						
COOPERATIVA	DIA COLETA	BAIRROS	INVERNO		VERÃO	
			Coletado		Coletado	
			Total	Parcial	Total	Parcial
Coletiva	2ªf	Jardim Pacaembu	x	-	x	-
	2ªf	Jardim Cruzeiro do Sul	x	-	x	-
	3ªf	Bela Vista	x	-	x	-
	3ªf	Vila Prado	x	-	x	-
	3ªf	Lagoa Serena	x	-	x	-
	4ªf	Boa Vista	x	-	x	-
	4ªf	Boa Vista II	x	-	x	-
	4ªf	Jardim Medeiros	x	-	x	-
	4ªf	Jardim Beatriz	x	-	x	-
	5ªf	Vila Monteiro	x	-	x	-
	5ªf	Jardim Ricetti	x	-	x	-
	5ªf	Vila Marcelino	x	-	x	-
	6ªf	Jardim Bicão	x	-	x	-
	6ªf	Parque Faber I	x	-	x	-
	6ªf	Vila Carmem	x	-	x	-
	6ªf	Jardim Botafogo	x	-	x	-
	6ªf	Jardim das Torres	x	-	x	-

Tabela 34 – Relação de bairros caracterizados da coleta seletiva. Final.

Coopervida	2 ^a f	Centro	x	-	-	-
	2 ^a f	Jardim Betânia	x	-	-	-
	2 ^a f	Jardim Paraíso	x	-	-	-
	2 ^a f	Parque Santa Mônica	x	-	-	-
	3 ^a f	Jardim Lutfalla	x	-	-	-
	3 ^a f	Parque Arnold Schindt	x	-	-	-
	3 ^a f	Solar dos Engenheiros	x	-	-	-
	3 ^a f	Chácara Casalle	x	-	-	-
	3 ^a f	Cidade Jardim	x	-	-	-
	3 ^a f	Jardim Bandeirantes	x	-	-	-
	3 ^a f	Jardim Centenário	x	-	-	-
	3 ^a f	Jardim Santa Paula	x	-	-	-
	4 ^a f	Jardim Hikare	x	-	-	-
	4 ^a f	Jardim Paulistano	x	-	-	-
	4 ^a f	Parque Delta	x	-	-	-
	4 ^a f	Jardim Acapulco	x	-	-	-
	4 ^a f	Parque Santa Marta	x	-	-	-
	4 ^a f	Nova Santa Paula	x	-	-	-
	5 ^a f	Santa Felícia (parcial).	x	-	-	-
	5 ^a f	Jardim Alvorada	x	-	-	-
	5 ^a f	Planalto Paraíso	x	-	-	-
Ecoativa	2 ^a f	Vila Rancho Velho	x	-	-	-
	2 ^a f	Vila Santo Antônio	x	-	-	-
	2 ^a f	Centro	x	-	-	-
	2 ^a f	Jardim Brasil	x	-	-	-
	2 ^a f	Jardim Cardinalli	x	-	-	-
	3 ^a f	Chácara do Pq.	x	-	-	-
	3 ^a f	Vila Faria	x	-	-	-
	3 ^a f	Vila Nery	x	-	-	-
	3 ^a f	Vila Max	x	-	-	-
	3 ^a f	Parque Sabará	x	-	-	-
	3 ^a f	Res. Américo A. Margarido.	x	-	-	-
	4 ^a f	Chácara Parolo.	x	-	-	-
	4 ^a f	Vila Arnaldo	x	-	-	-
	4 ^a f	Vila Deriggi	x	-	-	-
	4 ^a f	Vila Albertini	x	-	-	-
	5 ^a f	Jardim Macarenco	x	-	-	-
	5 ^a f	Chácara Paraíso	x	-	-	-
	5 ^a f	Vila Costa do Sol;	x	-	-	-
	5 ^a f	Vila Elisabeth	x	-	-	-
	5 ^a f	Vila Laura	x	-	-	-
	5 ^a f	Tijuco Preto	x	-	-	-
	5 ^a f	Chácara Bataglia	x	-	-	-
TOTAL			60	0	17	0