

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL,  
ARQUITETURA E URBANISMO**

**DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA  
URBANA DO CAMPUS CIDADE UNIVERSITÁRIA  
“ZEFERINO VAZ” DA UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE CAMPINAS**

**José Benedito de Castro Henrique**

**Campinas  
2008**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

**José Benedito de Castro Henrique**

**DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA DO  
CAMPUS CIDADE UNIVERSITÁRIA “ZEFERINO VAZ” DA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**Dissertação apresentada à comissão  
de Pós Graduação da Faculdade de  
Engenharia Civil, Arquitetura e  
Urbanismo, como parte dos  
requisitos para a obtenção do título  
de Mestre em Engenharia Civil na  
área de concentração de  
Saneamento e Ambiente.**

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eglé Novaes Teixeira

**Campinas  
2008**

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

H395d Henrique, José Benedito de Castro  
Diagnóstico dos serviços de limpeza urbana do  
campus Cidade Universitária "Zeferino Vaz" da  
Universidade Estadual de Campinas / Evelyn Gregory  
Moraes.--Campinas, SP: [s.n.], 2008.

Orientador: Eglé Novaes Teixeira.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e  
Urbanismo.

1. Resíduos sólidos. 2. Limpeza urbana. 3. Gestão  
Ambiental

Classificação. I. Teixeira, Eglé Novaes. II.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III.  
Título.

Titulo em Inglês: Diagnosis of the services of urban cleaning of the campus of  
Academical City "Zeferino Vaz" of the State University of Campinas.

Palavras-chave em Inglês: Urban solid waste, Urban cleaning, Environmental  
Management.

Área de concentração: Saneamento e Ambiente.

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Pedro Umberto Romanini e Bruno Couracci Filho.

Data da defesa: 26/02/2008

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

**José Benedito de Castro Henrique**

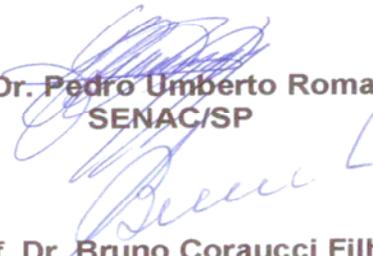
**DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA DO  
CAMPUS CIDADE UNIVERSITÁRIA “ZEFERINO VAZ” DA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

Dissertação apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil na área de concentração de Saneamento e Ambiente.

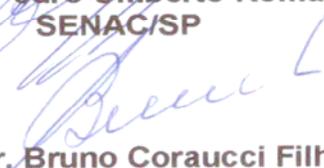
**COMISSÃO EXAMINADORA**



**Profª Drª Eglé Novaes Teixeira - Presidente  
Universidade Estadual de Campinas**



**Prof. Dr. Pedro Umberto Romanini  
SENAC/SP**



**Prof. Dr. Bruno Coraucci Filho  
Universidade Estadual de Campinas**

Campinas, 26 de fevereiro de 2008

## **Agradecimentos**

Agradeço a todos os meus companheiros da Divisão de Meio Ambiente da Unicamp, em especial à Eng<sup>a</sup> Sandra e à equipe da Diretoria de Limpeza Urbana, pelo apoio e incentivo dado a este trabalho, sem os quais o mesmo não seria possível.

Agradeço à minha companheira Janaína e minha tia Marisa, por estarem ao meu lado em todos os momentos.

Agradeço à Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eglé Novaes Teixeira pela orientação deste trabalho, sempre conduzida com muito carinho, amizade, paciência e sabedoria.

Agradeço às minhas colegas do “grupo do lixo”: Cíntia, Karen e Martina pelo convívio maravilhoso que tivemos, que em muito me ajudou a tornar mais leve esta árdua tarefa.

## RESUMO

HENRIQUE, J.B.C. **Diagnóstico dos Serviços de Limpeza Urbana do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da Universidade Estadual de Campinas.** 2008. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

O resíduo sólido urbano provoca sérios danos ao ambiente e à saúde pública, quando sofre uma manipulação ou destinação inadequada. É de fundamental importância para a transformação do modelo atual de serviço público de limpeza urbana, seu gerenciamento, de um modo integrado, buscando a minimização na origem, no tratamento e no destino final, considerando as características peculiares de cada resíduo, como também, os aspectos sócio-econômicos das populações envolvidas no processo. A determinação das características físicas, químicas e biológicas e dos fatores que influenciam na geração do resíduo sólido urbano são de grande importância no planejamento e na operacionalização dos serviços de limpeza pública. Ampliar o conhecimento sobre a geração de resíduo sólido urbano e sobre o serviço de limpeza urbana do Campus da Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da Universidade Estadual de Campinas permitiu conhecer e aperfeiçoar o gerenciamento destes serviços de forma integrada. Um maior conhecimento sobre as características do resíduo sólido urbano e dos serviços de limpeza urbana diagnosticados foi obtido a partir dos resultados, permitindo a melhoria e o aperfeiçoamento deste serviço. A partir deste diagnóstico foi criada uma metodologia e gerados dados sobre o resíduo e o serviço de limpeza urbana de um Campus Universitário de grande porte, permitindo que esta possa ser utilizada como modelo para novos trabalhos em outros Campi Universitários.

**Palavras Chaves:** resíduos sólidos; limpeza urbana, gestão ambiental.

## ABSTRACT

HENRIQUE, J.B.C. **Diagnóstico dos Serviços de Limpeza Urbana do Campus da Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da Universidade Estadual de Campinas.** 2008. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

The urban solid waste causes serious damages to the environment and the public health, when it suffers a manipulation or inadequate destination. It is of fundamental importance for the transformation of the current model of public service of urban cleaning, his management, in an integrated way, looking for the minimization in the origin, in the treatment and in the final disposal, considering the peculiar characteristics of each kind of waste, as well as, the socioeconomic aspects of the populations involved in the process. The determination of the physical, chemical and biological characteristics and of the factors that influence in the generation of the urban solid waste are of great importance in the planning and in the operating phases of the services of public cleaning. The enlargement of the knowledge about the generation of urban solid waste and on the service of urban cleaning of the Campus of the Academical City "Zeferino Vaz" of the State University of Campinas allowed to know and to improve the management of these services in an integrated way. A larger knowledge on the characteristics of the urban solid waste and of the services of urban cleaning diagnosed was obtained from the results, allowing the improvement of this service. Starting from this diagnosis a methodology was created and data generated on the waste and on the service of urban cleaning of an Academical Campus of great load, allowing this to be used as model for new works in other Academical Campi.

**Key words:** urban solid waste; urban cleaning; environmental management.

## LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 3.1	Diferentes sistemas de coleta de resíduo sólido urbano	54
Figura 3.2	Evolução da coleta seletiva de papel na UFV	60
Figura 4.1	Feiras no Básico (a) e na Área de Saúde (b) do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	83
Figura 4.2	Varrição de guia (a), limpeza de grade de lixo (b) e de lixeira (c), realizadas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	84
Figura 4.3	Coleta de Resíduo Reciclável no RU (a) e na FEQ (b), no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	84
Figura 4.4	Mesas e bombonas plásticas utilizadas na caracterização do resíduo sólido, no barracão da Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP	88
Figura 4.5	Balança mecânica (a) e eletrônica (b) utilizadas na pesagem de resíduo	89
Figura 4.6	Recebimento da solicitação de coleta (a), elaboração de etiquetas de identificação (b), coleta (c), identificação (d), recebimento do material no barracão de triagem (e), caracterização (f), pesagem (g) e lançamento dos dados no livro diário (h) do Resíduo Reciclável do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP	94
Figura 4.7	Transporte de lixeiras (a); instalação de lixeiras (b); limpeza e recolhimento de lixeiras (c); coleta do resíduo (d); identificação por etiquetas (e) e caracterização (f) do Resíduo de Feira gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	97
Figura 4.8	Depósito no local de coleta (a); coleta (b) e caracterização (c) do Resíduo de Limpeza gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	98
Figura 4.9	Vista geral da região do Ginásio Multidisciplinar (a e b) e distribuição de lixeiras/tambores (c e d) durante a UPA-2006 no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	102
Figura 4.10	Caminhão F-4000 (a) e caminhão F-12000 (b) da DMA/UNICAMP, sendo pesados, em ferro velho no distrito de Barão Geraldo, para retirada de suas taras	105
Figura 4.11	Roçada tratorizada (a) e roçada manual (b) no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	105

	Página	
Figura 4.12	Resíduo de Poda (a); de Madeira (b) e Móveis Inservíveis (c) gerados no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	107
Figura 4.13	Caçamba para depósito do resíduo (a e b), referentes ao Resíduo de Maravalha gerado no CEMIB/UNICAMP	108
Figura 4.14	Coleta (a), acondicionamento (b), armazenamento (c) e carregamento para transporte (d) das lâmpadas fluorescentes geradas pela UNICAMP	109
Figura 4.15	Grade de lixo (a) e lixeira fixa (b) instaladas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	110
Figura 5.1	(a) Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP: no final da década de 60 do século XX (fonte UNICAMP 2007); (b) Campus em 2006 (fonte UNICAMP 2007); (c) placa de entrada do Campus e (d) Hospital das Clínicas da UNICAMP	112
Figura 5.2	Principais rodovias de acesso ao Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	113
Figura 5.3	Organograma da Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP	114
Figura 5.4	Sede do antigo Parque Ecológico em 2.001 (a) e da Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP em maio de 2.007 (b)	115
Figura 5.5	Barracão de Triagem da antiga Área de Coleta Seletiva da UNICAMP, antes de seu fechamento em janeiro de 2.001 (a) e em 2008 (b)	116
Figura 5.6	Recipientes para resíduo reciclável (a); recipiente para resíduo (b); cartaz (c); caixinha para papel (d); sacola para câmbio de carro (e) e atividade de sensibilização (f) utilizados na divulgação do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP	117
Figura 5.7	Barracão da DLU/UNICAMP (a) e fardos de papel armazenados (b)	119
Figura 5.8	Barracão da DAV/UNICAMP (a) e sua garagem de máquinas (b)	120
Figura 5.9	Grade de lixo (a, b e c) e lixeiras fixas de ferro (d, e e f) instaladas e a serem instaladas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	122
Figura 5.10	Limpeza de grade (a); de lixeira fixa de ferro (b); de guia (c) e de gramado (d) do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	123
Figura 5.11	Coleta em grade (a), coleta em departamento (b); descarga no barracão da DLU (c); triagem (d); acondicionamento (e); armazenamento (f); carregamento para destinação final (g e h) do Resíduo Reciclável coletado pelo Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP	124
Figura 5.12	Coleta (a) e acondicionamento (b) das lâmpadas fluorescentes geradas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	126
Figura 5.13	Resíduo de Móveis Inservíveis (a) e Madeira (b) gerados no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	127

	Página
Figura 5.14	Poda de condução de árvores no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (a e b) 128
Figura 5.15	Retirada de árvore com problema de rachadura no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (a e b) 129
Figura 5.16	Corte tratorizado (a) e corte manual (b) do capim e da grama que compõem o Resíduo de Capinação e Roçada gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP 130
Figura 5.17	Resíduo de poda armazenado (a), galhos sendo triturados (b), aparas de grama sendo carregada (c) e vista geral do Depósito de Resíduo Vegetal da DMA/UNICAMP 131
Figura 5.18	Farinha de osso (a); areia (b); aparas de grama (c) e leiras (d) do composto produzido pela DMA/UNICAMP 132
Figura 5.19	Caçamba cheia com resíduo já utilizado (a) e do caminhão da DMA/UNICAMP coletando a caçamba para descarte de Resíduo de Maravalha gerado pelo CEMIB/UNICAMP (b) 133
Figura 5.20	Localização no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, da sede da Divisão de Meio Ambiente, da Diretoria de Áreas Verdes, da Diretoria de Limpeza, do Depósito de Resíduo Vegetal e do CEMIB 134
Figura 5.21	Composição percentual do Resíduo Reciclável gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP 138
Figura 5.22	Sucata ferrosa (a); papelão (b) e papel branco reutilizável (c) encaminhados ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP 140
Figura 5.23	Patogênico (a); orgânico (b) e papel não reciclável (c e d) encaminhados ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP 140
Figura 5.24	Variação da quantidade de Resíduo Reciclável, por estação do ano, excluindo a sucata ferrosa esporádica (kg) 142
Figura 5.25	Variação semanal do Resíduo Reciclável coletado pelo Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP (kg) 146
Figura 5.26	Locais de coleta, no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP 148
Figura 5.27	Composição gravimétrica do Resíduo Reciclável encaminhado ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP 150
Figura 5.28	Composição gravimétrica do material reciclável coletado em 327 programas de coleta seletiva de prefeituras brasileiras 151
Figura 5.29	Comparação da composição gravimétrica do Resíduo Reciclável caracterizado na UNICAMP, com os materiais recicláveis de Programas de Coleta Seletiva de 327 prefeituras brasileiras 152
Figura 5.30	Percentual bruto e médio do Resíduo de Feira gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP 160
Figura 5.31	Locais de Coleta do Resíduo de Feira no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP 163
Figura 5.32	Setores de coleta do Resíduo de Limpeza no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP 167

	Página	
Figura 5.33	Percentual do material reciclável contido no Resíduo Reciclável e no Resíduo de Conservação e Limpeza do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	171
Figura 5.34	Variação do Resíduo de Capinação e Roçada gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, em massa (kg) e taxa de distribuição de capinação e roçada (kg/m <sup>2</sup> )	173
Figura 5.35	Resíduo de Madeira gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP chegando a cerâmica no Bairro do Guará (a) e sendo descarregado no depósito da cerâmica (b)	175
Figura 5.36	Depósito de madeira (a) e fornos (b) de cerâmica no município de Jaguariúna	175
Figura 5.37	Depósito de madeira (a) e veículo sendo descarregado em olaria no Bairro do Tijuco da Telha no Distrito de Barão Geraldo	176
Figura 5.38	Variação mensal da quantidade do Resíduo de Poda, Móveis Inservíveis e Madeira, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (kg)	177
Figura 5.39	Composição gravimétrica do Resíduo de Limpeza de Evento e do Resíduo de Limpeza, gerados no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	179
Figura 5.40	Variação mensal da quantidade do Resíduo de Maravalha gerado pelo CEMIB/UNICAMP (kg)	181
Figura 5.41	Locais nos quais estão instaladas lixeiras e nos quais se avalia a instalação no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	185
Figura 5.42	Instalação de lixeiras na Praça da Paz (a) e na Av. Antonio Costa Santos (b) no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	186
Figura 5.43	Vista geral do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, a partir do Museu Exploratório de Ciência (a) e instalação de grade de lixo no MEC/UNICAMP (b)	187
Figura 5.44	Localização das 86 grades de lixo no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	188

## LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1.1	Destinação final do RSU coletado no Brasil (t/dia), em 2.000	28
Tabela 1.2	Quantidade de RSU gerado e coletado no Brasil em 2.005 (t/dia)	28
Tabela 3.1	Responsáveis pelo gerenciamento dos diferentes tipos de resíduo	52
Tabela 3.2	Resíduo sólido gerado e resíduo reciclável coletado na UEFS de 1994 a 2001	62
Tabela 3.4	Aspectos positivos e negativos da coleta diurna e noturna	64
Tabela 4.1	Composição da caracterização do Resíduo de Conservação e Limpeza e do Resíduo Reciclável	87
Tabela 4.2	Cronograma de caracterização de resíduo sólido urbano	90
Tabela 4.3	Definição da 1ª semana de fevereiro de 2.006	92
Tabela 4.4	Definição da 5ª semana de maio de 2.006	92
Tabela 4.5	Modelo de tabela do Resíduo reciclável coletado na semana (kg)	95
Tabela 4.6	Modelo de tabela de totalização semanal do Resíduo Reciclável (kg)	95
Tabela 4.7	Modelo de totalização do Resíduo Reciclável coletado nas semanas de caracterização por estação do ano (kg)	96
Tabela 4.8	Modelo de tabela de totalização do Resíduo Reciclável caracterizado por estações do ano (kg)	96
Tabela 4.9	Modelo da tabela do Resíduo de Feira e de Limpeza coletado semanalmente (kg)	99
Tabela 4.10	Modelo da tabela de totalização do Resíduo de Feira coletado em semana de caracterização (kg)	99
Tabela 4.11	Modelo da tabela de totalização do Resíduo de Limpeza coletado em semana de caracterização (kg)	100
Tabela 4.12	Modelo da tabela de totalização do Resíduo de Conservação e Limpeza coletado em semana de caracterização	100
Tabela 4.13	Modelo de tabela de totalização do Resíduo de Conservação e Limpeza coletado por estação do ano (kg)	100
Tabela 4.14	Modelo de tabela de totalização do Resíduo de Conservação e Limpeza coletada para caracterização por estações do ano (kg)	101
Tabela 4.15	Modelo de tabela de totalização dos dados do Resíduo de Limpeza Evento gerado no Campus de Barão Geraldo da UNICAMP (kg)	103

	Página	
Tabela 4.16	Modelo de tabela de totalização do Resíduo de Capinação e Roçada (kg)	106
Tabela 4.17	Modelo de tabela dos dados de podas, madeira e móveis inservíveis (kg)	107
Tabela 4.18	Modelo de tabela de lançamento dos dados do Resíduo de Maravalha (kg)	108
Tabela 5.1	Material reciclável coletado pelo Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP nos anos de 2000 a 2.006	125
Tabela 5.2	Cronograma de caracterização do Resíduo Reciclável e de Conservação e Limpeza gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	136
Tabela 5.3	Total de Resíduo Reciclável caracterizado nas 16 semanas de coleta no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (kg)	138
Tabela 5.4	Resíduo Reciclável caracterizado por estação do ano, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, incluindo a sucata ferrosa esporádica (kg)	141
Tabela 5.5	Resíduo Reciclável caracterizado por estação do ano, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, excluindo a sucata ferrosa esporádica (kg)	141
Tabela 5.6	Variação em massa e percentual em relação à média e o desvio padrão do Resíduo Reciclável por estação do ano	143
Tabela 5.7	Comparação da média aritmética do Resíduo Reciclável gerado no verão, inverno e primavera com o gerado no outono (kg)	143
Tabela 5.8	Totalização do Resíduo Reciclável, coletado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por semana de coleta (kg)	145
Tabela 5.9	Distribuição das semanas de caracterização de Resíduo Reciclável, por categorias (kg)	147
Tabela 5.10	Locais de coleta, no Campus da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP	149
Tabela 5.11	Variação da população fixa da UNICAMP, de 2004 a 2006 (hab.)	154
Tabela 5.12	Resíduo de Feira, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por local de origem (kg)	158
Tabela 5.13	Resíduo de Feira, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por local de origem e pela estação do ano (kg)	159
Tabela 5.14	Média do Resíduo de Feira, gerada no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, encaminhado para caracterização por local de coleta e por evento (kg)	160

	Página	
Tabela 5.15	Distribuição semanal do Resíduo de Feira, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por semana de caracterização	161
Tabela 5.16	Distribuição do Resíduo de Feira por categorias	162
Tabela 5.17	Resíduo de Limpeza, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por local de origem (kg)	164
Tabela 5.18	Resíduo de Limpeza, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por estação do ano	164
Tabela 5.19	Distribuição semanal do Resíduo de Limpeza caracterizado (kg)	165
Tabela 5.20	Distribuição do Resíduo de Limpeza do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por categorias	166
Tabela 5.21	Taxa de geração do Resíduo de Limpeza (kg/m <sup>2</sup> )	168
Tabela 5.22	Resíduo de Conservação e Limpeza, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por local de origem (kg)	169
Tabela 5.23	Material reciclável contido no Resíduo de Conservação e Limpeza, excluindo a varrição, acondicionado nas lixeiras do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (kg)	170
Tabela 5.24	Comparação da composição gravimétrica do material reciclável contido no Resíduo Reciclável e no Resíduo de Conservação e Limpeza do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	171
Tabela 5.25	Quantidade total (kg) e taxa (kg/m <sup>2</sup> ) do Resíduo de Capinação e Roçada gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	173
Tabela 5.26	Resíduo de Poda, Móveis Inservíveis e Madeira gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (kg)	176
Tabela 5.27	Resíduo do Evento da UPA-2006, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por local de origem (kg)	178
Tabela 5.28	Resíduo de Maravalha gerado pelo CEMIB/UNICAMP (kg)	181
Tabela 5.29	Destinação das lâmpadas fluorescentes, de vapor de mercúrio e sódio, geradas pela UNICAMP e coletadas pela Divisão de Meio Ambiente em 2.006	182
Tabela 5.30	Lixeiras fixas de ferro instaladas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (un.), por local de limpeza e taxa que relaciona a área atendida por lixeira (m <sup>2</sup> /un.)	183
Tabela 5.31	Quantidade de grades de lixo instaladas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por área de limpeza (m <sup>2</sup> ) e taxa de área servida por grade (m <sup>2</sup> /un.)	187
Tabela A.1	Totalização do Resíduo Reciclável nas 16 semanas de coleta, por local de origem (kg)	202

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Unidade de medida, porcentagem
¶	Parágrafo
°C	Unidade de temperatura, grau Celsius
3 R	Reduzir, Reutilizar e Reciclar
4 R	Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Recuperar
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos
ADUNICAMP	Associação de Docentes da UNICAMP
AEPLAN	Assessoria de Economia e Planejamento
AFPU	Agência de Formação Profissional da UNICAMP
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
Art.	Artigo
ASBEN	Associação Beneficente de Auxílio a Estudantes e Funcionários
Asses.	Assessoria
BC	Biblioteca Central
C	Carbono
CAISM	Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher
CAS	Coordenadoria de Administração e Serviços
CBMEG	Centro de Biologia Molecular e Engenharia
CCS	Centro de Componentes Semicondutores
CEB	Centro de Engenharia Biomédica
CECOM	Centro de Saúde da Comunidade
CEMA	Centro de Monitoramento Animal
CEMEQ	Centro para Manutenção de Equipamentos
CEMIB	Centro Multidisciplinar para Investigação Biológica na Área de Ciências de Animais de Laboratório
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CMU	Centro de Memória da UNICAMP
CEPETRO	Centro de Estudos de Petróleo
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CH <sub>4</sub>	Metano
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CO	Monóxido de Carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
COCEN	Coordenadoria de Centros e Núcleos

COMVEST	Comissão Permanente para os Vestibulares
CT	Centro de Tecnologia
CTEEP	Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
CINFRA	Coordenadoria de Infra-estrutura
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CIPOI	Centro Integrado de Pesquisas Oncohematológicas da Infância
CTRS	Central de Tratamento de Resíduo Sólido
DAC	Diretoria Acadêmica
DAV	Diretoria de Áreas Verdes
DCE	Diretório Central dos Estudantes
DGRH	Diretoria Geral de Recursos Humanos
DLU	Diretoria de Limpeza Urbana
DMA	Divisão de Meio Ambiente
DS	Divisão de Suprimentos
EEA	Equipe de Estudos de Educação Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMEI	Escola Municipal de Educação Infantil
EXTECAMP	Escola de Extensão
FE	Faculdade de Educação
FEA	Faculdade de Engenharia de Alimentos
FEAM	Fundação Estadual de Meio Ambiente
FEC	Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo
FEEC	Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação
FEF	Faculdade de Educação Física
FEM	Faculdade de Engenharia Mecânica
FEQ	Faculdade de Engenharia Química
FIG.	Figura
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
FUNCAMP	Fundação de Desenvolvimento da UNICAMP
GEIPOT	Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes
GIRS	Gerenciamento Integrado de Resíduo Sólido
GR	Gabinete do Reitor
GMU	Ginásio Multidisciplinar da UNICAMP
Hab.	Habitante(s)
HEMOCENTRO	Centro de Hematologia e Hemoterapia
HC	Hospital das Clínicas
H <sub>2</sub>	Hidrogênio
H <sub>2</sub> O	Água
IA	Instituto de Artes
IB	Instituto de Biologia
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEL	Instituto de Estudos de Linguagem
IFCH	Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
IFGW	Instituto de Física “Gleb Wataghin”
IMECC	Instituto de Estatística, Matemática e Computação Científica
INOVA	Agência de Inovação da UNICAMP

IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQ	Instituto de Química
kcal	Unidade de energia, quilocaloria
kg	Unidade de massa, quilograma
L	Unidade de volume, litro
Lab.	Laboratório
LEV	Local de entrega voluntária
LIPOR	Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto
m <sup>2</sup>	Unidade de medida, metro quadrado
m <sup>3</sup>	Unidade de volume, metro cúbico
Máx.	Máximo
Mín.	Mínimo
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MEC	Museu Exploratório de Ciência
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
N	Nitrogênio
NBR	Normas Brasileiras de Regulamentação
NEPAM	Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais
NEPP	Núcleo de Estudos de Políticas Públicas
NEPO	Núcleo de Estudos de Políticas Públicas
NMCE	Núcleo de Medicina e Cirurgia Experimental
NPK	Nitrogênio, fósforo e potássio
NP	Nitrogênio e fósforo
NK	Nitrogênio e potássio
O <sub>2</sub>	Oxigênio
PEV	Posto/Ponto de entrega voluntária
Ph	Potencial Hidrogeniônico
PK	Fósforo e potássio
PMC	Prefeitura Municipal de Campinas
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PRDU	Pró-Reitoria de Desenvolvimento Universitário
PRG	Pró-Reitoria de Graduação
PRODECAD	Programa de Integração da Criança e do Adolescente
RA	Restaurante Acadêmico
Reitoria V	Prédio V da Reitoria
RSU	Resíduo Sólido Urbano
RU	Restaurante Universitário
Sec.	Secretaria
SENAI	Serviço Nacional da Indústria
SIARQ	Arquivo Central da UNICAMP
SO <sub>2</sub>	Dióxido de Enxofre
SOFTEX	Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro
STU	Sindicato dos Trabalhadores da UNICAMP
t	Unidade de massa, tonelada
TAB.	Tabela

UEC	Universidade Estadual de Campinas
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UFV	Universidade Federal de Viçosa
Uni.	Unidade
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UPA	Universidade de Portas Abertas
US\$	Dólar, moeda dos Estados Unidos da América
WWF	World Wildlife Fund

## SUMÁRIO

	Página
SUMÁRIO	23
1 INTRODUÇÃO	27
2 OBJETIVOS	31
2.1 Objetivo geral	31
2.2 Objetivos específicos	31
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	33
3.1 Definição de resíduo sólido urbano	33
3.2 Resíduo Sólido Urbano: Origens e Características	35
3.2.1 Origem	35
3.2.2 Caracterização	38
3.2.2.1 Características físicas	40
3.2.2.2 Características químicas	40
3.2.2.3 Características biológicas	41
3.2.2.4 Fatores que influenciam as características do resíduo sólido urbano	42
3.3 Serviços de Limpeza Pública Urbana	43
3.3.1 Limpeza Pública – Competência e Legislações	44
3.3.2 Abrangência dos Serviços de Limpeza Pública Urbana	45
3.3.3 Importância dos serviços de limpeza pública urbana	46
3.4 Armazenamento e acondicionamento	48
3.5 Coleta	50
3.5.1 Tipos de serviços de coleta de resíduo sólido urbano	51
3.5.2 Coleta Seletiva	54
3.5.3 Resíduo sólido em Campus Universitário	58
3.5.3.1 “Projeto Reciclar/ASBEN” Coleta Seletiva no Campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV)	59
3.5.3.2 Programa “Coleta seletiva e reaproveitamento do lixo gerado na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)”	61
3.5.4 Frequência da Coleta	62
3.5.5 Horário da coleta	63
3.6 Tratamento e disposição final de resíduo sólido urbano	64
3.6.1 Lixão	64
3.6.2 Aterro Controlado	65
3.6.3 Aterro Sanitário	66
3.6.4 Compostagem	67

	Página	
3.6.5	Incineração	69
3.6.6	Usinas/Unidades de Triagem e Compostagem	70
3.6.7	Reciclagem	71
3.6.8	Conversão biológica do resíduo sólido urbano com recuperação de energia	72
3.7	Planejamento do sistema de coleta	73
3.8	Gerenciamento Integrado de Resíduo Sólido Urbano	74
3.9	Resíduo Sólido Urbano: Minimização	78
4	METODOLOGIA	81
4.1	Descrição das atividades da Universidade Estadual de Campinas e da Divisão de Meio Ambiente	81
4.2	Descrição dos Serviços de Limpeza Urbana a serem diagnosticados	82
4.3	Descrição do RSU caracterizado	82
4.3.1	Composição do RSU caracterizado	83
4.3.2	Denominação dos tipos RSU caracterizados	84
4.3.3	Definição da composição dos itens caracterizados	85
4.3.4	Avaliação do potencial de minimização do resíduo	89
4.3.5	Elaboração do cronograma do RSU caracterizado	90
4.4	Descrição da logística e do tratamento dos dados do processo de caracterização	92
4.4.1	Logística e tratamento de dados da caracterização	93
4.4.1.1	Logística de caracterização do Resíduo Reciclável	93
4.4.1.2	Tratamento de dados do Resíduo Reciclável	94
4.4.1.3	Logística de caracterização do Resíduo de Conservação e Limpeza	96
4.4.1.3.1	Logística de caracterização do Resíduo de Feira	97
4.4.1.3.2	Descrição da logística de caracterização do Resíduo de Limpeza	98
4.4.1.4	Tratamento de dados do Resíduo de Conservação e Limpeza	99
4.4.1.5	Descrição da logística do Resíduo de Limpeza de Eventos	101
4.4.1.6	Tratamento de dados do Resíduo de Limpeza de Evento	103
4.5	Descrição dos itens mensurados	103
4.6	Descrição da logística e do tratamento dos dados do processo de mensuração	104
4.6.1	Descrição da logística de mensuração do Resíduo de Capinação e Roçagem, Poda, Madeira, Móveis Inservíveis e Maravalha	104
4.6.1.1	Resíduo de Capinação e Roçagem: tratamento de dados	105
4.6.1.2	Resíduo de Poda, Madeira e Móveis Inservíveis: tratamento de dados	106
4.6.1.3	Resíduo de Maravalha: tratamento de dados	107
4.6.1.4	Lâmpada fluorescente: tratamento de dados	108
4.6.1.5	Grade de lixo e lixeira fixa de ferro de lixo comum	110
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	111
5.1	Universidade Estadual de Campinas	111
5.2	Gerenciamento do Resíduo Sólido Urbano Gerado no Campus da Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP	113
5.3	Divisão Meio Ambiente da UNICAMP	114
5.3.1	Diretoria de Limpeza Urbana da Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP	119

	Página	
5.3.2	Diretoria de Áreas Verdes da Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP	120
5.3.3	Resíduo Sólido Urbano: Responsabilidades	121
5.3.3.1	Resíduo de Conservação e Limpeza e de Evento	121
5.3.3.2	Resíduo Reciclável	123
5.3.3.3	Resíduo de Lâmpada Fluorescente	125
5.3.3.4	Resíduo de Madeira e de Móveis Inservíveis	127
5.3.3.5	Resíduo de Poda	128
5.3.3.6	Resíduo de Capinação e Roçagem	129
5.3.3.7	Depósito de Resíduo Vegetal	130
5.3.3.8	Resíduo de Maravalha	132
5.4	Resíduo sólido urbano e mobiliário urbano	135
5.4.1	Definição do cronograma de caracterização de resíduo	135
5.4.2	Resíduo Reciclável	137
5.4.2.1	Avaliação da composição do resíduo reciclável encaminhado ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP	150
5.4.2.2	Avaliação do potencial de ampliação da coleta seletiva no Campus de Barão Geraldo da UNICAMP	153
5.4.2.3	Potencial de minimização do resíduo de papel branco reutilizável	157
5.4.3	Resíduo de Conservação e Limpeza	158
5.4.3.1	Resíduo de Feira	158
5.4.3.2	Resíduo de Limpeza	164
5.4.3.3.	Resíduo de Conservação e Limpeza	168
5.4.3.4	Comparação da composição gravimétrica do material reciclável contido no Resíduo de Conservação e Limpeza e no Resíduo Reciclável encaminhado ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP	170
5.4.4	Resíduo de Capinação e Roçada	172
5.4.5	Resíduo de Poda, Madeira e Móveis Inservíveis	174
5.4.6	Resíduo de Limpeza de Evento	178
5.4.7	Resíduo de Maravalha	180
5.4.8	Resíduo de Lâmpada Fluorescente	182
5.4.9	Lixeira Fixa de ferro e Grade de Lixo	183
5.4.9.1	Lixeira Fixa de ferro	183
5.4.9.2	Grade de Lixo	186
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	189
	REFERÊNCIAS	193
	APÊNDICE	199
	APÊNDICE A - Totalização do Resíduo Reciclável nas 16 semanas de coleta, por local de origem (kg)	201

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novas tecnologias produtivas somado ao processo de industrialização, que se verificou ao longo do século XX nos centros urbanos, tornaram as cidades atrativas para um grande contingente de pessoas que, à procura de novas oportunidades de trabalho e melhores condições de vida, deslocaram-se das áreas rurais rumo às cidades. Este fenômeno provocou o crescimento desordenado das cidades e a presença de habitantes assalariados que aumentaram a produção e consumo de alimentos e bens. Houve um aumento gradativo da geração de resíduo sólido urbano (RSU) e Lima (1995, p. 9 e 10) cita que “considerando a tendência futura desses dois fatores básicos e suas implicações na produção e origem do lixo, podemos deduzir o conceito de inesgotabilidade do lixo”.

De acordo com Lima (1995, p. 9), “o lixo urbano resulta da atividade diária do homem em sociedade”. A dificuldade de disposição provocou que este resíduo, em grande parte das cidades, sofresse uma destinação inadequada, sem os devidos cuidados sanitários e ambientais por parte das prefeituras, sendo, na maioria das vezes, descartado em vales, depressões naturais, barrancos, margens de rios, a céu aberto ou em aterros desprovidos de qualquer tratamento adequado. Estas práticas implicaram em poluição das águas, do ar, dos solos e na degradação generalizada do ambiente, culminando com problemas de saúde pública.

Na Tab. 1.1 observa-se a destinação final do RSU coletado no Brasil, onde se pode notar que quase 60% não sofre uma destinação adequada, constituindo-se em uma fonte potencial de problemas ambientais e de saúde pública.

Tabela 1.1: Destinação final do RSU coletado no Brasil (t/dia), em 2000

Região	com destinação adequada	%	sem destinação adequada	%	Total	%
Norte	1.049	0,65	6.790	4,20	7.839	4,85
Nordeste	10.782	6,66	18.660	11,53	29.442	18,19
Centro-Oeste	4.493	2,78	5.635	3,48	10.128	6,26
Sudeste	42.644	26,35	57.696	35,65	100.340	62,0
Sul	6.557	4,05	7.521	4,65	14.078	8,7
Brasil	65.525	40,49	96.302	59,51	161.827	100

Fonte: IBGE (2004)

Apesar deste alto índice de disposição inadequada, pode-se notar na TAB. 1.2, que o Brasil possui um alto grau de coleta do RSU gerado, atingindo um percentual de 95%.

Tabela 1.2: Quantidade de RSU gerado e coletado no Brasil em 2005 (t/dia):

Região	gerado	Índice de coleta (%)	coletado	não coletado
Norte	14.365	87,5	12.569	1.796
Nordeste	46.623	89,4	41.681	4.942
Centro-Oeste	10.096	96,5	9.743	353
Sudeste	82.458	98,4	81.139	1.319
Sul	19.982	98,3	19.642	341
Brasil	173.524	95,0	164.848	8.676

Fonte: ABRELPE (2006)

Os serviços de limpeza urbana, normalmente, são vistos pela população apenas pelo lado da coleta do resíduo, sendo que, a partir do momento em que o colocam para que seja coletado, a grande maioria não quer saber o que acontecerá com o mesmo e, tampouco, tem idéia da complexidade das operações que englobam um serviço de limpeza urbana.

Desta forma, neste trabalho efetuou-se o diagnóstico do serviço de limpeza urbana do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), detalhou-se toda a operacionalização do mesmo, ampliou-se o conhecimento sobre a geração e o gerenciamento do resíduo sólido urbano do campus e novas propostas de aperfeiçoamento/melhoria do planejamento e gerenciamento deste resíduo e dos serviços de limpeza urbana foram apresentadas, contribuindo para a melhora deste sistema e servindo como apoio à gestão e ao gerenciamento de resíduo sólido urbano de outros campi universitários.

Com o conhecimento detalhado dos resíduos gerenciados, os pontos positivos do sistema, os que podem ser melhorados e sobretudo o potencial para ampliação das atividades de minimização de resíduos, foram evidenciados, reforçando seu gerenciamento de forma integrada, ficando, desta forma, demonstrada a pertinência deste trabalho, sua importância para o gerenciamento dos serviços de limpeza urbana na UNICAMP e a necessidade de que o sistema adotada seja mantido como um Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduo Sólido.

## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos do trabalho serão divididos em gerais e específicos

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral é:

- efetuar o diagnóstico do serviço de limpeza urbana do Campus da Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP e, do resíduo sólido urbano gerenciado por este serviço; e,

### **2.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos são:

- caracterizar e mensurar o resíduo sólido urbano gerenciado pelo serviço de limpeza urbana do Campus da Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP; e,
- propor diretrizes e ações que otimizem o planejamento e o gerenciamento deste resíduo e dos serviços de limpeza urbana.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica sobre o tema em estudo.

#### **3.1 Definição de resíduo sólido urbano**

Ferreira (1975, p. 847) define lixo como sendo,

“1. Aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua, e se joga fora; 2. P. ext. Tudo o que não presta e se joga fora. 3. Sujicidade, sujeira, imundície. 4. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor. 5. Fig. V. ralé”.

Com relação a resíduo, Ferreira (1975, p. 1223) define como sendo,

“[do latim residuu]. S.m. 2. Aquilo que resta de qualquer substância; resto. 3. O resíduo (2) do que sofreu alteração de qualquer agente exterior, por processos mecânicos, químicos, físicos, resíduos de um incêndio, os resíduos da moagem de café, etc”.

De acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004, p. 1), os resíduos sólidos são:

“aqueles resíduos em estados sólidos e semi-sólidos que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição. Ficam incluídos, nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água,

aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”.

Segundo Lima (1995, p.11):

“é comum definir como lixo todo e qualquer resíduo que resulte das atividades diárias do homem em sociedade. Estes resíduos compõem-se, basicamente, de sobras de alimentos, papéis, papelões, plásticos, trapos, couros, madeira, latas, vidros, lamas, gases, vapores, poeiras, sabões, detergentes e outras substâncias descartadas pelo homem no meio ambiente”.

A definição de resíduo sólido, para o IPT/CEMPRE (1995, p.23) é:

“restos de atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Normalmente, apresentando-se no estado semi-sólido ou semilíquido (com conteúdo líquido insuficiente para que este possa fluir livremente)”.

De acordo com o IBAM (2003, p. 25), “resíduo sólido ou simplesmente 'lixo' é todo material sólido ou semi-sólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta, em qualquer recipiente destinado a este ato”.

Para o IPT/CEMPRE (2000), lixo e resíduo sólido significam a mesma coisa.

Para Teixeira (2004), o termo lixo é utilizado em linguagem vulgar (corriqueira) e, o termo resíduo sólido é utilizado em linguagem técnica-científica.

Para Teixeira e Bidone (1999, p. 15-16), o resíduo sólido municipal é:

“aquele gerado de dentro um município, podendo ser subdividido em

resíduo sólido rural e resíduo sólido urbano. Sendo que o resíduo sólido urbano pode ser constituído pelo resíduo doméstico, comercial, industrial, varrição e o proveniente de serviços (limpeza de bocas de lobo, galerias, canalizações e redes acessórias de esgoto, limpeza e podas de jardins, carcaça de animais, móveis abandonados e resíduo proveniente de campanhas de limpeza)”.

Porém, os autores ressaltam que esta definição não é fixa, ou seja, dependendo da forma pela qual os serviços de limpeza urbana se organizam a definição de resíduo sólido urbano pode variar.

Nas diversas definições citadas, nota-se o aspecto da desqualificação do resíduo sólido urbano, por termos como: inútil, indesejável e descartado. Disto ressalta-se o aparente distanciamento que os geradores têm com o resíduo por eles gerados, como se a partir de sua colocação em um recipiente para coleta, não tivessem mais nenhum vínculo ou responsabilidade com o mesmo. Isto talvez se deva à desinformação que a população tem da significância e complexidade, que os serviços de limpeza urbana possuem, conforme exposto nos itens 3.2 a 3.9.

## **3.2 Resíduo Sólido Urbano: Origens e Características**

Neste item são apresentadas as origens e características do resíduo sólido urbano.

### **3.2.1 Origem**

O resíduo sólido quanto à sua origem pode ser agrupado nas seguintes classes, a saber:

- a) resíduo domiciliar: conforme o IPT/CEMPRE (2000), é aquele originado na vida diária das residências, constituído por restos de alimentos, produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico e uma grande diversidade de outros itens;
- b) resíduo comercial: para o IBAM (2003), é gerado em atividades comerciais, cujas características dependem da atividade desenvolvida. Este grupo pode ser dividido em pequenos e grandes geradores, de acordo com regulamentação municipal. Esta divisão é de suma importância, tendo em vista que os grandes geradores podem ser tarifados e virem a se tornar uma fonte suplementar de receita ou obrigados a darem destinação adequada, assumindo os custos, ao resíduo sólido que geram;
- c) resíduo doméstico: conforme Teixeira e Bidone (1999), é aquele oriundo de residências, áreas comerciais e aqueles industriais, mas com características semelhantes aos residenciais;
- d) resíduo público: segundo o IPT/CEMPRE (2000) é o resíduo originado dos serviços de limpeza pública urbana: varrição, praias, galerias e bocas de lobo, córregos, terrenos, restos de podas, carcaças de animais, feiras livres, etc.;
- e) construção civil: de acordo com MMA (2005), o resíduo de construção civil é classificado em: **Classe A:** resíduo reutilizável ou reciclável como agregado; **Classe B:** resíduo reciclável para outras destinações, tais como plástico, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros; **Classe C:** resíduo para os quais não foi desenvolvida tecnologia ou aplicação economicamente viável que permita a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso; e, **Classe D:** resíduo perigoso oriundo do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolição, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

- f) resíduo industrial: gerado pelas atividades industriais. São resíduos variados, com características diversificadas e devem ser estudados caso a caso. Segundo a NBR 10.004 (ABNT 2004), classifica-se o resíduo industrial em: Classe I - perigosos e Classe II – não perigosos (Classe II A - não inertes e Classe II B – inertes). Seu descarte é de inteira responsabilidade do gerador;
- g) resíduo radioativo: para o IBAM (2003), é o resíduo que emite radiação acima dos limites permitidos pelas normas ambientais. No Brasil, a responsabilidade de fiscalização sobre o manuseio, acondicionamento e disposição final do resíduo radioativo é da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEM;
- h) resíduo de instalações portuárias, aeroportuárias e terminais alfandegados de uso público: de acordo com IBAM (2003), é o resíduo gerado nos terminais e dentro dos navios, aviões e veículos de transporte. Este resíduo é decorrente do consumo de passageiros em navios, veículos e aeronaves e sua periculosidade pode estar no risco de transmissão de doenças. A transmissão também pode se dar através de cargas eventualmente contaminadas, tais como animais, carnes e plantas. ANVISA (2007) estabelece critérios para a gestão sanitária destes resíduos e determina que serão considerados perigosos apenas quando se originarem de regiões endêmicas ou epidêmicas. De acordo com GEIPOT (2007), terminais alfandegados de uso público são instalações destinadas a prestação de serviços públicos de movimentação e armazenagem de mercadorias importadas ou a exportar, não localizadas em área de porto ou aeroporto;
- i) resíduo agrícola: conforme o IPT/CEMPRE (2000), é o resíduo das atividades agrícolas e da pecuária. Inclui embalagens de fertilizantes e de defensivos agrícolas, restos de colheita, etc. As embalagens de agroquímicos, geralmente altamente tóxicos, têm sido alvo de legislação específica quanto aos cuidados na sua destinação final; e,

- j) resíduo de serviços de saúde: de acordo com a ANVISA (2005), é o resíduo gerado nos serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal. Este resíduo é classificado em: Grupo A: resíduo com a possível presença de agentes biológicos que por suas características, podem apresentar risco de infecção; Grupo B: resíduo contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública e ao ambiente; Grupo C: qualquer material resultante de atividades humanas que, contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados nas normas do CNEN e, para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista; Grupo D: resíduo que não apresente risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao ambiente, podendo ser equiparado ao resíduo domiciliar; e, Grupo E: materiais pérfuro-cortantes ou escarificantes.

Em função da grande diversidade de resíduos gerados em um município, com suas múltiplas opções de origens e, tendo em vista que parte deste resíduo pode sofrer uma destinação inadequada, torna-se de suma importância que os responsáveis por serviços de limpeza urbana, estejam preparados para tomarem decisões sanitárias e ambientalmente adequadas, quando se depararem com resíduo destinado inadequadamente. E para tal, o conhecimento das características deste resíduo é essencial, como se pode ver no subitem 3.2.2, entre outros.

### **3.2.2 Caracterização**

A caracterização detalhada do resíduo sólido urbano é de fundamental importância ao gerenciamento adequado dos serviços de limpeza urbana. Pois esta caracterização permite que sejam definidas: as quantidades/características do resíduo sólido, o tipo de coleta, os sistemas de acondicionamento, os equipamentos a serem utilizados, o tratamento e a destinação final do resíduo.

Para CETESB (1997, p. 1), “a caracterização do resíduo sólido domiciliar é essencial para se definir o que fazer com ele, desde a coleta até o destino, de uma forma sanitária e economicamente viável”.

Para Teixeira e Bidone (1999), o resíduo sólido urbano pode ser caracterizado de acordo com o objetivo desejado: assim, se a intenção é conhecer sua composição, é comum utilizar-se de: doméstico, comercial, industrial, serviços de saúde e especial. O objetivo sendo a biodegradabilidade, a classificação usual é: facilmente biodegradável (restos de comida), moderadamente biodegradável (folhas de árvores, papel e outros produtos celulósicos), dificilmente biodegradável (madeira, couro e borracha) e não biodegradável (vidro, plástico e metal).

De acordo com Dias (2003), o diagnóstico da geração e a classificação dos resíduos gerados em universidades são importantes para orientar a segregação, a coleta, o tratamento e a destinação final dos mesmos.

Segundo o mesmo autor, este diagnóstico é feito por meio de um estudo técnico denominado de caracterização física ou estudo gravimétrico de resíduo sólido. Os resultados destes estudos demonstram o modo de vida de uma comunidade. Estes são também a base para o desenvolvimento de programas de gerenciamento de resíduo.

O resíduo sólido urbano pode, também, ser analisado segundo suas características físicas, químicas, biológicas e fatores que influenciam suas características.

### **3.2.2.1 Características físicas**

São características físicas do resíduo sólido urbano:

- a) geração per capita: conforme FUNASA (2006), é a massa de resíduo sólido produzida por uma pessoa em um dia (kg/hab/dia);
- b) composição gravimétrica: conforme citado por Fonseca (2001), é expressa pelo percentual de cada componente, comparado com o total do resíduo, fundamental no dimensionamento de programas de coleta seletiva e compostagem;
- c) peso específico aparente: de acordo com o IBAM (2003), é o peso do resíduo sólido urbano solto, em função do volume ocupado livremente, sem qualquer compactação, expresso em kg/m<sup>3</sup>. Sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações;
- d) teor de umidade: segundo Lima (1995), representa a quantidade de água contida na massa de resíduo sólido urbano, medida em percentual do seu peso. Varia em função das estações do ano e da incidência de chuvas; é muito utilizado no cálculo da produção de chorume e no dimensionamento do sistema de coleta; e,
- e) compressividade: para o IBAM (2003), é o grau de compactação ou a redução do volume que uma massa de resíduo sólido urbano pode sofrer quando compactada, fundamental no dimensionamento dos veículos coletores e nas operações com aterro sanitário.

### **3.2.2.2 Características químicas**

São características químicas do resíduo sólido urbano:

- a) poder calorífico: de acordo com Fonseca (1999), indica a capacidade potencial de um material desprender calor quando submetido ao processo de queima;
- b) potencial hidrogeniônico (pH): para o IBAM (2003), indica o teor de acidez ou alcalinidade do resíduo;
- c) teor de componentes diversos: segundo o IPT/CEMPRE (1995), é o teor de substâncias específicas como: carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, resíduo mineral entre outros. É utilizado na definição da forma mais adequada de disposição final; e,
- d) relação carbono/nitrogênio (C:N): conforme Fonseca (1999), indica o grau de decomposição da matéria orgânica do resíduo, quando comparado com o valor anterior à decomposição.

### **3.2.2.3 Características biológicas**

De acordo com IBAM (2003), as características biológicas do resíduo sólido urbano são aquelas determinadas pela população microbiana e pelos agentes patogênicos presentes no resíduo sólido urbano que, ao lado das suas características químicas, permitem que sejam selecionados os métodos de tratamento e disposição final mais adequados.

As características físicas, químicas e biológicas do resíduo sólido urbano são de grande importância na determinação do tamanho e características da frota de coleta, na avaliação do aproveitamento do material reciclável, na implantação de programas de compostagem e em projetos de tratamento deste resíduo. Estas características, também, sofrem influências de outros fatores, como pode ser visto no item 3.2.2.4.

### **3.2.2.4 Fatores que influenciam as características do resíduo sólido urbano**

De acordo com Lima (1995), alguns fatores influenciam a origem e formação do resíduo sólido urbano:

- número de habitantes do local;
- área relativa de produção;
- variações sazonais;
- condições climáticas;
- hábitos e costumes da população;
- nível educacional;
- poder aquisitivo;
- tipo de equipamento de coleta;
- segregação na origem;
- sistematização da origem;
- disciplina e controle dos pontos produtores; e,
- leis e regulamentações específicas.

Segundo Teixeira e Bidone (1999), influenciam ainda nas características do resíduo sólido urbano:

- geografia; e,
- características de sexo e idade dos grupos populacionais.

Para Grupo do Lixo (1999), também influenciam nas características do resíduo sólido urbano:

- grau de industrialização dos alimentos; e,
- nível de sensibilização das pessoas.

Todos estes fatores são de suma importância nas projeções dos serviços de limpeza urbana, como se pode ver no item 3.3.

### **3.3 Serviços de Limpeza Pública Urbana**

Para o IPT/CEMPRE (2000), “os sistemas de limpeza urbana são de competência municipal. Devem promover a coleta, o tratamento e a destinação ambiental e sanitária de forma correta e segura”.

Para Grippi (2001, p. 20), “Os sistemas de limpeza urbana, de competência municipal, devem afastar o lixo da população e dar-lhe um destino ambiental e sanitário adequado; mesmo sendo uma difícil tarefa, o assunto deve ser cada vez mais priorizado nas gestões públicas municipais”.

A prefeitura é o principal agente na gestão e no gerenciamento do resíduo sólido urbano, segundo Abreu (2001, p. 29), “o governante local deve assumir sua responsabilidade constitucional pela destinação adequado do lixo e pelas ações de saúde e de educação”.

Nota-se, nas afirmações anteriores, que a responsabilidade dos serviços de limpeza pública urbana é dos municípios. Esta competência é definida constitucionalmente. De acordo com Presidência da República (2007), a Constituição Federal em seu Art. 30, §5º define que, compete aos Municípios: organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local.

### **3.3.1 Limpeza Pública – Competência e Legislações**

De acordo com Presidência da República (2007), a Constituição Federal em seu Art. 175 contém o seguinte, Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.

Segundo Presidência da República (2007), a Lei Federal 8987/95 define em seu Art. 2º, §2º e §4º, respectivamente, o que são concessão e permissão de serviços públicos, da seguinte forma:

- concessão de serviço público: a delegação de sua prestação, feita pelo poder concedente, mediante licitação, na modalidade de concorrência, para seu desempenho, por sua conta e risco e por prazo determinado;
- permissão de serviço público: a delegação, a título precário, mediante licitação, da prestação de serviços públicos, feita pelo poder concedente à pessoa física ou jurídica que demonstre capacidade para seu desempenho, por sua conta e risco.

Dos dois modelos de delegação a terceiros dos serviços de limpeza urbana expostos, o mais adotado é o de concessão, pois fixa prazos determinados, dando maiores garantias às prestadoras dos serviços, que efetuam investimentos vultosos para poderem desempenhar suas atividades. Em ambos os casos, a fiscalização dos serviços fica a cargo do poder público, o qual também pode efetuar a rescisão das delegações dentro das normas legais.

### **3.3.2 Abrangência dos Serviços de Limpeza Pública Urbana**

Os serviços de limpeza municipal abrangem:

- geração (IBAM, 2003);
- acondicionamento (IPT/CEMPRE, 2000);
- coleta, transporte e transferência (IBAM, 2003);
- coleta e transporte do resíduo do serviço de saúde (IPT/CEMPRE, 2000);
- varrição (IPT/CEMPRE, 2000);
- capinação e a roçagem (IPT/CEMPRE, 2000);
- limpeza de praias (IPT/CEMPRE 2000);
- limpeza de feiras livres (IPT/CEMPRE, 2000);
- limpeza de bocas-de-lobo, galerias e córregos (IPT/CEMPRE, 2000);
- limpeza de eventos (FUNASA, 2006);
- limpeza de cemitérios (FUNASA, 2006);
- limpeza de monumentos (FUNASA, 2006);
- remoção de animais mortos (IPT/CEMPRE, 2000);
- pintura de meio-fio (IPT/CEMPRE 2000);
- coleta de resíduo volumoso e entulho (IPT/CEMPRE, 2000);
- combate a vetores (FUNASA, 2006);
- tratamento (IBAM, 2003); e,
- disposição final (IBAM, 2003).

A grande abrangência dos serviços de limpeza urbana ressalta a importância dos mesmos, para a administração municipal, a qual é evidenciada no subitem 3.3.3.

### 3.3.3 Importância dos serviços de limpeza pública urbana

Segundo o IPT/CEMPRE (2000), a coleta de resíduo das ruas e logradouros públicos (praças, praias, parques, etc.) pode ser feita manual ou mecanicamente e, tem como objetivo:

- minimizar riscos à saúde pública;
- manter a cidade limpa; e,
- prevenir enchentes e assoreamento de rios.

De acordo com o IBAM (2003), os principais motivos sanitários, de segurança e estéticos para que as ruas sejam mantidas limpas são:

- prevenir doenças resultantes da proliferação de vetores em depósitos de resíduo nas ruas ou em terrenos baldios;
- evitar danos à saúde pública resultantes de poeira em contato com os olhos, ouvidos, nariz e garganta;
- prevenir danos a veículos, causados por impedimentos ao tráfego, como galhos e objetos cortantes;
- promover a segurança do tráfego, pois a poeira e a terra podem causar derrapagens de veículos, assim como folhas e capins secos podem causar incêndios;
- evitar o entupimento do sistema de drenagem de águas pluviais; e,
- melhorar a aparência da comunidade.

Conforme Mansur e Monteiro (2006), o serviço de limpeza urbana é importante em função do:

- aspecto sanitário que pode provocar efeitos maléficos através de:
  - ✓ agentes físicos: resíduo acumulado às margens de cursos d'água ou de canais de drenagem e em encostas, pode provocar o assoreamento e o deslizamento dos taludes, respectivamente;

- ✓ agentes químicos: substâncias químicas presentes na massa de resíduo que causam poluição atmosférica pela queima ou decomposição de resíduo sólido urbano a céu aberto e a contaminação de lençóis d'água; e,
- ✓ agentes biológicos: resíduo mal acondicionado ou depositado a céu aberto, constitui-se em foco de proliferação de vetores transmissores de doenças (ratos, baratas, moscas ,etc.);
- aspecto estético e de bem-estar: a disposição indevida do resíduo gera incômodos à população, tanto pelo seu mau odor, quanto pela poluição visual e degradação do espaço onde é lançado;
- aspecto econômico-financeiro: o resíduo, uma vez aproveitado, pode reduzir parte de seu custo de coleta e disposição final. Seu aproveitamento se faz através de reciclagem de material reciclável, da produção de composto orgânico ou ainda, pelo aproveitamento do gás metano produzido durante sua decomposição; e,
- aspecto social: é comum nos lixões, a existência de todo um contingente de pessoas que buscam, na separação e comercialização de material reciclável, uma alternativa para o seu sustento e de sua família. Isto, geralmente, ocorre em condições precárias. É possível, entretanto, manter esta atividade econômica, mas em adequadas condições de trabalho. É o caso das unidades de beneficiamento de resíduo e dos programas de coleta seletiva.

Dentre os vários itens citados em relação à importância dos serviços de limpeza urbana, destaca-se a ênfase dada ao da saúde pública, ou seja, uma cidade limpa é um local livre de várias doenças provenientes de vetores presentes ou atraídos pelo resíduo sólido urbano, implicando em uma melhor qualidade de vida à população e em redução dos gastos com atendimentos médicos oriundos destas doenças. E neste aspecto, o correto armazenamento e acondicionamento do resíduo é de fundamental importância, como se pode observar no item 3.4.

### 3.4 Armazenamento e acondicionamento

Ferreira (1975, p. 133) define armazenar como, “guardar ou recolher em armazém; conter em depósito”.

De acordo com Ferreira (1975, p. 28), acondicionar significa “guardar em local conveniente; embalar; preservar de deterioração”.

Para IBAM (2003), acondicionar o resíduo sólido urbano significa prepará-lo para a coleta, de forma sanitariamente adequada.

Para o mesmo órgão, a importância do acondicionamento adequado está em:

- evitar acidentes;
- evitar a proliferação de vetores;
- minimizar o impacto visual e olfativo;
- reduzir a heterogeneidade do resíduo (no caso de haver coleta seletiva);  
e,
- facilitar a realização da etapa da coleta.

Conforme FUNASA (2006), para o acondicionamento de resíduo sólido urbano nas fontes produtoras é necessário prestar esclarecimentos à comunidade quanto aos seguintes aspectos:

- modo mais adequado de acondicionar o resíduo sólido para coleta;
- características do recipiente;
- localização do recipiente;
- serviço de coleta: o recipiente deve estar, na hora da coleta, no local previamente estabelecido nas leis orgânicas municipais, que comumente é a calçada em frente à residência;
- perigos decorrentes de mau acondicionamento, dando lugar a criadouros de moscas, baratas, mosquitos e ratos e de suas conseqüências;

- higienização dos locais de acondicionamento; e,
- controle de vetores, redução de odores e estética.

Para Mansur e Monteiro (2006), com relação à adequação do acondicionamento à coleta, o recipiente apropriado, deve:

- atender às condições sanitárias;
- não ser feio, repulsivo ou desagradável;
- ter capacidade para conter o resíduo gerado durante o intervalo entre uma coleta e outra;
- permitir uma coleta rápida, aumentando com isso a produtividade do serviço; e,
- possibilitar uma manipulação segura por parte da equipe de coleta.

A escolha correta do recipiente onde o resíduo será acondicionado é uma questão de grande relevância nesta fase dos serviços de limpeza urbana.

De acordo com IBAM (2003), os recipientes adequados para acondicionar o resíduo domiciliar devem ter as seguintes características:

- pesar no máximo 30 kg, incluindo a carga, se a coleta for manual;
- recipientes que permitam maior carga, devem ser padronizados para que possam ser manuseados por dispositivos mecânicos disponíveis no próprio veículo coletor:
  - ✓ devem possuir dispositivos que facilitem seu deslocamento do imóvel até o local da coleta; e,
  - ✓ serem herméticos, para evitar derramamento ou exposição do resíduo;
- as embalagens flexíveis (sacos plásticos) devem permitir fechamento adequado das bocas. As rígidas e semi-rígidas (vasilhames, latões, contêineres) devem possuir tampas e estabilidade para não tombar com facilidade, e:

- ✓ serem seguros, para evitar que resíduo cortante ou perfurante possa acidentiar os usuários ou trabalhadores da coleta;
  - ✓ serem econômicos, de maneira que possam ser adquiridos pela população;
  - ✓ não produzir ruídos excessivos ao serem manejados; e,
  - ✓ possam ser esvaziados facilmente sem deixar resíduo no fundo.
- deve-se também, considerar se os recipientes são com ou sem retorno. Pois, neste último caso, a coleta será mais produtiva e não haverá exposição de recipientes no logradouro, após o recolhimento do resíduo, tampouco a necessidade de seu asseio por parte da população.

O correto armazenamento e acondicionamento do resíduo é de grande importância na operacionalização dos serviços de limpeza urbana, facilitando a coleta, como exposto no item 3.5, como também, evitando acidentes, vetores e contribuindo para os aspectos sanitários e de estética urbana.

### **3.5 Coleta**

Para o IPT/CEMPRE (2000), a coleta do resíduo sólido urbano e o seu transporte para áreas de tratamento e destinação final são ações do serviço público municipal, de grande visibilidade para a população, pois impedem o desenvolvimento de vetores transmissores de doenças que encontram alimento e abrigo no resíduo.

Conforme IBAM (2003), coletar o resíduo sólido urbano significa recolher este resíduo acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final.

De acordo com FUNASA (2006), de um modo geral a coleta e transporte de resíduo sólido urbano devem garantir os seguintes requisitos:

- universalidade dos serviços prestados; e,
- regularidade da coleta:
  - ✓ periodicidade: o resíduo sólido deve ser recolhido em períodos regulares. A irregularidade faz com que a coleta deixe de ter sentido sob o ponto de vista sanitário e passe a desestimular a dona de casa;
  - ✓ frequência: é o intervalo entre uma coleta e a seguinte e, deve ser o mais curto possível; e,
  - ✓ horário: usualmente a coleta é feita durante o dia. No entanto, a coleta noturna se mostra mais viável em áreas comerciais e outros locais de intenso tráfego de pessoas e veículos.

Segundo Mansur e Monteiro (2006), o principal objetivo da remoção regular do resíduo sólido urbano gerado pela comunidade é evitar a proliferação de vetores causadores de doenças. Ratos, baratas, moscas encontram nos restos do que é consumido as condições ideais para se desenvolverem.

### **3.5.1 Tipos de serviços de coleta de resíduo sólido urbano**

As prefeituras são responsáveis pelo gerenciamento de alguns tipos de resíduo, ficando os geradores responsáveis pelo recolhimento dos demais.

De acordo com a NBR 12980 (ABNT,1993), os serviços de coleta de resíduo sólido urbano são divididos em:

- coleta regular, a qual engloba:
  - ✓ coleta domiciliar;
  - ✓ coleta de feiras e praias;

- ✓ coleta de serviços de saúde;
- coleta especial;
- coleta particular; e,
- coleta seletiva.

Observa-se na NBR 12980 de 1993, que as prefeituras respondiam pela coleta do resíduo de serviço de saúde. Porém, atualmente os geradores deste resíduo respondem pela coleta do mesmo, conforme ANVISA (2005).

Na maioria das cidades segue-se o padrão exposto na TAB. 3.1.

Tabela 3.1 Responsáveis pelo gerenciamento dos diferentes tipos de resíduo

<b>Resíduo</b>	<b>Responsável</b>
domiciliar	Prefeitura
comercial	Prefeitura*
público	Prefeitura
industrial	gerador
portos, aeroportos e terminais alfandegados	gerador
construção civil	gerador
agrícola	gerador (agricultor)
serviços de saúde	gerador

(\*) A Prefeitura é responsável por quantidades pequenas de acordo com legislação municipal específica  
 Fonte: IPT/CEMPRE (2000)

Segundo o IBAM (2003), a coleta e o transporte do resíduo sólido domiciliar produzido em imóveis residenciais, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio são, em geral, efetuados pelo órgão municipal encarregado da limpeza urbana. Para estes serviços podem ser usados recursos próprios da prefeitura, de empresas sob contrato de terceirização ou sistemas mistos, como o aluguel de veículos e a utilização de mão-de-obra da prefeitura. Sendo que o resíduo dos “grandes geradores” deve ser coletado por empresas particulares, cadastradas e autorizadas pela prefeitura. Ressalte-se que a prefeitura pode cobrar para efetuar a retirada do resíduo de grandes geradores.

Para Mansur e Monteiro (2006), a Prefeitura ou o órgão fiscalizador do serviço deverá regulamentar o tipo de resíduo a ser removido pelo serviço de coleta. Geralmente são coletados os seguintes tipo de resíduo:

- domiciliar;
- de grandes estabelecimentos comerciais;
- industrial (com características doméstica);
- animais mortos;
- folhas e pequenos arbustos de jardins particulares; e,
- resíduo volumoso, como: móveis, veículos abandonados e material de demolição. Estes necessitam de um serviço especial para retirada, devendo, portanto, ser cobrado do usuário.

Conforme FUNASA (2006), os diversos tipos de serviços de coleta de resíduo sólido urbano são classificados da seguinte forma:

- coleta domiciliar: compreende a coleta do resíduo sólido doméstico e de estabelecimentos comerciais;
- coleta de feiras livres, praias, calçadas e estabelecimentos públicos;
- coleta de resíduo de serviços de saúde;
- coleta especial: contempla o resíduo não recolhido pela coleta regular;
- coleta seletiva: visa a recolher o resíduo segregado na fonte. Este tipo de coleta está relacionado com programas de reciclagem e executado por um plano específico; e,
- coleta de estabelecimentos industriais, deve ser diferenciada da regular e especial.

Segundo Teixeira (2003), a FIG. 3.1, apresenta em síntese os diferentes sistemas de coleta de resíduo sólido urbano.

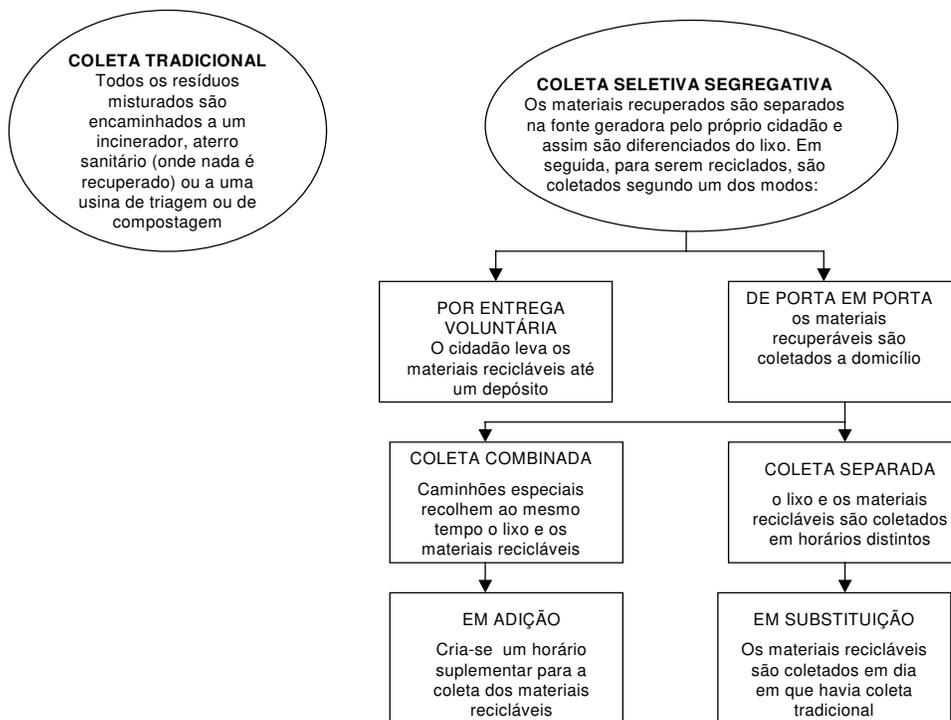


Figura 3.1: Diferentes sistemas de coleta de resíduo sólido urbano  
 Fonte: Teixeira (2003)

A coleta do resíduo sólido urbano realizada pelos serviços de limpeza urbana, além da coleta tradicional do resíduo doméstico, modalidade mais conhecida pela população, apresenta diversas outras modalidades de coleta, tais como: coleta de feiras livres, praias, especial, seletiva, etc; dependendo de como se organizam os serviços.

Dentre estas modalidades, no subitem 3.5.2 será abordada a coleta seletiva.

### 3.5.2 Coleta Seletiva

Segundo CEMPRE (1999), coleta seletiva de resíduo é um sistema de recolhimento de material reciclável, tais como papel, plástico, vidro, metal e orgânico, previamente segregado na fonte geradora.

De acordo com IPT/CEMPRE (2000), coleta seletiva é a separação na fonte pelo gerador (população), com posterior coleta do material separado.

Como se pode notar, as duas definições apresentam divergências, a segunda inclui na coleta seletiva a separação efetuada na fonte geradora, o que extrapola a atividade de coleta. A coleta seletiva deve abranger apenas a coleta do material segregado previamente, tal como definido por CEMPRE (1999).

Ainda, a coleta seletiva é comumente confundida com o processo de reciclagem, mas a coleta é apenas uma das formas de se fornecer matéria prima aos processos de reciclagem, a outra possibilidade de fornecimento são as usinas ou unidades de triagem. Já a reciclagem é o processo de aproveitamento do resíduo como matéria prima.

As vantagens proporcionadas por programas de coleta seletiva, segundo CEMPRE (1999), são:

- redução de custos com a disposição final do resíduo sólido;
- aumento da vida útil do aterro sanitário;
- diminuição de gastos com remediação de áreas degradadas pelo mal acondicionamento do resíduo sólido;
- educação/conscientização ambiental da população;
- diminuição de gastos gerais com limpeza pública, considerando-se que o comportamento de comunidades educadas/conscientizadas ambientalmente traduz-se em necessidade menor de intervenção do estado;
- melhoria das condições ambientais e de saúde pública do município;
- geração de empregos diretos e indiretos, com a ampliação das atividades das indústrias recicladoras já existentes e instalações de novas; e,
- resgate social de indivíduos, através da criação de associações/cooperativas de catadores ou mesmo através do trabalho autônomo de catação.

De acordo com Grupo do Lixo (1999), o lixo domiciliar tem, aproximadamente, a seguinte composição em massa:

- 50% de orgânico;
- 30% de recicláveis; e,
- 20% de rejeitos.

Com relação ao resíduo sólido urbano coletado no município de Campinas, Streb (2001) estima que 41% seja passível de reciclagem.

Para MAGERA (2003), o resíduo sólido urbano no Brasil, apresenta a seguinte composição gravimétrica:

- 60% de matéria orgânica;
- 30% de resíduos secos; e,
- 10% de resíduo inaproveitável.

O IPT/CEMPRE (2000) relaciona mais algumas vantagens da coleta seletiva:

- preservação de recursos naturais;
- economia de energia; e,
- diminuição de impactos ambientais.

Segundo CEMPRE (1999), antes de se iniciar qualquer projeto que envolva coleta, reciclagem e/ou tratamento do resíduo, a exemplo da coleta seletiva, é importante obter um “Raio X” do resíduo, ou seja, avaliar qualitativamente e quantitativamente o perfil do resíduo sólido gerado em diferentes pontos do município em questão. Esta caracterização permitirá estruturar melhor todas as etapas do projeto.

Para o IPT/CEMPRE (2000), as modalidades de coleta seletiva são:

- a) porta-a-porta: assemelha-se ao processo clássico de coleta normal de resíduo;

- b) posto de entrega voluntária (PEV) ou Local de entrega voluntária (LEV): são contêineres ou pequenos depósitos, colocados em pontos fixos no município, onde o cidadão, espontaneamente, deposita;
- c) postos de troca: local no qual o cidadão entrega o material reciclável, trocando-o por algum benefício, que pode ser alimento, vale-transporte, vale-refeição, etc.; e,
- d) catadores: coletam nas ruas através da coleta tradicional (lixeiros) ou da segregação prévia e em lixões.

Após coletado, o material reciclável é encaminhado para barracões/galpões de triagem, onde é separado/classificado, picotado, lavado, prensado, etc; agregando-se valor a este material, que posteriormente é vendido a sucateiros ou recicladores finais.

De acordo com CEMPRE (1999), a coleta seletiva deve estar baseada no tripé:

- a) tecnologia: para efetuar a coleta, separação e reciclagem;
- b) mercado: para absorção do material recuperado; e ,
- c) conscientização: para motivar o público alvo.

Para CEMPRE (2007), no Brasil 327 municípios possuíam programas de coleta seletiva no ano de 2.006, com grande concentração nas regiões sul e sudeste. Destes programas 43,5% tem relação com cooperativas de catadores. A composição gravimétrica média destes 327 programas é a seguinte:

- papel e papelão: 38%;
- plástico: 20%;
- vidro: 14%
- rejeito: 11%;
- metais: 9%;
- diversos: 5% (baterias, pilhas, borracha, madeira, etc.);
- longa vida: 2%; e,
- alumínio: 1%.

De acordo com a mesma fonte, o custo médio da coleta seletiva em 2006, era de US\$ 151,00 por tonelada (US\$ 2,15), ou seja, cinco vezes o custo da coleta normal. Este custo vem decaindo ano a ano, conforme se pode constatar a seguir:

- em 1994: 10 vezes;
- em 1999: 8 vezes;
- em 2002: 6 vezes; e,
- em 2006: 5 vezes.

As universidades, além de difundirem o conhecimento acadêmico, também devem ter a preocupação de implantarem em seus campi universitários, programas de minimização de resíduo, incluindo o de coleta seletiva.

### **3.5.3 Resíduo sólido em Campus Universitário**

Para Araújo (2002, p.142), quanto à situação da gestão de resíduos em universidades públicas brasileiras,

“elas reconhecem a importância e a necessidade da implantação de programas de gestão dos resíduos de seus campi universitários, mas devido a falta de apoio administrativo de suas instituições aliado a falta de recursos financeiros, os programas não passam das duas primeiras etapas de elaboração do programa, ou seja, diagnóstico e estudos.”

De acordo com Dias (2003), o resíduo sólido gerado em ambientes universitários engloba o resíduo sólido urbano, industrial e de serviços de saúde. setor de limpeza e manutenção.

### **3.5.3.1 “Projeto Reciclar/ASBEN” Coleta Seletiva no Campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV)**

De acordo com UFV (2007a), o recolhimento e venda do papel descartado no Campus da Universidade Federal de Viçosa constitui uma tradição desde a década de 1970. Dada a importância educacional, ambiental e social da Coleta Seletiva de Lixo, foi oficialmente implantado no Campus, a partir de 1995, o Projeto Reciclar/ASBEN, para ampliar e organizar a participação da Comunidade Universitária na Coleta Seletiva de Lixo. Em 1996 foi construído um galpão de 100 m<sup>2</sup>, financiado pela ASBEN e Pró-Reitoria de Assuntos Comunitários, destinado à triagem, enfardamento e armazenamento de material reciclável. Durante os anos subsequentes, o Projeto Reciclar vêm expandindo gradativamente sua atuação no Campus da Universidade, procurando atingir todos os departamentos, prédios, locais, alojamentos, salas, informando e conscientizando a comunidade universitária sobre a importância educacional, ambiental e social da Coleta Seletiva de Lixo. No início eram coletados apenas as aparas de papel branco e o papelão descartados no Campus, que eram comercializados em pequena escala. Com a construção do Galpão, passaram a ser coletados não só todos os tipos de papel como também plástico, vidro e metal, dentre outros materiais recicláveis.

Para UFV (2007b), em 2006 foram coletadas mais de 100 toneladas de material reciclável. O percentual de coleta de material reciclável do programa é de, aproximadamente, 12% em relação ao resíduo comum total gerado no Campus. Porém, estima-se que mais de 50% do material potencialmente reciclável, ainda seja descartado junto com o resíduo comum.

Na FIG. 3.2, pode-se observar a evolução do papel coletado no Programa Reciclar/ASBEN da UFV.

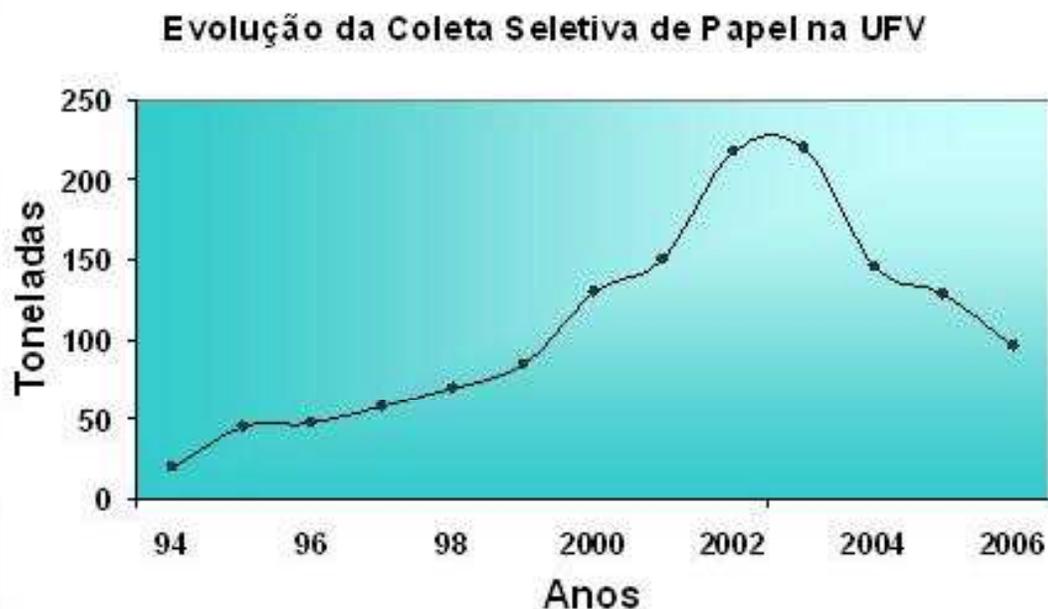


Figura 3.2 Evolução da coleta seletiva de papel na UFV

Fonte UFV (2007b)

Como se pode observar o Programa Reciclar/ASBEN vem sofrendo uma redução na quantidade de material reciclável, a partir do ano de 2002. Conforme UFV (2007b), o projeto em 2007 passou por um processo de revitalização e reorganização de suas atividades, desenvolvendo temas ligados à educação ambiental, sistematização e reimplantação da coleta seletiva em prédios e nos alojamentos da UFV.

### **3.5.3.2 Programa “Coleta seletiva e reaproveitamento do lixo gerado na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)”**

De acordo com Nunesmaia (1997), desde, 1992 na UEFS o Programa “Coleta seletiva e reaproveitamento do lixo gerado no Campus” tem como principal objetivo encontrar soluções alternativas, viáveis e de baixo custo para o resíduo gerado no Campus e como meta servir de referência para a região de Feira de Santana.

Segundo o mesmo autor, referente à implantação da coleta seletiva foram instaladas no Campus Universitário, lixeiras coloridas com o código de cores e adesivos explicativos, sendo que o material foi separado em:

- papel (destinado à oficina de papel);
- plástico, vidro e metal (que seguem para as baias de armazenamento);
- orgânico (transportado para a área de compostagem);
- patogênico constituído de resíduo dos Laboratórios de Odontologia, Enfermagem e Biologia (coletado e encaminhado ao aterro sanitário da cidade); e,
- aterro composto por resíduo não reciclável (coletado e encaminhado ao aterro sanitário da cidade);

Pode-se observar na TAB. 3.2, o resíduo sólido gerado e o resíduo reciclável coletado na UEFS de 1994 a 2001 e, que o percentual de material reciclável coletado pelo Programa de coleta seletiva e reaproveitamento do lixo na UEFS, vem reduzindo ano a ano. De acordo com Dias (2003), isto pode ser reflexo da redução das atividades educacionais e de divulgação do projeto, o que pode ter levado ao descarte incorreto de resíduo pela comunidade.

Tabela 3.2 Resíduo sólido gerado e resíduo reciclável coletado na UEFS de 1994 a 2001

Resíduo	Ano							
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
resíduo sólido gerado (kg)	30.333	37.217	48.950	51.348	61.077	86.403	131.420	150.972
resíduo reciclável coletado (kg)	16.809	17.457	24.723	25.812	30.281	40.295	40.154	41.810
resíduo reciclável coletado (%)	55,42	46,91	50,51	50,27	49,60	46,64	30,55	27,69

Fonte: Relatórios anuais EEA/UEFS apud DIAS (2003)

A coleta seletiva seguida da reciclagem é uma das opções de minimização do resíduo sólido urbano. Por possuir uma complexidade maior que a da coleta comum, possui um custo operacional superior a esta, pois geralmente na obtenção do custo final dos programas de coleta seletiva, dificilmente são contabilizados os ganhos ambientais e sociais dos mesmos. Se isto ocorresse, provavelmente, passaria a viabilizar significativamente os programas. Uma das questões mais significativas da coleta seja qual for sua modalidade é a freqüência e a regularidade com que é efetuada, o que é exposto no subitem 3.5.4.

### 3.5.4 Freqüência da Coleta

De acordo com o IPT/CEMPRE (2000), em geral, a restrição econômica dos municípios é um dos fatores determinantes da freqüência da coleta de resíduo sólido urbano. Quanto maior a freqüência, maior o custo total do serviço.

Para os mesmos autores, em áreas geradoras de muito resíduo, como regiões comerciais, calçadões e áreas de pedestres ou praias com grande fluxo de pessoas, a freqüência de coleta deve ser no mínimo diária, de forma a evitar a acumulação do resíduo. Já em áreas residenciais com baixa densidade populacional, ou que a geração de resíduo per capita seja baixa, a freqüência da coleta de resíduo não necessita ser

diária, podendo ocorrer em dias alternados (dia sim, dia não), inclusive em feriados, com folga somente aos domingos ou apenas duas vezes por semana.

Segundo Mansur e Monteiro (2006), a frequência semanal de coleta pode ser:

- diária (exceto domingo): ideal para o usuário, pois não precisa guardar o lixo por mais de um dia;
- três vezes: ideal para o sistema, considerando-se a relação entre custo e benefício; e,
- duas vezes: o mínimo admissível sob o ponto de vista sanitário, para países com clima tropical.

Normalmente, em função das características de cada local de coleta, busca-se um equilíbrio entre o ideal, que seria a coleta diária e a realidade orçamentária dos municípios, respeitando-se sempre quesitos sanitários. Outro fator que depende, também, das características da coleta é o do horário da mesma, que será abordada no subitem 3.5.5.

### **3.5.5 Horário da coleta**

Os horários de coleta podem ser diurnos e noturnos. A etapa da coleta apresenta grande complexidade operacional. Após esta etapa o resíduo coletado é encaminhado para tratamento e/ou disposição final.

Na TAB. 3.3, apresentam-se os aspectos positivos e negativos de cada horário.

Tabela 3.3: Aspectos positivos e negativos da coleta diurna e noturna

Diurna		Noturna	
Positivos	Negativos	Positivos	Negativos
é a mais econômica (*2)	Interfere no trânsito de veículos (*2)	menor interferência em áreas de circulação intensa de veículos e pessoas (*1)	ruído produzido, em função do manuseio de recipientes e compactação do lixo (*1)
Possibilita melhor fiscalização do serviço (*2)	Maior desgaste dos coletores em regiões de climas quentes, com a conseqüente redução da produtividade (*2)	maior produtividade dos veículos de coleta, pela maior velocidade média dos mesmos (*1)	trajeto vias estreitas, não pavimentadas ou com buracos pode aumentar o risco de acidentes com os veículos (*1)
		o lixo não fica à vista das pessoas durante o dia (*2)	percursos por vias mal iluminadas podem contribuir para aumentar o risco de acidentes com os coletores (*1)
			aumenta a parcela de encargos sociais e trabalhistas incidentes sobre a folha de pagamento do pessoal de coleta (*1)
			dificulta a fiscalização (*2)
			ruído produzido, em função do manuseio de recipientes e compactação do lixo (*1)

Fonte: \*1 IPT/CEMPRE (2000)

\*2 Mansur e Monteiro (2006)

## 3.6 Tratamento e disposição final de resíduo sólido urbano

São formas de tratamento e disposição do resíduo sólido urbano:

### 3.6.1 Lixão

O IPT/CEMPRE (2000) define lixão como uma forma inadequada de disposição final de resíduo sólido urbano, que se caracteriza pela simples descarga de resíduo a céu aberto ou em vazadouro.

Para Fonseca (2001), lixão resume-se pura e simplesmente, em dispor o lixo no solo, a céu aberto, sem nenhuma forma de tratamento.

O resíduo, assim disposto, acarreta problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc), geração de odores e, principalmente, poluição pelo chorume do solo e das águas subterrânea e superficial. Acrescente-se, a esta situação, o total descontrole dos tipos de resíduos recebidos nestes locais, verificando-se, até mesmo, a disposição de despejos originados de serviços de saúde e de indústrias. Comumente, estão associados aos lixões a criação de animais e a presença de pessoas (catadores). O lixão ainda é a principal forma de descarte do resíduo sólido domiciliar coletado no Brasil. Este fator é de grande preocupação, pois, esta forma de descarte gera enormes problemas de ordem ambiental, sobretudo, de poluição de lençóis freáticos pelo chorume e de saúde pública, em função dos micros e macros vetores que aí se proliferam (micróbios, baratas, ratos, etc). De acordo com o IBGE (2000), do total do resíduo coletado no Brasil 30,5% são dispostos em lixões.

### **3.6.2 Aterro Controlado**

Como citado por Valente e Grossi (1999), o aterro controlado diferencia-se dos lixões, apenas, pelo fato do lixo não ficar exposto a céu aberto, cobrindo-o com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho. Não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade da água subterrânea) e não possui sistemas de drenagem de chorume e de captação do biogás gerado.

De acordo com FEAM (2007), o aterro controlado é um método de disposição final de resíduo sólido que utiliza alguns princípios de engenharia para confinar o

resíduo sólido, cobrindo-o com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. Esse método produz poluição, porém localizada, já que a área de disposição é reduzida devido ao confinamento do resíduo. Trata-se de um método preferível ao lixão, mas de qualidade bastante inferior ao aterro sanitário.

Como se pode notar, o aterro controlado é um método de disposição menos impactante que o lixão, pois possui a vantagem do controle de alguns vetores de saúde pública (ratos, baratas, etc.). Porém, por não possuir nenhum tipo de impermeabilização de solo e coleta do chorume gerado, nem tampouco de coleta de gases gerados, constituindo-se em foco de poluição do lençol freático (pelo chorume) e de poluição atmosférica (pelos gases gerados). Assim, também é uma forma inadequada de disposição de resíduo sólido. Segundo IBGE (2000), do total de resíduo comum coletado no Brasil 22,3% é disposto em aterro controlado.

### **3.6.3 Aterro Sanitário**

Segundo TEIXEIRA (2000), aterro sanitário é uma forma de disposição do resíduo sólido urbano, mas é, também, uma forma de tratamento da matéria orgânica presente no resíduo sólido, uma vez que a degrada completamente.

De acordo com a mesma autora, para que um aterro possa ser considerado como sanitário tem que apresentar as seguintes características:

- impermeabilização de fundo e laterais;
- drenagem e tratamento de chorume;
- drenagem e tratamento de gases;
- drenagem de águas pluviais;
- compactação; e,

- cobertura diária do resíduo.

Conforme CETESB (2005), aterro sanitário é o aterro para resíduo urbano com pré-requisitos de ordem sanitária e ambiental. Deve ser construído de acordo com técnicas definidas, como: impermeabilização do solo para que o chorume não atinja os lençóis freáticos, contaminando as águas; sistema de drenagem para chorume, que deve ser retirado do aterro sanitário e depositado em lagoa próxima para ser tratado ou encaminhado para tratamento externo; sistema de drenagem de tubos para gases, principalmente o gás carbônico, o gás metano e o gás sulfídrico, pois, se isso não for feito, o terreno fica sujeito a explosões e deslizamentos.

O aterro sanitário é um método de engenharia seguro de disposição e de tratamento da parte orgânica do resíduo sólido doméstico. A grande limitação de sua aplicação deve-se ao fato de que necessita de uma área significativa para operar e, na maioria dos grandes centros urbanos, em função da expansão imobiliária, apresenta um custo elevado de aquisição ou desapropriação, por parte da administração pública.

### **3.6.4 Compostagem**

Segundo Teixeira e Bidone (1999), compostagem é o método para decomposição do material orgânico putrescível existente no resíduo sólido urbano, sob condições adequadas, de forma a se obter um composto orgânico (húmus) para utilização na agricultura.

Para Pereira Neto (2006), compostagem é um processo biológico, aeróbio e controlado, de transformação de resíduo orgânico em húmus, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos envolvendo necessariamente duas fases

distintas, sendo a primeira de degradação ativa (necessariamente termofílica) e a segunda de maturação ou cura, onde é obtido o composto orgânico curado.

De acordo com MAPA (2007), fertilizante orgânico é o produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processo, físico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matéria-prima de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecida ou não com nutrientes minerais.

De acordo com o mesmo órgão, o composto do resíduo comum, para ser classificado como fertilizante orgânico composto, deve atender às seguintes condições:

- umidade (máx.): 50%;
- N total (mín.): 1
- Carbono orgânico (mín.): 15
- CTC: conforme declarado;
- pH (mín): 6,5;
- relação C/N (máx.): 18/1;
- relação CTC/C (mín.): 20; e,
- soma NPK, NP, NK e PK: conforme declarado.

A compostagem é uma excelente opção para o aproveitamento da fração orgânica do resíduo sólido urbano. E com a regulamentação por parte do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o composto, desde que atenda a determinados condicionamentos, já pode ser considerado como fertilizante orgânico, o que pode vir a incentivar a sua utilização por parte dos agricultores.

### 3.6.5 Incineração

Para Teixeira (2000), incineração é a queima de material em alta temperatura (geralmente acima de 900°C e recomendável a 1.200°C), em mistura com uma quantidade apropriada de ar e durante um tempo pré-determinado. Os compostos orgânicos são reduzidos a seus constituintes minerais: dióxido de carbono e vapor d'água e a sólidos inorgânicos (cinzas). É um processo de redução de peso e volume do resíduo através de combustão controlada.

De acordo com a mesma autora, a incineração tem sido muito criticada, por ser um processo poluidor. Porém, o conceito moderno de incineração é o de um “sistema de incineração”, onde além do forno há um tratamento dos gases gerados, um tratamento das águas contaminadas (se existirem) pelo tratamento dos gases e um tratamento e/ou disposição adequada dos lodos provenientes do tratamento das águas contaminadas e das cinzas e escórias. Atendendo-se assim, a todos os padrões ambientais.

Segundo FUNASA (2006), a incineração é um processo de oxidação a alta temperatura, com a queima dos gases entre 1.000°C a 1.450°C, no tempo de até quatro segundos, devendo ocorrer em instalações bem projetadas e corretamente operadas, onde há a transformação de materiais e a destruição dos microrganismos do resíduo sólido, visando à redução do seu volume para 5% do seu peso e para 10% a 15% dos volumes iniciais.

A incineração é um processo que reduz drasticamente o volume inicial do resíduo sólido domiciliar, além de permitir a recuperação energética, através da geração de energia elétrica ou vapor. Porém, é um processo sofisticado que exige mão de obra

especializada, sistemas de controle de poluição e de recuperação de energia; tendo um custo elevado, quando comparado a outros métodos de tratamento, como o aterro sanitário. Assim, sua utilização é indicada para situações específicas, as quais apresentem dificuldade na construção de aterro sanitário, em função da não existência de área disponíveis, a preços exequíveis.

### **3.6.6 Usinas/Unidades de Triagem e Compostagem**

Segundo IPT/CEMPRE (2000), as usinas de triagem são usadas para a separação do material reciclável do resíduo proveniente da coleta e transporte usual. Conjuntamente com a usina de triagem, é comum existir a compostagem da fração orgânica do resíduo, uma vez que esta última requer uma separação prévia. Como no caso da coleta seletiva, deve haver um mercado para o material separado, tanto orgânico quanto inorgânico.

De acordo com Eigenheer, Ferreira e Adler (2005), as usinas de triagem e compostagem têm como foco principal o aproveitamento em larga escala da matéria orgânica do resíduo doméstico, precedido de uma triagem visando à reutilização e à reciclagem de outros componentes.

Para Pereira Neto (2006) as usinas de triagem e compostagem são assim denominadas em função da grande quantidade de equipamentos eletromecânicos utilizados em sua operação, originários dos projetos pioneiros implantados no Brasil, oriundos de países com carência de mão-de-obra, que assim necessitavam destes equipamentos.

Porém, como o Brasil não possui esta carência de mão-de-obra, já existem projetos nacionais mais simplificados e adaptados à nossa realidade. Desta forma, Pereira Neto (2006) sugere a mudança da denominação de usinas para unidades de triagem e compostagem, quando ocorrer do processo não ser intensivo em equipamentos eletromecânicos e sim em mão-de-obra.

O material originário das usinas/unidades de triagem e compostagem, composto orgânico e recicláveis, em função do processo de seleção, no qual o resíduo sólido urbano é coletado de forma convencional, todo misturado e compactado, apresenta qualidade inferior ao produzido através de coleta seletiva.

### **3.6.7 Reciclagem**

Teixeira e Bidone (1999) descrevem reciclagem como sendo o processo através do qual o resíduo retorna ao sistema produtivo como matéria prima. Pode ser considerada como uma forma de tratamento de parte do resíduo sólido gerado. Este retorno ao processo produtivo pode ser de forma artesanal ou industrial.

Para Calderoni (2003), reciclagem aplicada a resíduo sólido domiciliar designa o reprocessamento de material de sorte a permitir, novamente, sua utilização. Trata-se de dar aos descartes uma nova vida. Neste sentido, reciclar é “ressuscitar” material, permitir que outra vez seja aproveitado.

De acordo com IBAM (2003), denomina-se reciclagem à separação de material do resíduo domiciliar, tais como: papel, plástico, vidro e metal, com a finalidade de trazê-lo de volta à indústria para ser beneficiado.

O processo de reciclagem não está somente associado à produção industrial, mas sim ao retorno do resíduo, como matéria prima, ao sistema produtivo, seja ele efetuado de forma industrial ou não. A matéria prima reciclada encontra grande dificuldade de aceitação em determinados processos industriais, em função da dificuldade em se garantir seu fornecimento de forma contínua, a manutenção de sua qualidade, a concorrência com matéria prima virgem subsidiada, da falta de legislação que incentive sua utilização; em suma, de um mercado que garanta seu fornecimento de forma contínua, com preço competitivo e com qualidade.

### **3.6.8 Conversão biológica do resíduo sólido urbano com recuperação de energia**

De acordo com Lima (1995), os métodos biológicos para a produção de combustíveis a partir do resíduo sólido baseiam-se no rendimento da atividade microbiana, principalmente, de bactérias anaeróbias que, através de seu metabolismo, transformam a matéria orgânica em produtos combustíveis, como o gás metano e o hidrogênio.

Segundo o mesmo autor, a conversão biológica do resíduo sólido em combustível gasoso, pode ser realizada por dois processos. Digestão anaeróbia em sistemas controlados (biodigestores) e digestão anaeróbia em aterros sanitários. Este processo deve ser precedido de estudo de viabilidade técnica e econômica.

Outra questão a ser analisada, no tocante à viabilidade da utilização de gases de aterro sanitário na recuperação energética, diz respeito ao Protocolo de Quioto, que foi recentemente implantado. De acordo com WWF (2005), este protocolo é um dos itens da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. O protocolo prevê que os países industrializados reduzam suas emissões de gases de efeito estufa em, pelo menos, 5% em relação aos níveis de 1990, no período entre 2008 e 2012. Um dos objetos previstos pelo protocolo são os MDL (mecanismos de desenvolvimento limpo),

que são projetos destinados à redução das emissões de gases formadores do efeito estufa para a atmosfera. Categoria na qual o metano gerado em aterro sanitário é um dos mais nocivos elementos e que causa o aumento da temperatura global.

O planejamento e a operacionalização de um serviço de limpeza urbana, como se pode observar é de extrema complexidade e, caso este planejamento não seja elaborado, levando em consideração os fatores determinantes dos serviços, os resultados operacionais, sanitários, ambientais e econômicos, não serão satisfatórios, conforme exposto no item 3.7.

### **3.7 Planejamento do sistema de coleta**

Conforme Mansur e Monteiro (2006), planejar a coleta consiste em agrupar informações sobre as condições de saúde pública, a capacidade técnica do órgão que prestará o serviço, as possibilidades financeiras do município, as características da cidade e os hábitos e as reivindicações da população, para então discutir a maneira de tratar tais fatores e definir os métodos que foram julgados mais adequados.

Os tópicos a serem considerados no planejamento de um sistema de coleta de resíduo sólido urbano são:

- dados sobre população total urbana, quantidade média de moradores por residência e, caso houver, o número expressivo de moradores temporários (MANSUR e MONTEIRO, 2006);
- definição das zonas de ocupação da cidade. As áreas delimitadas em mapas devem indicar os usos predominantes, concentrações comerciais, setores industriais, áreas de difícil acesso e/ou de baixa renda (MANSUR e MONTEIRO, 2006);
- costumes da população, onde deverão ser destacados os mercados e feiras livres, exposições permanentes ou em certas épocas do ano, festas

religiosas e locais preferidos para a prática de lazer (MANSUR e MONTEIRO, 2006);

- as características topográficas e o sistema viário urbano. Registrados em mapas, deverão caracterizar o tipo de pavimentação das vias, declividade, sentido e intensidade de tráfego (MANSUR e MONTEIRO, 2006); e,
- capacidade e o número de veículos coletores (TEIXEIRA, 2003).

O planejamento é uma fase fundamental de um Serviço de Limpeza Urbana, pois nele toda operacionalização do sistema será definida e, caso o planejamento não seja efetuado respeitando todas as peculiaridades dos serviços abordados, os resultados não serão eficientes, tanto em relação à operacionalização quanto aos custos do sistema. No planejamento, a busca de ferramentas, que levem a um gerenciamento integrado dos resíduos, deve ser uma busca incessante por parte dos órgãos da administração pública, conforme exposto no item 3.8.

### **3.8 Gerenciamento Integrado de Resíduo Sólido Urbano**

De acordo com Cetesb (1997), “estudos sobre resíduos sólidos devem ser conduzidos semelhantemente aos casos de problemas com abastecimento de água, esgoto e outros problemas de engenharia. Há necessidade de um planejamento adequado, respeitando as condições regionais e locais, identificando o volume de produção, suas características, sua composição, projeções futuras, dimensionamento dos serviços de remoção, destinação final, equipamentos, serviços de manutenção e conservação”.

Segundo Lima (apud FERRUCIO, 1996), um sistema de gerenciamento integrado para tratamento de resíduo sólido urbano é aquele que engloba as seguintes condições:

- a) a produção de resíduo, incluindo sua minimização na origem;
- b) o seu manejo e as condições existentes de tratamento e disposição final; e,
- c) a contemplação de todos os tipos de resíduos gerados, aproveitando-os e tratando-os.

De acordo com Lima (apud FERRUCIO, 1996), o gerenciamento integrado de resíduo sólido urbano possui como base o princípio da descarga zero, causando o menor impacto no ambiente. Este princípio envolve mecanismos que visam à minimização do resíduo na origem, no tratamento e no seu destino final.

Conforme Lima (apud FERRUCIO, 1996), existem três formas de abordagem para o sistema de tratamento de resíduo sólido urbano: tradicional, ecológico e inovativa ou integrada:

- a) Tradicional: analisa a problemática apenas do ponto de vista da coleta e destino final do material. Não considera sua geração. Procura resolver o problema, apenas, com uma única forma de destino final para o resíduo (aterro, incineração ou compostagem). Desconsidera a heterogeneidade e o potencial da massa de resíduo. Acredita-se que, existindo disponibilidade de recursos, há solução para o resíduo, não considerando o histórico da geração. Este método foi bastante difundido porque diminui o contato da comunidade com o resíduo, eximindo-os de qualquer responsabilidade quanto à sua geração e a possíveis degradações ambientais oriundas de sua disposição final. Por não fazer nenhuma distinção quanto à fonte geradora ou ao método de tratamento, o resíduo é coletado por um veículo de compartimento único e disposto em um único local;
- b) “Ecológica”: tem como foco o tratamento do resíduo sólido urbano em sua origem. Considera que todo o resíduo gerado pode ser reutilizado ou reciclado. Para isto, deve ser segregado na sua origem. Tem por objetivo a

conscientização para a problemática aliada à recuperação de energia e matérias-primas secundárias. Vai contra os métodos tradicionais de tratamento de resíduo, como aterro sanitário e incineração, porque se supõe que, se todo tipo de resíduo é segregado durante sua geração, não há resíduo para ser tratado, pois todo o resíduo pode ser reutilizado ou reciclado. A única forma aceita pelos “ecologistas” é a compostagem, a qual, consideram, é uma forma de reciclagem da matéria orgânica. Como na visão tradicionalista, não enfoca a questão das áreas já degradadas; e,

- c) Inovativa ou Integrada: considera a problemática sob todos os prismas: geração, manejo e tratabilidade. Procura a máxima segregação do material existente no resíduo, no momento de sua geração, através de um manejo sistematizado. Este modelo possibilita um tratamento adequado para cada tipo de material segregado, mesmo em sistema de gerenciamento complexo, proporcionando a possibilidade de recuperação energética. O sistema integrado baseia-se na visão inovativa, uma vez que a geração deverá ser sistematizada na origem e cada resíduo segregado deverá ter um manejo e tratamento final mais adequado. Deve-se observar que o tratamento final mais adequado para um determinado resíduo, em um local, pode ser diferente do tratamento final do mesmo resíduo em outro local, com características diferentes.

Para Teixeira e Bidone (1999), gerenciamento integrado de resíduo sólido é o conjunto de ações que envolvem desde a geração do resíduo, seu manejo, coleta, tratamento e disposição, dando a cada tipo de resíduo atenção especial. Assim, cada tipo de resíduo terá, no gerenciamento integrado de resíduo sólido, seu tratamento e disposição mais adequado.

De acordo com Teixeira (2000), somente a partir do final da década de 80, do século XX, é que aparece a preocupação com o resíduo sólido, de forma ampla, buscando não só o tratamento e/ou disposição de um determinado tipo de resíduo. É quando surge a visão inovativa ou integrada, onde se passa a dar a cada tipo de

resíduo um tratamento mais adequado, surgindo os sistemas integrados de gerenciamento de resíduo sólido ou GIRS.

Para o IPT/CEMPRE (2000), o gerenciamento integrado do resíduo sólido urbano é um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve (com base em critérios sanitários, ambientais e sócio-econômicos) para coletar, segregar, tratar e dispor o resíduo sólido de sua cidade.

De acordo com o IBAM (2003), Gerenciamento Integrado de Resíduo Sólido Urbano é, em síntese, o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil, com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição final do resíduo, o asseio da cidade, levando em consideração as características das fontes de produção, o volume e os tipos de resíduos – para cada tipo de resíduo, deve ser dado tratamento diferenciado e disposição final técnica e ambientalmente corretas, levando-se, também, em consideração as características sociais, culturais e econômicas dos cidadãos e as peculiaridades demográficas, climáticas e urbanísticas locais.

Conforme Wilson (2004), é fundamental que um modelo de gerenciamento de resíduo direcione-se pela hierarquização dos 3R, formato que, atualmente, é consenso entre os países da União Européia e que passou a ser adotado no final da década de 70, do século XX, quando da implantação do segundo Programa Ambiental da União Européia. Segundo este modelo, inicialmente, evita-se ao máximo a geração de resíduo, não sendo possível evitar-se esta geração, então, procura-se através de programas de minimização, obter-se quantidades mínimas de resíduo, procurando-se assim, diminuir ao mínimo possível, a quantidade e a periculosidade do resíduo a ser disposto.

A busca por parte dos serviços de limpeza urbana pelo gerenciamento integrado de resíduo é uma garantia de excelência na prestação dos serviços, por parte das cidades. Dentro desta busca, os projetos de minimização de resíduo são peças fundamentais para que se atinja o gerenciamento integrado, como pode ser observado no item 3.9.

### **3.9 Resíduo Sólido Urbano: Minimização**

Como se pode notar no item 3.8, a minimização de resíduo é necessária à implementação de programas de gerenciamento integrado. A minimização engloba a redução na fonte, a reutilização, a reciclagem e a recuperação energética.

Teixeira e Bidone (1999), ressaltam que a minimização diminui a quantidade de resíduo a ser disposta adequadamente, bem como, seu potencial de contaminação.

Segundo MMA (2006), na Agenda 21, em seu Capítulo 21, o manejo ambientalmente saudável do resíduo sólido urbano deve ir além do simples depósito ou aproveitamento por métodos seguros do resíduo gerado e buscar resolver a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo. Isso implica na utilização do conceito de manejo integrado do ciclo vital, o qual apresenta oportunidade única de conciliar o desenvolvimento com a proteção do ambiente.

Em conseqüência, a estrutura da ação necessária deve se apoiar em uma hierarquia de objetivos e centrar-se nas quatro principais áreas de programas relacionadas com o resíduo, a saber:

- a) redução ao mínimo do resíduo;
- b) aumento ao máximo da reutilização e reciclagem ambientalmente saudáveis do resíduo;

- c) promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudáveis do resíduo; e,
- d) ampliação do alcance dos serviços que se ocupam de resíduo.

Segundo Teixeira e Bidone (1999), a redução na fonte e/ou origem é a redução de resíduo devido à sua não geração. Sua realização pode ser por meio de alterações de hábitos, processos e/ou material ou, ainda, por meio de opções ao adquirir produtos.

Ainda, segundo os mesmos autores, a reutilização consiste no aproveitamento do material nas condições em que é descartado, submetendo-o a pouco ou nenhum tratamento, exigindo apenas operações de limpeza, colocação de etiquetas, entre outras, como é o caso de reutilização de caixas, tambores e garrafas de vidro.

De acordo com Teixeira (2000), reciclagem é o processo através do qual o resíduo retorna ao sistema produtivo como matéria prima.

De acordo com o CEMPRE (1999), cita-se algumas dicas para redução, reutilização e reciclagem:

a) reduzir:

- organizar as etapas de descarga e estoque;
- pesquisar e desenvolver novos produtos/processos;
- regulagem/manutenção de máquinas e equipamentos;
- evolução do “ecodesign” de produtos;
- estruturar cozinha e a oferta de alimentos, visando à redução do desperdício; e,
- otimização da utilização de papéis para fotocópias;

b) reutilizar:

- encaminhar de volta ao fornecedor, quando possível, bombonas, tonéis, barris, vidros, entre outros materiais reutilizáveis;
- reutilizar papéis de fotocópias como rascunho;
- reutilizar envelopes de correspondência (principalmente interna); e,

- encaminhar cartuchos de impressoras e “tonners” para empresas licenciadas pelos órgãos ambientais que possam recarregá-los; e,
- c) reciclar:
- coletar seletivamente e enviar para recicladores papel velho, embalagens recicláveis;
  - lâmpadas de vapor de mercúrio e sódio devem ser direcionadas a empresas que façam a descontaminação (retirada de gases, etc) e posterior separação dos materiais que as compõem, visando à reciclagem destes em separado; e,
  - madeira: enviar para reciclagem energética. É muito utilizada como combustível em fornos.

De acordo com Lima (2005), a recuperação de resíduo é um método de gerenciamento de resíduo baseado na transformação térmica, química, física e/ou biológica do resíduo, com a finalidade de se produzir material e/ou energia. Como exemplos ele cita: incineração com recuperação de energia, produção de refugos derivados de petróleo; compostagem, digestão anaeróbia e produção de biogás.

Programas, como o dos 4R (Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Recuperar), são de fundamental importância na minimização de resíduo. A seqüência natural a ser seguida nestes programas é, primeiramente, tentar ao máximo reduzir a geração de resíduo e, não sendo possível, investir na máxima reutilização possível do resíduo gerado, para, finalmente, reciclar. Porém, para reciclar resíduo urbano é necessária toda uma estrutura para segregar do resíduo o material a ser encaminhado para descarte. O grande objetivo de um serviço de limpeza urbana deve ser o de funcionar de maneira integrada, ou seja, cada resíduo tendo sua operacionalização específica, estando todo o sistema baseado nas premissas da minimização de resíduo, garantindo qualidade de vida à população. Como se pode observar é fundamental que as universidades, além da difusão dos conhecimentos sobre gestão e gerenciamento de resíduo, busquem aplicar estes conhecimentos em seus Campi Universitários, tendo como foco a busca do Desenvolvimento Sustentável.

## **4 METODOLOGIA**

A metodologia foi composta pelos seguintes itens:

- descrição das atividades da Universidade Estadual de Campinas e da Divisão de Meio Ambiente;
- descrição dos serviços de limpeza urbana a serem diagnosticados;
- descrição do RSU caracterizado;
- descrição da logística e do tratamento de dados do processo de caracterização;
- descrição dos itens mensurados; e,
- descrição da logística e do tratamento de dados do processo de mensuração.

### **4.1 Descrição das atividades da Universidade Estadual de Campinas e da Divisão de Meio Ambiente**

Nesta etapa foi efetuada a descrição da localização, das atividades, da população, etc. da Universidade Estadual de Campinas e da Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP, responsável pelo Serviço de Limpeza Urbana do Campus da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

## **4.2 Descrição dos Serviços de Limpeza Urbana a serem diagnosticados**

Todos os serviços de limpeza urbana desenvolvidos pela Divisão de Meio Ambiente (DMA) da UNICAMP são:

- varrição;
- capinação e roçada;
- coleta de detritos em gramado;
- limpeza de lixeiras e grades de lixo;
- limpeza de feira;
- limpeza de evento;
- coleta seletiva;
- coleta de lâmpada fluorescente;
- coleta de maravalha; e,
- coleta de madeira, móvel inservível e poda.

## **4.3 Descrição do RSU caracterizado**

Esta etapa foi composta pelos seguintes itens:

- composição do RSU caracterizado;
- denominação dos tipos de RSU a serem caracterizados;
- definição da composição dos itens a serem caracterizados;
- avaliação do potencial minimização do resíduo; e,
- elaboração do cronograma do RSU caracterizado.

### 4.3.1 Composição do RSU caracterizado

O RSU caracterizado e mensurado foi proveniente de:

- feira regular que ocorre às terças e sextas-feiras no estacionamento do CECOM (Centro de Saúde da Comunidade) às quartas-feiras na Reitoria e as feiras de artesanato e quitutes que ocorrem Ciclo Básico, às quintas-feiras, e na Área Médica, em datas variadas. Na FIG. 4.1 vê-se a Feira no Básico e a Feira na Área Saúde.



Figura 4.1 Feiras no Básico (a) e na Área de Saúde (b) do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz da UNICAMP

- serviços de varrição de ruas, limpeza de lixeiras e grades de lixo e coleta de detritos de gramados. Com a finalidade de permitir um maior detalhamento na caracterização deste resíduo, o mesmo também, foi separado por local de origem: Área de Saúde; Reitoria e Básico, locais onde os serviços são efetuados diariamente. Vê-se na FIG. 4.2 a varrição de guia, limpeza de grade de lixo e de lixeira;



Figura 4.2 Varrição de guia (a), limpeza de grade de lixo (b) e de lixeira (c), realizadas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

- material reciclável encaminhado ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP, vê-se na FIG. 4.3 a coleta realizada no Restaurante Universitário (RU) e na Faculdade de Engenharia Química (FEQ);



Figura 4.3 Coleta de Resíduo Reciclável no RU (a) e na FEQ (b), no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

### 4.3.2 Denominação dos tipos RSU caracterizados

Os resíduos foram denominados da seguinte forma:

- o resíduo proveniente de feiras foi denominado de Resíduo de Feira;
- o resíduo proveniente dos serviços de varrição de ruas, limpeza de lixeiras e grades de lixo e coleta de detritos em gramado foi denominado de Resíduo de Limpeza;
- o Resíduo de Feira somado ao Resíduo de Limpeza formou o Resíduo de Conservação e Limpeza;
- o resíduo encaminhado ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP foi denominado de Resíduo Reciclável; e,
- o resíduo gerado na Universidade de Portas Abertas (UPA) 2006 foi denominado de Resíduo de Limpeza de Evento.

### **4.3.3 Definição da composição dos itens caracterizados**

Os itens caracterizados foram separados de forma a se diagnosticar o material que compõe este resíduo, possibilitando a otimização de seu gerenciamento.

No Resíduo de Conservação e Limpeza, além do resíduo comum às atividades, procurou-se ressaltar o potencial de material reciclável contido no mesmo, para se avaliar a possibilidade da expansão do Programa de Coleta Seletiva para as áreas comuns do Campus.

Assim, os itens analisados no resíduo de conservação e limpeza foram:

- papel branco reutilizável (não utilizado ou utilizado apenas de um lado), somente foram consideradas as folhas com pelo menos 50% do tamanho de uma folha A4;
- papel branco (utilizado dos dois lados), ou com menos de 50% do tamanho de uma folha de papel A4;
- papel misto (colorido/pardo/revistas);

- papelão;
- jornal;
- vidro;
- plástico;
- metal (alumínio, cobre e bronze);
- ferro (sucata ferrosa);
- não reciclável (pilhas, baterias, embalagens Tetra Pak, embalagens compostas de plástico e papel ou plástico e alumínio, borracha, material muito sujo);
- orgânico (restos de comida e frutas);
- patogênico ( papel higiênico, remédios, etc);
- fraldas; e,
- varrição (folhas, galhos, pedras, terra e poeira).

No Resíduo Reciclável a ênfase se deu na determinação do papel branco reutilizável, para avaliação da implantação de futuros programas de minimização e no rejeito (patogênico e não reciclável), para se determinar o funcionamento da segregação nos locais de geração do resíduo reciclável.

Os itens analisados no resíduo reciclável foram:

- papel branco reutilizável (não utilizado ou utilizado apenas de um lado); somente foram consideradas as folhas com pelo menos 50% do tamanho de uma folha A4;
- papel branco (utilizado dos dois lados);
- papel misto (colorido/pardo/revistas);
- papelão;
- jornal;
- vidro;
- plástico;
- metal (alumínio, cobre e bronze);
- ferro;

- patogênico (fraldas, papel higiênico, remédios, etc): e,
- não reciclável (pilhas, baterias, embalagens Tetra Pak, embalagens compostas de plástico e papel ou plástico e alumínio, borracha, material muito sujo, folhas, galhos, pedras, terra, poeira e restos de alimento);.

Na TAB. 4.1, destacam-se as diferenças entre a separação dos itens de composição da caracterização dos dois tipos de resíduo.

Tabela 4.1 Composição da caracterização do Resíduo de Conservação e Limpeza e do Resíduo Reciclável

<b>Resíduo de Conservação e Limpeza</b>	<b>Resíduo Reciclável</b>
papel branco reutilizável	papel branco reutilizável
papel branco	papel branco
papel misto	papel misto
Papelão	papelão
Jornal	jornal
Vidro	vidro
plástico	plástico
metal	metal
Ferro	ferro
não reciclável	não reciclável
patogênico	patogênico
orgânico	
Fraldas	
varrição	

O maior detalhamento do Resíduo de Conservação e Limpeza deveu-se ao fato de, além de se desejar avaliar o potencial de material reciclável no mesmo, contemplar os serviços de limpeza e conservação de campus. Ressalte-se que o item fraldas foi

incluído, pois quando das atividades de treinamento da equipe de caracterização, este tipo de resíduo se destacou entre os patogênicos. Já no Resíduo Reciclável a ênfase ocorreu no material não reciclável encaminhado junto com este resíduo e, também, quando do treinamento da equipe de caracterização, o material originário de banheiros destacou-se entre os não recicláveis, por esta razão, foi criado o item patogênico na caracterização deste resíduo.

Ambos os resíduos foram submetidos à caracterização física, composição gravimétrica, em mesas específicas para este serviço, nas quais o resíduo foi triado, colocado em bombonas plásticas, por tipo (papel branco reutilizável, plástico, não reciclável, etc.), e pesado; na FIG. 4.4 observa-se as mesas e as bombonas com as quais se efetuou a caracterização do resíduo.



Figura 4.4 Mesas e bombonas plásticas utilizadas na caracterização do resíduo sólido, no barracão de Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP

Na pesagem do resíduo foi utilizado o seguinte equipamento:

- balança mecânica para 300 kg, com subdivisões em 100 gramas; e,
- balança eletrônica para 15 kg, com subdivisões em 10 gramas, na FIG. 4.5 vê-se a balança mecânica e a eletrônica.



Figura 4.5 Balança mecânica (a) e eletrônica (b) utilizadas na pesagem de resíduo

#### 4.3.4 Avaliação do potencial de minimização do resíduo

Foi considerado, para avaliação do potencial de minimização de resíduo, apenas o papel branco. Este material foi escolhido em função de sua geração ser característica das atividades administrativas da Universidade. Este potencial foi determinado quando das caracterizações do Resíduo de Conservação e Limpeza e do Reciclável, neste momento determinou-se a quantidade de papel branco reutilizável, ou seja, folhas descartadas com ambos ou um de seus lados em branco, permitindo sua reutilização (rascunhos, comunicados e impressos internos, etc.) e, possibilitando que sejam preparadas estratégias visando à minimização do desperdício deste material. Somente foram consideradas as folhas com pelo menos, aproximadamente, 50% do tamanho de uma folha de papel A4.

### 4.3.5 Elaboração do cronograma do RSU caracterizado

Na TAB. 4.2 pode-se observar o modelo do cronograma da programação completa das semanas para o ano de 2.006, que foram utilizadas nas caracterizações do Resíduo Reciclável e de Conservação e Limpeza.

Tabela 4.2 Cronograma de caracterização de resíduo sólido urbano

CRONOGRAMA DE CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO DA UNICAMP - 2006					
semana	período	mês	no mês	serviço	estação
1	02 jan a 06 jan	jan.	1ª		verão
2	09 jan a 13 jan	jan.	2ª		verão
3	16 jan a 20 jan	jan.	3ª		verão
4	23 jan a 27 jan	jan.	4ª		verão
5	30 jan a 03 fev	fev.	1ª		verão
6	06 fev a 10 fev	fev.	2ª		verão
7	13 fev a 17 fev	fev.	3ª		verão
8	20 fev a 24 fev	fev.	4ª		verão
9	CARNAVAL	mar.	1ª	FERIADO	verão
10	06 mar a 10 mar	mar.	2ª		verão
11	13 mar a 17 mar	mar.	3ª		verão
12	20 mar a 24 mar	mar.	4ª		outono
13	27 mar a 31 mar	mar.	5ª		outono
14	03 abr a 07 abr	abr.	1ª		outono
15	Paixão Cristo	abr.	2ª	FERIADO	outono
16	Tiradentes	abr.	3ª	FERIADO	outono
17	24 abr a 28 abr	abr.	4ª		outono
18	Dia do Trabalho	mai.	1ª	FERIADO	outono
19	08 mai a 12 mai	mai.	2ª		outono
20	15 mai a 19 mai	mai.	3ª		outono
21	22 mai a 26 mai	mai.	4ª		outono
22	29 mai a 02 jun	mai.	5ª		outono
23	05 jun a 09 jun	jun.	1ª		outono
24	Corpus Christi	jun.	2ª	FERIADO	outono
25	19 jun a 23 jun	jun.	3ª		inverno
26	26 jun a 30 jun	jun.	4ª		inverno
27	03 jul a 07 jul	jul.	1ª		inverno
28	10 jul a 14 jul	jul.	2ª		inverno
29	17 jul a 21 jul	jul.	3ª		inverno
30	24 jul a 28 jul	jul.	4ª		inverno
31	31 jul a 04 ago	ago.	1ª		inverno
32	07 ago a 11 ago	ago.	2ª		inverno
33	14 ago a 18 ago	ago.	3ª		inverno
34	21 ago a 25 ago	ago.	4ª		inverno
35	28 ago a 01 set	ago.	5ª		inverno
36	Independência	set.	1ª		inverno
37	11 set a 15 set	set.	2ª		inverno
38	18 set a 22 set	set.	3ª		primavera
39	25 set a 29 set	set.	4ª		primavera
40	02 out a 06 out	out.	1ª		primavera
41	Padroeira Brasil	out.	2ª	FERIADO	primavera
42	16 out a 20 out	out.	3ª		primavera
43	23 out a 27 out	out.	4ª		primavera
44	Finados	nov.	1ª	FERIADO	primavera
45	06 nov a 10 nov	nov.	2ª		primavera
46	Proc. República	nov.	3ª	FERIADO	primavera
47	Consc. Negra	nov.	4ª	FERIADO	primavera
48	27 nov a 01 dez	nov.	5ª		primavera
49	Imac. Conceição	dez.	1ª	FERIADO	primavera
50	11 dez a 15 dez	dez.	2ª		primavera
51	18 dez a 22 dez	dez.	3ª		verão
52	Natal	dez.	4ª	FERIADO	verão

O cronograma de caracterização do resíduo de conservação e limpeza e do resíduo reciclável foi elaborado para um período de doze meses, em função das estações do ano, verão, outono, inverno e primavera, de forma a contemplar todas as sazonalidades do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, tais como: férias escolares, períodos de chuvas e de secas; períodos de pagamentos, etc. Em cada estação do ano, foram consideradas quatro semanas diferentes de caracterização do resíduo de conservação e limpeza e quatro semanas diferentes do resíduo reciclável, totalizando 16 semanas de caracterização para cada tipo de resíduo no período de doze meses.

As quatro caracterizações de cada tipo de resíduo dentro de cada estação do ano compreenderam semanas diferentes, ou seja, foram compostas por uma 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> ou 5<sup>a</sup> semana. A 5<sup>a</sup> semana, quando havia, funcionou como opção para completar as 4 semanas do mês, nos casos em que foi necessário. As semanas foram contadas de segunda a sexta-feira, sendo numeradas da 1<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup> e não contiveram feriados. Para definir-se a semana final de um mês e a inicial do mês posterior foi adotado o seguinte critério: foram contados os dias de cada mês na semana e, o mês que teve o maior número de dias nesta semana a incorporou, exemplo: em janeiro de 2.006 os dias 30 e 31 de janeiro encontraram-se na que poderia ser a quinta semana deste mês e os dias 01, 02 e 03 de fevereiro encontram-se na que poderia ser a primeira semana de fevereiro, porém, como fevereiro possui três dias nesta semana e janeiro apenas dois, esta semana foi denominada de primeira semana de fevereiro, ver TAB. 4.3. Porém, no mês de maio de 2.006, vê-se na TAB. 4.4, a definição da 5<sup>a</sup> semana do mês de maio de 2.006, ocorreu por este mês possuir três dias na semana, em comparação com o mês de junho que possui apenas dois dias.

Tabela 4.3 Definição da 1ª semana de fevereiro de 2.006

JANEIRO - FEVEREIRO DE 2006							
Semana	segunda	terça	quarta	quinta	sexta	sábado	domingo
							1
1ª janeiro	2	3	4	5	6	7	8
2ª janeiro	9	10	11	12	13	14	15
3ª janeiro	16	17	18	19	20	21	22
4ª janeiro	23	24	25	26	27	28	29
1ª fevereiro	30	31	1	2	3	4	5

Tabela 4.4 Definição da 5ª semana de maio de 2.006

MAIO - JUNHO DE 2006							
Semana	segunda	terça	quarta	quinta	sexta	sábado	domingo
1ª maio	1	2	3	4	5	6	7
2ª maio	8	9	10	11	12	14	14
3ª maio	15	16	17	18	19	20	21
4ª maio	22	23	24	25	26	27	28
5ª maio	29	30	31	1	2	3	4

#### 4.4 Descrição da logística e do tratamento dos dados do processo de caracterização

A logística de caracterização baseou-se na obtenção das características físicas do resíduo, através de sua composição gravimétrica. Com isto, obteve-se o percentual em massa dos diferentes materiais que compõem os diferentes resíduos. Este processo permite o aprimoramento das atuais formas de gerenciamento e a análise da adoção de novo modelo de gerenciamento, sobretudo através da análise da viabilidade da implementação de programa de minimização de resíduo.

Em cada item é apresentada a forma como os dados foram tratados.

#### **4.4.1 Logística e tratamento de dados da caracterização**

A logística e o tratamento de dados da caracterização foram compostos pelas:

- logística de caracterização do Resíduo Reciclável;
- tratamento de dados do Resíduo Reciclável;
- logística de caracterização do Resíduo de Conservação e Limpeza;
- tratamento de dados do Resíduo de Conservação e Limpeza;
- logística de caracterização do Resíduo de Limpeza de Eventos; e,
- tratamento de dados do Resíduo de Limpeza de Eventos.

##### **4.4.1.1 Logística de caracterização do Resíduo Reciclável**

A logística de caracterização deu-se da seguinte maneira:

- recebimento da solicitação de retirada (telefone, email ou agendamento);
- elaboração de etiquetas de identificação;
- deslocamento ao local de coleta;
- identificação do resíduo com etiqueta no local de coleta;
- encaminhamento do material para triagem na DLU;
- caracterização do material;
- pesagem; e,
- lançamento dos dados no livro diário.

Estas etapas podem ser visualizadas por fotografias na FIG. 4.6.



Figura 4.6 Recebimento da solicitação de coleta (a), elaboração de etiquetas de identificação (b), coleta (c), identificação (d), recebimento do material no barracão de triagem (e), caracterização (f), pesagem (g) e lançamento dos dados no livro diário (h) do Resíduo Reciclável do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP

#### 4.4.1.2 Tratamento de dados do Resíduo Reciclável

O tratamento destes dados foi efetuado da seguinte forma: inicialmente os dados obtidos diariamente nos pontos de coleta, foram lançados em tabelas que formavam a

semana. Na TAB. 4.5 pode-se observar o modelo da tabela referente ao lançamento do resíduo reciclável coletado em uma semana.

Tabela 4.5 Modelo de tabela do Resíduo reciclável coletado na semana (kg)

Semana	Pp reutilizável	bco Pp Bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	ñ reciclável	Total
<b>22</b>												
29/5/2006												
30/5/2006												
31/5/2006												
1/6/2006												
2/6/2006												
<b>Total</b>												

Num segundo momento, os resultados obtidos nos pontos de coleta na semana, foram lançados em uma tabela de totalização dos pontos de coleta, conforme pode-se ver no modelo exposto na TAB. 4.6.

Tabela 4.6 Modelo de tabela de totalização semanal do Resíduo Reciclável (kg)

Origem	Pp reutilizável	bco Pp Bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	ñ reciclável	Total	%
1 ADUNICAMP													
2 AEPLAN													
3 AFPU													
4 Almojarifado													
5 Asses. Imprensa													
6 BC (Galeria Artes)													
7 Bombeiros													
8 CAISM													
9 CBMEG													
10 CCS													
<b>TOTAL</b>													
%													

Os resultados da totalização dos pontos de coleta foram lançados em tabela de totalização do reciclável coletado nas semanas de caracterização de cada estação, conforme modelo da TAB. 4.7.

Tabela 4.7 Modelo de totalização do Resíduo Reciclável coletado nas semanas de caracterização por estação do ano (kg)

Estação	Pp reutilizável	bco	Pp bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	ñ reciclável	Total	%
Primavera														
38														
40														
43														
50														
Total														
%														

Finalmente, os dados obtidos de cada estação foram somados aos das demais semanas das outras estações de caracterização, formando os totais anuais, conforme se pode observar na TAB. 4.8.

Tabela 4.8 Modelo de tabela de totalização do Resíduo Reciclável caracterizado por estações do ano (kg)

Estação	Pp reutilizável	bco	Pp bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	ñ reciclável	Total	%
Verão														
Outono														
Inverno														
Primavera														
Total														
%														

Desta forma, obtém-se o resultado da caracterização do resíduo reciclável por local de geração e por estação do ano.

#### 4.4.1.3 Logística de caracterização do Resíduo de Conservação e Limpeza

Esta etapa foi composta pelas:

- logística de caracterização do resíduo de feira; e,
- logística de caracterização do resíduo de limpeza.

#### 4.4.1.3.1 Logística de caracterização do Resíduo de Feira

A logística de caracterização do Resíduo de Feira foi efetuada da seguinte maneira:

- preparação e transporte das lixeiras (tambor) para coleta do resíduo;
- instalação das lixeiras/tambores nas feiras;
- limpeza e recolhimento das lixeiras/tambores e do resíduo das lixeiras fixas;
- coleta e encaminhamento do material ao barracão de triagem da DLU;
- identificação e caracterização do material;
- pesagem, e,
- lançamento dos dados no diário.

Algumas etapas podem ser visualizadas por fotografias na FIG. 4.7.



Figura 4.7 transporte de lixeiras (a); instalação de lixeiras (b); limpeza e recolhimento de lixeiras (c); coleta do resíduo de feiras (d); identificação por etiquetas (e) e caracterização (f) do Resíduo de Feiras gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

#### 4.4.1.3.2 Descrição da logística de caracterização do Resíduo de Limpeza

A logística de caracterização do resíduo de limpeza foi efetuada da seguinte maneira:

- depósito do resíduo nos locais de coleta;
- identificação do resíduo com etiquetas;
- coleta e transporte do resíduo para o barracão da DLU da UNICAMP;
- caracterização do resíduo;
- pesagem; e,
- lançamento dos dados no diário.

Algumas etapas podem ser visualizadas por fotografias na FIG. 4.8.



Figura 4.8 depósito no local de coleta (a); coleta (b) e caracterização (c) do Resíduo de Limpeza do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

#### 4.4.1.4 Tratamento de dados do Resíduo de Conservação e Limpeza

O Resíduo de Conservação e Limpeza teve seus dados coletados separadamente, ou seja, foram montadas tabelas para o Resíduo de Feira e para o Resíduo de Limpeza, que foram totalizados juntos no final, constituindo-se no Resíduo de Conservação e Limpeza. O tratamento dos dados foi efetuado, inicialmente, com os dados obtidos diariamente nos locais de coleta que foram lançados em uma tabela que formava a semana deste local de coleta, ver TAB. 4.9.

Tabela 4.9 Modelo da tabela do Resíduo de Feira e de Limpeza coletado em semana de caracterização (kg)

Semana 23	Pp reutilizável	bco	Pp bco	Pp Misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	ñ reciclável	Varição	Total
5/6/2006														
6/6/2006														
7/6/2006														
8/6/2006														
9/6/2006														
<b>TOTAL</b>														

Após, foi efetuada a totalização da semana, por tipo de resíduo, incluindo todos os locais de coleta, ver TAB. 4.10 e 4.11.

Tabela 4.10 Modelo da tabela de totalização do Resíduo de Feira coletado em semana de caracterização (kg)

Semana 23	Pp reutilizável	bco	Pp bco	Pp Misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	Fraldas	ñ reciclável	Varição	Total
Básico															
Area de Saúde															
CECOM															
Reitoria															
<b>TOTAL</b>															

Tabela 4.11 Modelo da tabela de totalização do Resíduo de Limpeza coletado em semana de caracterização (kg)

Semana 23	Pp bco reutilizável	Pp bco	Pp Misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	Fraldas	ñ reciclável	Varição	Total
Area de Saúde														
Básico														
Feitoria														
<b>TOTAL</b>														

Em seguida foi efetuada a somatória do Resíduo de Feira com o Resíduo de Limpeza, obtendo-se a Totalização do Resíduo de Conservação e Limpeza, coletado na semana de caracterização, ver TAB. 4.12.

Tabela 4.12 Modelo da tabela de totalização do Resíduo de Conservação e Limpeza coletado em semana de caracterização (kg)

Local	Pp bco reutilizável	Pp Bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	Fraldas	ñ reciclável	Varição	Total	%
Area de Saúde															
Básico															
Feitoria															
Feiras															
<b>Total</b>															
%															

Posteriormente, o total do Resíduo de Conservação e Limpeza coletado, por semana de caracterização, foi transferido para tabela de Totalização de Resíduo de Conservação e Limpeza coletado por estação, ver TAB. 4.13.

Tabela 4.13 Modelo de tabela de totalização do Resíduo de Conservação e Limpeza coletado por estação do ano (kg)

Estação	Pp bco reutilizável	Pp Bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	Fraldas	ñ reciclável	Varição	Total
<i>Outono</i>														
13														
17														
20														
23														
<b>Total</b>														

Finalmente, o total do Resíduo de Conservação e Limpeza de cada estação foi somado aos das demais estações, para obtenção do total coletada durante o ano, ver TAB. 4.14.

Tabela 4.14 Modelo de tabela de totalização do Resíduo de Conservação e Limpeza coletada para caracterização nas estações do ano (kg)

Estação	Pp reutilizável	loc	Pp Eco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	Fraldas	ñrecidável	Varição	Total
Verão															
Outono															
Inverno															
Primavera															
<b>Total</b>															

#### 4.4.1.5 Descrição da logística do Resíduo de Limpeza de Eventos

O evento de grande porte que teve seu resíduo diagnosticado foi o da Universidade de Portas Abertas (UPA) de 2006, FIG. 4.9. De acordo com UPA (2007), a Unicamp de Portas Abertas (UPA) é um evento anual através do qual, durante dois dias, a Unicamp abre as portas do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” a estudantes de ensino médio e fundamental de todo o País, sendo o evento que mais atrai público ao Campus. A DLU da UNICAMP efetua o gerenciamento da limpeza deste evento. Durante o evento, o resíduo oriundo dos tambores, das lixeiras fixas e da varrição do Campus foi coletado e caracterizado, nos mesmos parâmetros do Resíduo de Limpeza, para ser comparado com o Resíduo de Limpeza gerado na semana anterior e na posterior à realização da UPA.

A logística deste processo ocorreu da seguinte forma:

- distribuição de lixeiras tambores no Campus;
- coleta do resíduo de varrição, dos tambores e lixeiras fixas;
- encaminhamento do resíduo ao barracão da DLU;

- caracterização do resíduo;
- pesagem do resíduo; e,
- lançamento dos dados no livro diário.

Na FIG. 4.9, pode-se ver algumas fotografias da logística e do evento.



Figura 4.9 Vista geral da região do Ginásio Multidisciplinar (a e b) e distribuição de lixeiras/tambores (c e d) durante a UPA-2006 no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz da UNICAMP

#### 4.4.1.6 Tratamento de dados do Resíduo de Limpeza de Evento

Os dados obtidos na caracterização deste resíduo foram compilados de forma idêntica ao Resíduo de Limpeza, que compõem o Resíduo de Conservação e Limpeza, permitindo a comparação dos dados obtidos no período de realização da UPA, com os obtidos no Resíduo de Limpeza.

Na TAB. 4.15, pode-se observar o modelo de tabela utilizada para totalização dos dados de limpeza de evento.

Tabela 4.15 Modelo de tabela de totalização dos dados do Resíduo de Evento gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (kg)

Local	Pp reutilizável	Pp bco	Pp Misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	Fraldas	Ñreciclável	Varição	Total	%
Área de Saúde															
Básico															
Feitoria															
<b>Total</b>															
%															

#### 4.5 Descrição dos itens mensurados

Os resíduo mensurado foi classificado em:

- capinação e roçada;
- poda, madeira e móveis inservíveis;
- maravalha; e,
- lâmpadas fluorescentes.

Também foram mensurados os seguintes mobiliários urbanos:

- grades de lixo e lixeiras fixas de lixo comum.

Em cada item será apresentada, a forma como os dados foram tratados.

## **4.6 Descrição da logística e do tratamento dos dados do processo de mensuração**

A logística de mensuração baseou-se na obtenção da massa de resíduo avaliada, através de pesagem. Este processo foi adotado em função da uniformidade do resíduo mensurado, possibilitando avaliar a quantidade gerada as destinações e os tratamentos que são dados aos diferentes componentes, permitindo a melhora no gerenciamento dos mesmos.

### **4.6.1 Descrição da logística de mensuração do Resíduo de Capinação e Roçada, Poda, Madeira, Móveis Inservíveis e Maravalha**

Estes resíduos foram pesados, juntamente com seu veículo de transporte, quando encaminhados à sua destinação final. Os veículos foram pesados vazios, com o tanque de combustível cheio, ou seja, tiveram sua tara, peso do veículo vazio com o tanque de combustível cheio, retirada previamente, na FIG. 4.10 vê-se o caminhão F-4000 e o caminhão F-12000, sendo pesados para retirada de suas tara. Posteriormente, cada vez que uma nova carga de resíduo foi enviada à sua destinação final, o veículo com o tanque cheio, acrescido de sua carga, foi pesado, obtendo-se seu valor bruto. Após, os valores foram lançados em tabelas, nas quais a massa bruta foi abatida da tara do veículo, para obtenção da massa líquida do resíduo descartado As pesagens dos veículos, que efetuaram o transporte do resíduo, foram todas realizadas em um depósito de ferro velho, no bairro do São Gonçalo, no Distrito de Barão Geraldo.



Figura 4.10 Caminhão F-4000 (a) e caminhão F-12000 (b) da DMA/UNICAMP, sendo pesados, em ferro velho no distrito de Barão Geraldo, para retirada de suas taras

#### 4.6.1.1 Resíduo de Capinação e Roçada: tratamento de dados

Este resíduo é gerado nos serviços de manutenção das áreas verdes do Campus. O serviço é efetuado em sua grande maioria, com equipamentos mecânicos, como roçadeiras tratorizadas e manuais, conforme se vê na FIG. 4.11.



Figura 4.11 Roçada tratorizada (item a) e roçada manual (item b) no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz da UNICAMP

Quando da destinação final deste resíduo, seja a sua utilização para adubação de solo em pomares e plantações ou encaminhamento a Aterro Sanitário, ocorreu a pesagem do veículo. Na TAB. 4.16 vê-se modelo de lançamento dos dados do Resíduo de Capinação e Roçada.

Tabela 4.16 Modelo de tabela de totalização do Resíduo de Capinação e Roçada (kg)

	Data	Resíduo	Veículo	Bruto	Tara	Líquido	Destino
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
	<b>TOTAL</b>						

#### 4.6.1.2 Resíduo de Poda, Madeira e Móveis Inservíveis: tratamento de dados

Este resíduo engloba as podas de condução e as sanitárias, as madeiras coletadas nas grades de lixo e departamentos e os móveis de madeira descartados como inservíveis pela Área de Patrimônio da UNICAMP e, são mensurados (pesados), quando de seu encaminhamento final, para serem utilizados como lenha em forno de cerâmicas e olarias, ou seja, terem a energia neles contida recuperada através da reciclagem energética. Na TAB. 4.17 pode-se observar o modelo de tabela de lançamento dos dados do Resíduo de Poda, Madeira e Móveis Inservíveis.

Tabela 4.17 Modelo de tabela dos dados de poda, madeira e móveis inservíveis (kg)

	data	material	veículo	bruto	tara	liquido
1						
2						
3						
3						
	<b>Total</b>					

Na FIG. 4.12 pode-se observar o Resíduo de Poda, Madeira e Móveis Inservíveis.



Figura 4.12 Resíduo de Poda (a); de Madeira (b) e Móveis Inservíveis (c) gerados no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

#### 4.6.1.3 Resíduo de Maravalha: tratamento de dados

O resíduo gerado no Centro Multidisciplinar para Investigação Biológica na Área da Ciência em Animais de Laboratório da UNICAMP (CEMIB) foi mensurado quando encaminhado para destinação final no Aterro Sanitário Delta A, da Prefeitura Municipal de Campinas, sendo que o transporte da caçamba de maravalha é efetuado pelo caminhão F-12000 da DMA/UEC. Na FIG. 4.13 pode-se observar a caçamba de acondicionamento do resíduo.

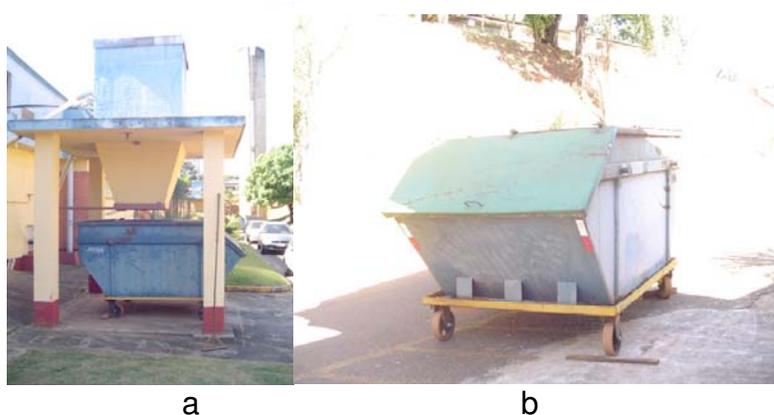


Figura 4.13 Caçamba para depósito do resíduo (a e b), referentes ao Resíduo de Maravalha gerado no CEMIB/UNICAMP

Na TAB 4.18, pode-se observar o modelo de tabela de lançamento dos dados do Resíduo de Maravalha.

Tabela 4.18 Modelo de tabela de lançamento dos dados do Resíduo de Maravalha (kg)

	data	veículo	bruto	tara	liquido
1					
2					
3					
4					
5					
	<b>Total</b>				

#### 4.6.1.4 Lâmpada fluorescente: tratamento de dados

O Resíduo de Lâmpada Fluorescente, vapor de sódio e de mercúrio geradas no Campus da Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, são gerenciados pela Diretoria de Limpeza Urbana da UNICAMP. Este gerenciamento engloba:

- a coleta;

- o acondicionamento em plástico bolha;
- a armazenagem; e,
- carregamento do resíduo para ser reciclado junto à firma credenciada.

Na FIG. 4.14 são apresentadas algumas fotografias deste processo.



Figura 4.14 Coleta (a), acondicionamento (b), armazenagem (c) e carregamento para transporte (d) das lâmpadas fluorescentes geradas pela UNICAMP

Na etapa do acondicionamento o resíduo é mensurado, sendo contada a quantidade de lâmpadas acondicionadas nas embalagens de plástico bolha.

#### 4.6.1.5 Grade de lixo e lixeira fixa de ferro de lixo comum

Foram elaborados mapas gerais com a quantidade, as localizações e os tipos de equipamento, destes mapas gerais foram elaborados mapas das diversas regiões do Campus, possibilitando o maior detalhamento e a melhor visualização destes mobiliários urbanos com a finalidade de se saber quantas e quais os modelos instalados em todo o campus, como também, de se detectar as possíveis áreas carentes deste mobiliário. Nas FIG. 4.15, vê-se uma grade de lixo e uma lixeira fixa de ferro de resíduo comum instaladas no campus. As grades de lixo são a interface do resíduo sólido comum gerado no Campus da Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP e a Prefeitura Municipal de Campinas, que efetua a coleta deste resíduo nestas grades, para encaminhando ao Aterro Sanitário Delta A.



Figura 4.15 Grade de lixo (a) e lixeira fixa de ferro (b) instaladas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

As grades e as lixeiras foram lançadas em mapas e tabelas, com sua localização e a taxa de densidade de mobiliário por setor de limpeza: Área de Saúde, Básico e Reitoria.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Estão expostos neste capítulo os resultados obtidos e as discussões realizadas.

O capítulo foi dividido em:

- Universidade Estadual de Campinas;
- gerenciamento do resíduo sólido urbano do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz”; e,
- resíduo sólido urbano e mobiliário urbano.

### **5.1 Universidade Estadual de Campinas**

De acordo com UNICAMP (2007), o Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da Universidade Estadual de Campinas, com uma população flutuante, diária, superior a 40 mil pessoas, possui uma complexa estrutura de serviços. Além da infra-estrutura própria de um centro de ensino e pesquisa, a Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, situada a 12 km do Centro de Campinas, oferece ainda à comunidade a possibilidade de uso de serviços de bancos, alimentação, correio e um ginásio com capacidade para 5.500 pessoas sentadas e de 10 a 12 mil em grandes eventos. Segundo UNICAMP/AEPLAN (2007), a Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, autarquia do Governo do Estado de São Paulo, fundada em 1966, responde por aproximadamente 15% da pesquisa acadêmica brasileira, quarenta anos depois. Em 2006, contava com 17.725 alunos de graduação, 22.044 alunos de pós-graduação,

3.687 alunos de ensino médio (técnico), 13.784 alunos nos cursos de extensão, 2.125 docentes ativos e 7.817 servidores não docentes. Conta com uma área de saúde que é referência para toda a região e, em 2006, disponibilizou 543 leitos, prestou 510.493 consultas, 23.750 intervenções cirúrgicas, 126.585 exames de raios-X e de ressonância magnética e 3.462.830 exames laboratoriais. A UNICAMP possui uma estrutura física com 5 Campi, totalizando 20 unidades de ensino e pesquisa, 1 centro de educação tecnológica, 2 colégios técnicos, 3 hospitais, 23 centros e núcleos interdisciplinares e 24 bibliotecas. O Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” possui uma área total de, aproximadamente, 2.100.000 m<sup>2</sup>, com aproximadamente 500.000 m<sup>2</sup> de área construída. Na FIG. 5.1, vê-se o Campus no final da década de 60 do século XX e em 2006, uma das entradas do Campus e vista do Hospital das Clínicas.

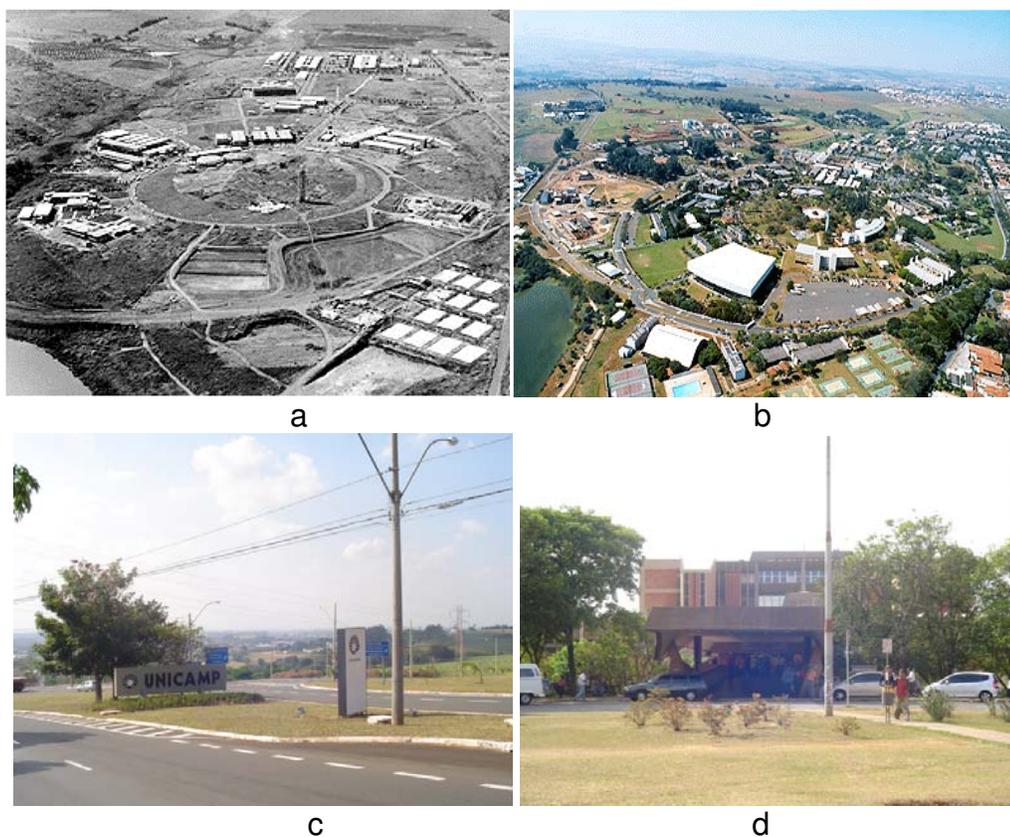


Figura 5.1 (a) Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” no final da década de 60 do século XX (fonte UNICAMP 2007); (b) Campus em 2006 (fonte UNICAMP 2007); (c) placa de entrada do Campus e (d) Hospital das Clínicas da UNICAMP

Na FIG. 5.2, vê-se as principais rodovias de acesso ao Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP.

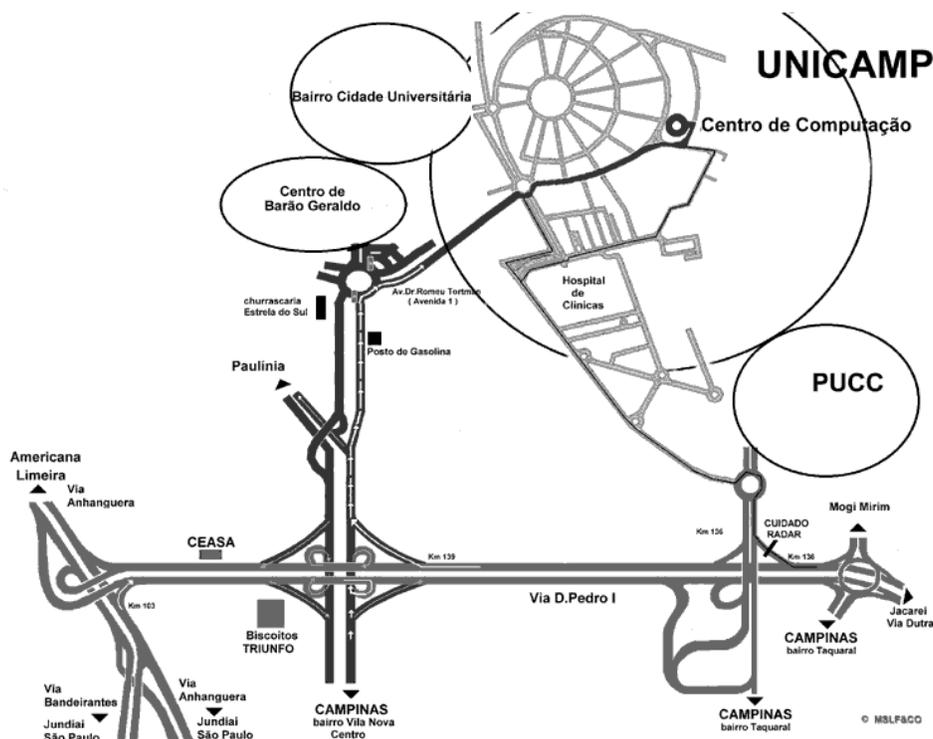


Figura 5.2 Principais rodovias de acesso ao Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP  
Fonte: UNICAMP (2007)

## 5.2 Gerenciamento do Resíduo Sólido Urbano gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

O Gerenciamento do resíduo sólido urbano gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” é efetuado pela Divisão de Meio Ambiente (DMA) da UNICAMP. Esta é vinculada à Coordenadoria de Administração e Serviços (CAS), da Prefeitura da UNICAMP que é vinculada à Pró-Reitoria de Desenvolvimento Universitário (PRDU) e é composta, pela Diretoria de Áreas Verdes (DAV), que é formada pelas Seções de Produção e Conservação e Manutenção; pela Diretoria de

Limpeza Urbana (DLU), que é formada pelas Seções de Conservação e Limpeza e Coleta Diferenciada e pelo Centro de Monitoramento Animal (CEMA), incorporado à Divisão no primeiro semestre de 2007. O CEMA não tem seu resíduo sólido gerenciado pela Divisão de Meio Ambiente, que por possuir característica de resíduo de serviços de saúde, tem seu gerenciamento efetuado juntamente com o resíduo de serviços de saúde da Área de Saúde da UNICAMP. Na FIG. 5.3, observa-se o organograma da DMA.

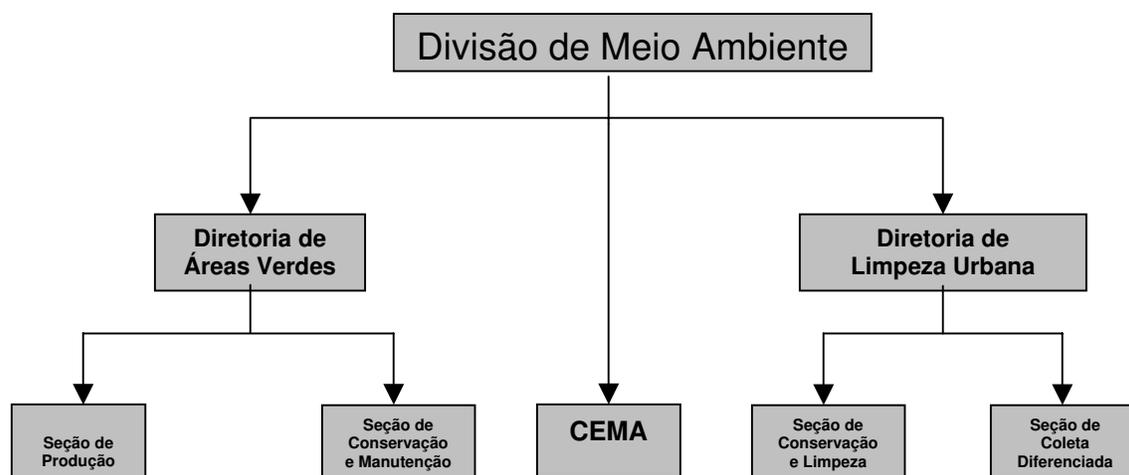


Figura 5.3 Organograma da Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP

### 5.3 Divisão Meio Ambiente da UNICAMP

A Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP, que tem como missão “Atuar sobre a qualidade ambiental e estética do Campus, através da implantação e conservação das áreas verdes; do monitoramento animal e da limpeza urbana, com ênfase na coleta seletiva. E promover continuamente ações educativas e de sensibilização da comunidade universitária”, foi criada em 1982, com o nome de Parque Ecológico e localiza-se à Rua 5 de Junho s/nº. Inicialmente era ligada à Reitoria e passou, em 1984, a ser subordinada à Prefeitura da Cidade Universitária. Vê-se, na FIG. 5.4, foto da

antiga sede do Parque Ecológico, em 2001, e da atual sede da Divisão de Meio Ambiente em 2007.



Figura 5.4: Sede do antigo Parque Ecológico em 2.001 (a) e da Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP em maio de 2.007 (b)

Até o primeiro semestre de 1999, o gerenciamento do resíduo sólido urbano do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP era efetuado no antigo Parque Ecológico, como uma atividade complementar às atividades de manutenção das áreas verdes. Em agosto de 1999 iniciou-se a implantação do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura do Campus. A primeira atividade, efetuada com a orientação de professores da Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, foi à caracterização e mensuração do resíduo sólido doméstico, gerado na Área de Administração Central, que serviu para balizar os futuros trabalhos da área. Em seguida, no mês de setembro de 1999, com o intuito de adequar as atividades voltadas ao trato com o resíduo sólido urbano gerado no Campus, foi criada a Área de Coleta Seletiva do Parque Ecológico que, além de equacionar a questão “do lixo”, visava, desde sua criação, a difundir as Unidades e Órgãos da Universidade práticas e posturas voltadas à sensibilização ambiental.

Desde sua criação até julho de 2000 montou-se a estrutura operacional da Área de Coleta Seletiva com a adequação de um barracão para as atividades de triagem e encaminhamento de material, aquisição de prensa hidráulica para confecção de fardos de papel, papelão e plástico e definição de novas atribuições e responsabilidades. Na FIG. 5.5, pode-se observar o barracão de triagem da antiga Área de Coleta Seletiva, em 2001 e em 2008.



Figura 5.5 Barracão de Triagem da antiga Área de Coleta Seletiva da UNICAMP, antes de seu fechamento em janeiro de 2.001 (a) e em 2008 (b)

Em fevereiro de 2000, o Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP, que atendia somente à Área da Administração Central da Universidade, foi expandido ao restante dos Órgãos da Universidade, sendo voluntária a adesão ao mesmo. Neste período de implantação do Programa de Coleta Seletiva no Campus, foram fornecidos subsídios (palestras, visitas monitoradas, material de informação, caixinhas de mesa, folders, sacolas para câmbio de carro, bombonas plásticas, latões de ferro de 200 litros nas cores padrão da coleta seletiva, inserção do logotipo do programa e divulgação na “Home Page” da Prefeitura) para as Unidades e Órgãos que aderissem ou adotassem iniciativas próprias de redução na geração de resíduo, com enfoque nos “3 R”: Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Na FIG. 5.6, pode-se observar material e atividade de divulgação do Programa de Coleta Seletiva.



a



b



c



d



e



f

Figura 5.6 Recipientes para resíduo reciclável (a); recipiente para resíduo (b); cartaz (c); caixinha para papel (d); sacola para câmbio de carro (e) e atividade de sensibilização (f) utilizados na divulgação do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP

A mão-de-obra utilizada nos serviços de coleta, triagem, acondicionamento e armazenamento, inicialmente, foi de servidores oriundos da Diretoria de Áreas Verdes, que teve parte de suas atividades terceirizadas. Posteriormente foram agregados a esta mão-de-obra, os chamados “reeducandos”, que são presidiários que cumprem pena em sistema semi-aberto e prestam serviços na UNICAMP. A equipe atual da coleta seletiva é composta por nove pessoas: 1 motorista e 2 ajudantes, 3 pessoas na triagem, 1 na fragmentação e 2 na prensagem e acondicionamento do material. Para o programa há uma perua Kombi furgão exclusiva e recebe, quando necessário, apoio de outros veículos da Divisão de Meio Ambiente.

No final do século XX e início do XXI, o Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP passou por um processo de crescente expansão de suas atividades, com a implantação de cursos noturnos, cursos de extensão e o aumento da demanda por serviços de saúde pela comunidade. De acordo com Henrique (2005), gerava-se em 2004, no Campus, aproximadamente, 120 t/mês de resíduo sólido urbano, tornando-se premente a criação de uma área administrativa para o planejamento e o gerenciamento do resíduo sólido urbano do Campus. Assim, em 2004, juntamente com a criação da Divisão de Meio Ambiente, em substituição ao Parque Ecológico, surgiu a Diretoria de Limpeza Urbana, que nasceu com a responsabilidade de gerenciar o resíduo sólido urbano do Campus através com a recém criada Seção de Conservação e Limpeza, sendo, que a Área de Coleta Seletiva passou a denominar-se Seção de Coleta Diferenciada e da antiga estrutura do Parque Ecológico foi mantida a Diretoria de Áreas Verdes, que passou a ser composta pelas seções de Produção e de Manutenção e Conservação, FIG. 5.3.

### 5.3.1 Diretoria de Limpeza Urbana da Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP

Na Diretoria de Limpeza Urbana da UNICAMP efetua-se o gerenciamento dos seguintes resíduos:

- resíduo de conservação e limpeza;
- resíduo de limpeza de evento;
- resíduo reciclável;
- resíduo de lâmpada fluorescente; e,
- resíduo de móveis inservíveis e madeira.

Na FIG. 5.7, vê-se o barracão da Diretoria de Limpeza Urbana, onde se encontram as Seções de Limpeza e Manutenção e Coleta Diferenciada. Neste barracão é efetuada a triagem e parte da armazenagem do resíduo reciclável coletado pelo Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura. Vê-se, também, na FIG. 5.7 fardos de papel branco armazenados.



Figura 5.7 Barracão da DLU/UNICAMP (a) e fardos de papel armazenados (b)

### 5.3.2 Diretoria de Áreas Verdes da Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP

A Diretoria de Áreas Verdes da UNICAMP é responsável pela manutenção das áreas verdes do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, respondendo pelos serviços de corte de grama, ajardinamento, plantio e poda de árvores. Esta diretoria responde, também, pelo gerenciamento dos seguintes resíduos:

- resíduo de capinação e roçada;
- resíduo de poda; e,
- maravalha.

Na FIG. 5.8, vê-se o barracão da Diretoria de Áreas Verdes, onde funcionam as Seções de Produção e de Conservação e Manutenção e a sua garagem de máquinas.



Figura 5.8 Barracão da DAV/UNICAMP (a) e sua garagem de máquinas (b)

### **5.3.3 Resíduo Sólido Urbano: Responsabilidades**

O resíduo sólido sob gerenciamento da Divisão de Meio Ambiente é composto por:

- resíduo de conservação e limpeza;
- resíduo de limpeza de evento;
- resíduo reciclável;
- resíduo de lâmpada fluorescente;
- resíduo de móveis inservíveis e madeira;
- resíduo de poda;
- resíduo de capinação e roçada; e,
- resíduo de maravalha.

#### **5.3.3.1 Resíduo de Conservação e Limpeza e de Limpeza de Evento**

A Seção de Conservação e Limpeza da Diretoria de Limpeza Urbana é a responsável pela operacionalização deste resíduo, ou seja, pela limpeza das grades de lixo e lixeiras instaladas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (ver FIG 5.9, onde se pode observar grade de lixo e lixeira fixa de ferro instaladas no Campus). Através das grades de lixo ocorre a interface com o sistema de limpeza urbana da Prefeitura Municipal de Campinas (PMC), sendo que nestes locais a PMC efetua a coleta do resíduo sólido urbano gerado no Campus e, posteriormente, encaminha ao Aterro Sanitário Delta A de Campinas.



Figura 5.9 Grade de lixo (a, b e c) e lixeiras fixas de ferro (d, e e f) instaladas e a serem instaladas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

A Seção de Conservação e Limpeza da Diretoria de Limpeza Urbana da UNICAMP é responsável pelo serviço de limpeza das grades de lixo, das lixeiras, das ruas e gramados, como se pode observar na FIG. 5.10.



Figura 5.10 Limpeza de grade (a); de lixeira fixa de ferro (b); de guia (c) e de gramado (d) do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

### 5.3.3.2 Resíduo Reciclável

O resíduo reciclável coletado pela Seção de Coleta Diferenciada da Diretoria de Limpeza Urbana é aquele encaminhado pelas Unidades participantes do Programa de Coleta Seletiva e o coletado, pela equipe da DLU/UNICAMP, nas grades de lixo do Campus. Estes resíduos, depois de coletados, são encaminhado ao Barracão da DLU/UNICAMP, onde o resíduo é triado, preparado, acondicionado, armazenado e vendido, pode-se observar este processo nas na FIG. 5.11.



a



b



c



d



e



f



g



h

Figura 5.11 Coleta em grade (a), coleta em departamento (b); descarga no barracão da DLU (c); triagem (d); acondicionamento (e); armazenamento (f); carregamento para destinação final (g e h) do Resíduo Reciclável coletado pelo Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP

Na TAB. 5.1, pode-se verificar o material reciclável coletado pelo Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP no período de 2000 a 2006.

Tabela 5.1 Material reciclável coletado pelo Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP nos anos de 2000 a 2.006 (kg)

Ano	Papelão	Pp bco	Pp misto e jornal	Vidro	Plástico	Ferro	Metais	Outros*	Total
2.000	18.822	24.484	9.277	8.167	11.712	36.340	2.419	1.947	113.168
2.001	28.951	34.412	16.877	6.985	9.401	44.138	570	2.473	143.807
2.002	37.276	37.000	22.580	8.005	9.198	50.844	563	2.078	167.544
2.003	37.836	40.655	25.561	6.405	11.791	73.530	2.403	2.142	200.323
2.004	26.893	34.020	16.689	4.998	13.903	27.800	510	1.029	125.842
2.005	30.480	30.688	17.530	8.370	12.922	49.610	0	0	149.600
2.006	43.946	34.955	19.558	5.470	13.002	68.000	890	1.550	187.371
<b>TOTAL</b>	<b>224.204</b>	<b>236.214</b>	<b>128.072</b>	<b>48.400</b>	<b>81.929</b>	<b>350.262</b>	<b>7.355</b>	<b>11.219</b>	<b>1.087.655</b>
Média/ano	32.029	33.745	18.296	6.914	11.704	50.037	1.051	1.603	<b>155.379</b>
Média/mês	2.669	2.812	1.525	576	975	4.170	88	133	<b>12.948</b>
%	20,61	21,72	11,78	4,45	7,53	32,21	0,68	1,03	100,00

(\*) fio encapado, reator, placas de informática, etc.

O Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP não é o único para efetuar a coleta de material reciclável no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP. A opção de adesão ao Programa é voluntária, assim como fica a critério dos Órgãos e Unidades o local para o qual é encaminhado o seu material reciclável.

### 5.3.3.3 Resíduo de Lâmpada Fluorescente

Até o ano de 2001, as lâmpadas fluorescentes de vapor de mercúrio e de sódio geradas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP eram encaminhadas para serem descartadas no Aterro Sanitário Delta da Prefeitura Municipal de Campinas. A partir de 2002, foi efetuado o primeiro contrato, em caráter experimental, para reciclagem deste resíduo. O custo final de reciclagem de cada lâmpada era de R\$ 0,42, independente do tamanho e incluindo o transporte do material.

No final de 2002 foi efetuada uma nova licitação para destinação e reciclagem das lâmpadas geradas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, da qual sagrou-se vencedora outra firma. O custo final para reciclagem de cada lâmpada, incluindo o transporte, era de R\$ 0,27 e, em 2008 o custo é de R\$ 0,28 por lâmpada. O contrato com esta empresa vem sendo renovado anualmente, sendo que deverá ocorrer uma nova licitação no 1º trimestre de 2008.

A coleta de lâmpada fluorescente é efetuada pela Seção de Coleta Diferenciada da Diretoria de Limpeza Urbana e ocorre da seguinte forma:

- as Unidades e Órgãos ligam solicitando o recolhimento;
- em seguida é agendada a data para retirada das lâmpadas;
- após a coleta as lâmpadas são encaminhadas para a DLU/UNICAMP;
- as lâmpadas são acondicionadas com plástico bolha;
- as lâmpadas são armazenadas em contêiner; e,
- as lâmpadas são carregadas no caminhão da firma recicladora, para serem enviadas para reciclagem.

Na Fig. 5.12, vê-se caminhão chegando carregado com lâmpadas fluorescentes coletadas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, como também o acondicionamento das mesmas em plástico bolha.



Figura 5.12 Coleta (a) e acondicionamento (b) das lâmpadas fluorescentes geradas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

### 5.3.3.4 Resíduo de Madeira e de Móveis Inservíveis

A coleta destes resíduos é gerenciada pela Seção de Coleta Diferenciada da Diretoria de Limpeza Urbana. O Resíduo de Madeira refere-se às caixas de verduras coletadas nas grades de lixo e a madeiras coletadas nas Unidades e Órgãos e abandonadas no Campus da Universidade. Já o Resíduo de Móveis Inservíveis é composto por móveis de madeira encaminhados à Área de Patrimônio da UNICAMP e que não apresentam mais condições de serem doados, sendo então desmontados e os componentes de madeira coletados pela DLU/UNICAMP. Estes materiais são encaminhados para recuperação energética em forno de cerâmica ou olaria. Na FIG. 5.13, vê-se o Resíduo de Móveis Inservíveis e de Madeira, gerados no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP.



a

b

Figura 5.13 Resíduo de Móveis Inservíveis (a) e Madeira (b) gerados no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

### 5.3.3.5 Resíduo de Poda

O serviço de poda é efetuado em todas as árvores e arbustos do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, visando à condução do crescimento das espécies vegetais, à segurança dos prédios, veículos, transeuntes, das redes elétricas e de telefonia, sendo que em alguns casos existe a necessidade da retirada de alguma árvore, que não apresenta mais condições para se recuperar. Os serviços de menor porte são efetuados por equipe própria e os serviços de maior porte por equipes terceirizadas.

As Seções de Produção e de Conservação e Manutenção da Diretoria de Áreas Verdes respondem por este serviço, que compreende as podas de condução (FIG. 5.14) e quando necessário à retirada de árvores (FIG. 5.15),



Figura 5.14 Poda de condução de árvores no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (a e b)



Figura 5.15 Retirada de árvore com problema de rachadura no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (a e b)

Os troncos e galhos maiores são encaminhados para recuperação energética, os de menor porte são triturados e encaminhados à adubação de solo ou à compostagem. O resíduo coletado nestas atividades, como também nas de capinação e roçada é encaminhado para o Depósito de Resíduo Vegetal, da Diretoria de Áreas Verdes, onde fica armazenado e é preparado para envio à sua destinação final.

### **5.3.3.6 Resíduo de Capinação e Roçada**

A Seção de Conservação e Manutenção da Diretoria de Áreas Verdes da UNICAMP é a responsável pelo gerenciamento do resíduo do serviço de corte de grama.

Na FIG. 5.16, pode-se observar os serviços de roçada tratorizada e roçada manual, as aparas são encaminhadas para adubação de solo em plantações em sítios de Barão Geraldo ou utilizadas na produção de composto orgânico.



Figura 5.16 Corte tratorizado (a) e corte manual (b) do capim e da grama que compõem o Resíduo de Capinação e Roçada gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

### 5.3.3.7 Depósito de Resíduo Vegetal

O Depósito de Resíduo Vegetal da Divisão de Meio Ambiente é gerenciado pela Diretoria de Áreas Verdes e, nele são efetuadas várias atividades com os resíduos vegetais coletados no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, tais como:

- armazenamento de resíduos vegetais até serem encaminhados a sua destinação final;
- trituração de galhos; e,
- compostagem

Na FIG. 5.17, pode-se observar algumas fotografias das atividades do Depósito de Resíduo Vegetal.



Figura 5.17 Resíduo de poda armazenado(a), galhos sendo triturados (b). aparas de grama sendo carregada (c) e vista geral (d) do Depósito de Resíduo Vegetal da DMA/UNICAMP

A Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP, efetua compostagem, com parte do resíduo vegetal coletado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP. O composto é utilizado nas atividades de plantio e manutenção da área verde do Campus. No ano de 2006, foi produzido, aproximadamente, 900 m<sup>3</sup> de composto, que foram utilizados nas atividades da Diretoria de Áreas Verdes. Na FIG. 5.18, pode-se observar a produção do composto no Depósito de Resíduo Vegetal da DMA/UNICAMP.



Figura 5.18 Farinha de osso (a); areia (b); apara de grama (c) e leiras (d) do composto produzido pela DMA/UNICAMP

### 5.3.3.8 Resíduo de Maravalha

É o resíduo constituído por serragem de eucalipto picada (FIG. 5.19), que é utilizado como forração das gaiolas das cobaias criadas no Centro Multidisciplinar para Investigação Biológica na Área da Ciência em Animais de Laboratório da UNICAMP (CEMIB), ver FIG. 5.19. De acordo com CEMIB (2007), este Órgão iniciou suas atividades em 1979 e encontra-se hoje entre os mais importantes centros voltados à produção de animais utilizados em pesquisa científica.

O descarte deste resíduo é gerenciado pela Seção de Conservação e Manutenção da Diretoria de Áreas Verdes, que efetua a coleta da caçamba na qual é acondicionada a maravalha (FIG 5.19) e realiza o seu transporte até o Aterro Delta da Prefeitura Municipal de Campinas, onde é efetuado o descarte final do mesmo.



Figura 5.19 Caçamba cheia com resíduo já utilizado (a) e do caminhão da DMA/UNICAMP coletando a caçamba para descarte de Resíduo de Maravalha gerado pelo CEMIB/UNICAMP (b)

Na FIG. 5.20, pode-se observar a localização no Campus da Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, da sede da Divisão de Meio Ambiente, dos barracões da Diretoria de Áreas Verdes e da Diretoria Limpeza Urbana, do Depósito de Resíduo Vegetal da DMA e do CEMIB.

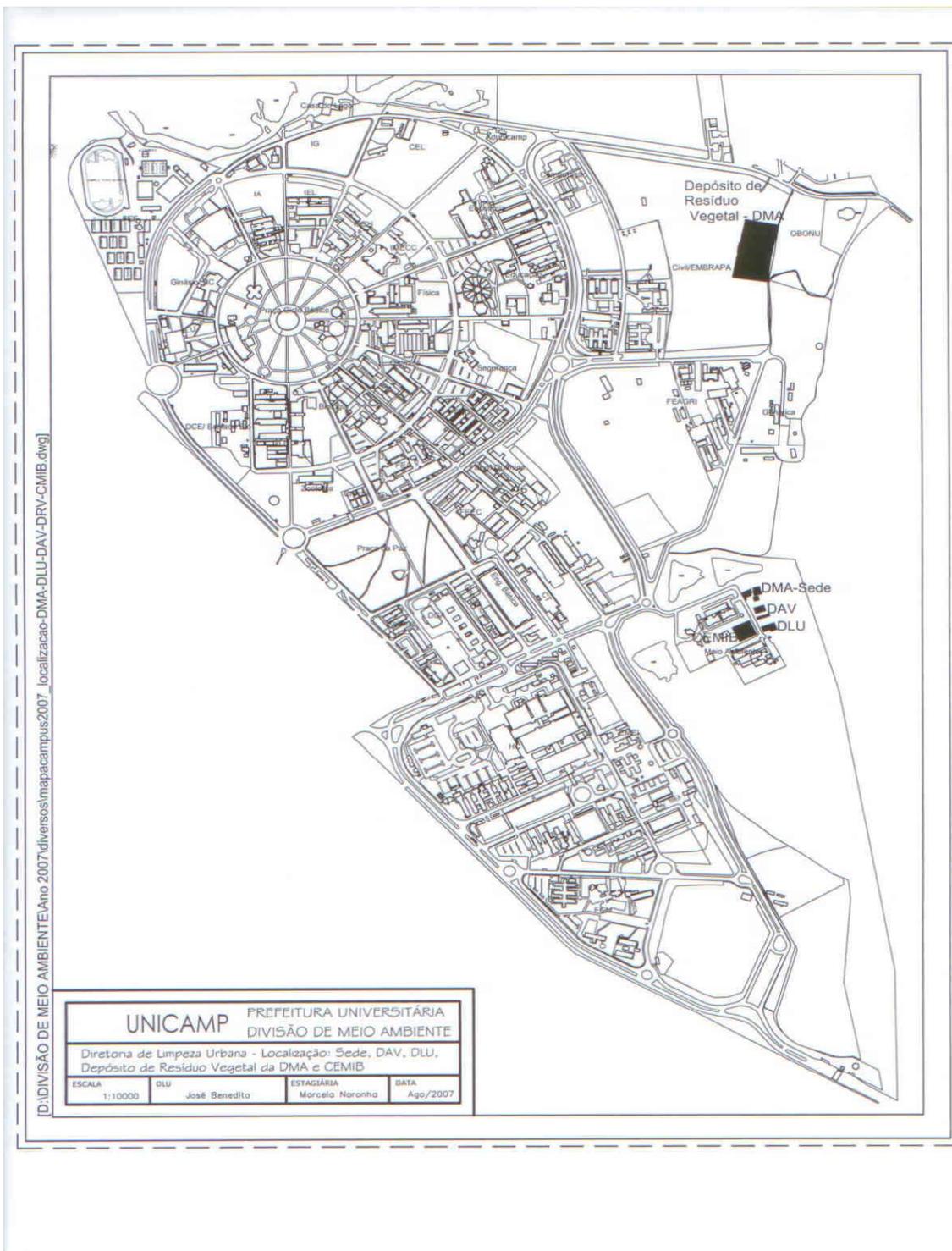


Figura 5.20 Localização no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, da sede da Divisão de Meio Ambiente, da Diretoria de Áreas, da Diretoria de Limpeza Urbana, do Depósito de Resíduos Vegetais e do CEMIB

## **5.4 Resíduo sólido urbano e mobiliário urbano**

Neste item são apresentados os resultados obtidos para o resíduo sólido urbano do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, que foram separados em:

- definição do cronograma de caracterização de resíduo;
- resíduo reciclável;
- resíduo de conservação e limpeza;
- resíduo de capinação e roçada;
- resíduo de poda, madeira e móveis inservíveis;
- resíduo de limpeza de evento;
- resíduo de maravalha;
- resíduo de lâmpada fluorescente; e,
- lixeira fixa e grade de lixo.

### **5.4.1 Definição do cronograma de caracterização de resíduo**

As duas primeiras semanas de 2006 estavam definidas para aprimoramento da logística de coleta e identificação do material e para treinamento na caracterização e mensuração de resíduo. Porém, foi necessário mais duas semanas de treinamento, assim as semanas 3 e 4 onde as caracterizações estariam sendo iniciadas, também foram utilizadas para treinamento. Desta forma, os trabalhos efetivos de caracterização iniciaram-se a partir da 5ª semana. Em substituição às semanas 3 e 4 de 2006, respectivamente uma 3ª semana e 4ª semana de verão, foram incluídas a 4ª e a 5ª semana de janeiro de 2007, que passaram a ser denominadas de semanas 56 e 57 respectivamente, permanecendo a caracterização do Resíduo Reciclável e de Conservação e Limpeza com quatro semanas diferentes de caracterização para o

verão. Na TAB. 5.2, apresenta-se o cronograma completo das semanas, referente às 32 semanas nas quais foram efetuadas as caracterizações do resíduo.

Tabela 5.2 Cronograma de caracterização do Resíduo Reciclável e de Conservação e Limpeza gerados no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

CRONOGRAMA DE CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO DA UNICAMP - 2006/2007					
semana	período	mês	no mês	serviço	estação
1	02 jan a 06 jan	jan.	1º	treinamento	verão
2	09 jan a 13 jan	jan.	2º	treinamento	verão
3	16 jan a 20 jan	jan.	3º	treinamento	verão
4	23 jan a 27 jan	jan.	4º	treinamento	verão
5	30 jan a 03 fev	fev.	1º	conservação e limpeza	verão
6	06 fev a 10 fev	fev.	2º	reciclável	verão
7	13 fev a 17 fev	fev.	3º	conservação e limpeza	verão
8	20 fev a 24 fev	fev.	4º	reciclável	verão
9	CARNAVAL	mar.	1º	FERIADO	verão
10	06 mar a 10 mar	mar.	2º	conservação e limpeza	verão
11	13 mar a 17 mar	mar.	3º	reciclável	verão
12	20 mar a 24 mar	mar.	4º	reciclável	outono
13	27 mar a 31 mar	mar.	5º	conservação e limpeza	outono
14	03 abr a 07 abr	abr.	1º	reciclável	outono
15	Paixão Cristo	abr.	2º	FERIADO	outono
16	Tiradentes	abr.	3º	FERIADO	outono
17	24 abr a 28 abr	abr.	4º	conservação e limpeza	outono
18	Dia do Trabalho	mai.	1º	FERIADO	outono
19	08 mai a 12 mai	mai.	2º	reciclável	outono
20	15 mai a 19 mai	mai.	3º	conservação e limpeza	outono
21	22 mai a 26 mai	mai.	4º	semana livre 1	outono
22	29 mai a 02 jun	mai.	5º	reciclável	outono
23	05 jun a 09 jun	jun.	1º	conservação e limpeza	outono
24	Corpus Christi	jun.	2º	FERIADO	outono
25	19 jun a 23 jun	jun.	3º	reciclável	inverno
26	26 jun a 30 jun	jun.	4º	semana livre 2	inverno
27	03 jul a 07 jul	jul.	1º	conservação e limpeza	inverno
28	10 jul a 14 jul	jul.	2º	reciclável	inverno
29	17 jul a 21 jul	jul.	3º	semana livre 3	inverno
30	24 jul a 28 jul	jul.	4º	semana livre 4	inverno
31	31 jul a 04 ago	ago.	1º	reciclável	inverno
32	07 ago a 11 ago	ago.	2º	semana livre 5	inverno
33	14 ago a 18 ago	ago.	3º	conservação e limpeza	inverno
34	21 ago a 25 ago	ago.	4º	conservação e limpeza	inverno
35	28 ago a 01 set	ago.	5º	reciclável	inverno
36	Independência	set.	1º	UPA	inverno
37	11 set a 15 set	set.	2º	conservação e limpeza	inverno
38	18 set a 22 set	set.	3º	reciclável	primavera
39	25 set a 29 set	set.	4º	conservação e limpeza	primavera
40	02 out a 06 out	out.	1º	reciclável	primavera
41	Padroeira Brasil	out.	2º	FERIADO	primavera
42	16 out a 20 out	out.	3º	conservação e limpeza	primavera
43	23 out a 27 out	out.	4º	reciclável	primavera
44	Finados	nov.	1º	FERIADO	primavera
45	06 nov a 10 nov	nov.	2º	conservação e limpeza	primavera
46	Proc. República	nov.	3º	FERIADO	primavera
47	Consc. Negra	nov.	4º	FERIADO	primavera
48	27 nov a 01 dez	nov.	5º	conservação e limpeza	primavera
49	Imac. Conceição	dez.	1º	FERIADO	primavera
50	11 dez a 15 dez	dez.	2º	reciclável	primavera
51	18 dez a 22 dez	dez.	3º	semana livre 6	verão
52	Natal	dez.	4º	FERIADO	verão
53	Ano novo	jan.	1º	FERIADO	verão
54	08 jan a 12 jan	jan.	2º	semana livre 7	verão
55	15 jan a 19 jan	jan.	3º	semana livre 8	verão
56	22 jan a 26 jan	jan.	4º	conservação e limpeza	verão
57	29 jan a 02 fev	fev.	5º	reciclável	verão

## 5.4.2 Resíduo Reciclável

Vê-se na TAB. A.1 do Apêndice A, a totalização do Resíduo Reciclável, encaminhado ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP, caracterizado nas 16 semanas de coleta por local de origem. Na TAB. A.1 observa-se que os locais de coleta, numerados de 1 a 10, respondem por, aproximadamente, 70% do total de resíduo reciclável enviado ao Programa. Destacam-se por tipo de material reciclável os seguintes locais de coleta:

- papel branco reutilizável (papel branco não utilizado de um lado ou dos dois lados): FEF e DAC;
- papel branco: Reitoria V e GR (excluindo-se o branco reutilizável);
- papel misto: grades e Prefeitura;
- papelão: grades e Prefeitura;
- jornal: COCEN e GR;
- vidro: IQ E FEA;
- plástico: grades e Prefeitura;
- metal: CEMEQ e FEEC;
- ferro: HC e Prefeitura;
- patogênico: FEC e grades;
- não reciclável: FEC e GR.

Vê-se na TAB. 5.3 a totalização do Resíduo Reciclável encaminhado ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP, caracterizado nas 16 semanas de coleta.

Tabela 5.3 Total de Resíduo Reciclável, caracterizado nas 16 semanas de coleta no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (Kg)

Material	Pp bco reutilizável	Pp bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	ñ reciclável	Total
TOTAL	5254,38	4204,14	3135,10	9896,97	1328,12	2143,36	2507,59	93,67	10648,51	86,3	1249,567	<b>40.247,69</b>
%	13,06	10,45	7,79	23,84	3,30	5,33	6,23	0,23	26,46	0,21	3,10	100,00

Com os dados da TAB. 5.3 foi elaborado o gráfico com a composição do Resíduo Reciclável caracterizado, ver FIG. 5.21.

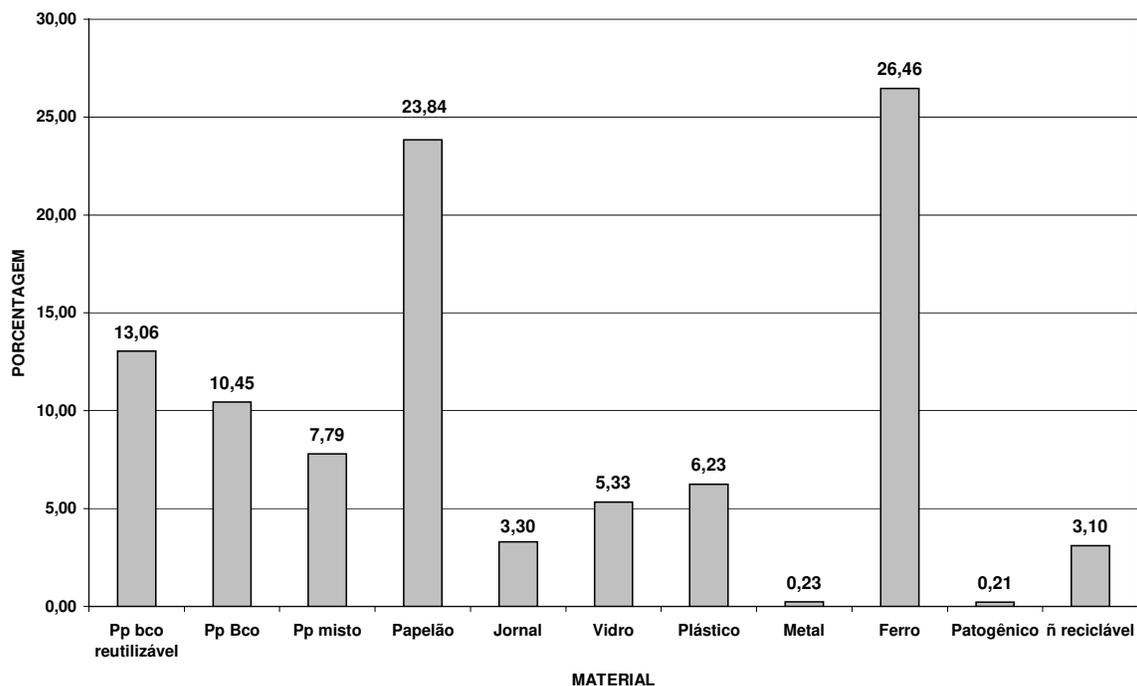


Figura 5.21 Composição percentual do Resíduo Reciclável gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

Da análise da FIG. 5.21, destacam-se os seguintes fatores:

- o elevado índice de sucata ferrosa, 26,46%, refletiu o recebimento de resíduo de geração esporádica originado em três locais: das reformas do Hospital das Clínicas da UNICAMP, que foram de grande porte; do

Serviço de Bombeiros, que efetuou a troca das cabines de acondicionamento de extintores e mangueiras do Campus; e, da Faculdade de Educação Física, que encaminhou material que estava armazenado;

- a 2ª maior produção foi de papelão, resíduo que tem como principal fonte de origem a coleta que a Diretoria de Limpeza Urbana efetua nas grades de lixo do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz”;
- na seqüência, vem a produção do papel branco reutilizável, 13,06%, que reflete a necessidade da implantação de programa de minimização para a redução e reutilização deste resíduo;
- já o percentual de papéis brancos, que totalizou 23,51% (branco reutilizável somado ao branco), reflete as características administrativas do resíduo reciclável da Universidade; e,
- ressalta-se o baixo índice de rejeito do Programa, que foi de 3,31% (patogênico e não reciclável), que refletiu a ótima qualidade da segregação inicial efetuada nos geradores do resíduo na fonte. O principal item de resíduo patogênico encaminhado foi o papel higiênico; enquanto que entre o não recicláveis foram restos de alimentos; estes materiais refletem a necessidade de se reforçar o treinamento das equipes de limpeza dos locais de coleta, pois se nota que a contaminação dos recicláveis ocorre não na segregação do resíduo pelos geradores, mas no momento posterior, em que são coletados pelas equipes de limpeza. Destaca-se também, entre os não recicláveis, a grande quantidade de embalagens de papel sulfite.

Na Fig. 5.22 são apresentadas fotografias do resíduo de sucata ferrosa, papelão e papel branco reutilizável.



Figura 5.22 Sucata ferrosa (a); papelão (b) e papel branco reutilizável (c) encaminhados ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP

Na FIG. 5.23 são apresentadas fotografias do resíduo patogênico, orgânico e não reciclável, coletados pelo Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP.



Figura 5.23 Patogênico (a); orgânico (b) e papel não reciclável (c e d) encaminhados ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP

A análise do resíduo reciclável por estações do ano é apresentada na TAB. 5.4.

Tabela 5.4 Resíduo Reciclável caracterizado por estação do ano, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, incluindo a sucata ferrosa esporádica (kg)

Estação	Pp reutilizável	Pp bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	ñ reciclável	Total	%
Verão	1053,60	1255,50	922,93	2248,62	341,04	676,96	677,61	11,41	393,92	47,80	396,64	8026,03	19,94
Outono	1619,58	978,18	793,30	2374,07	356,69	364,82	793,83	72,73	3064,94	22,04	435,33	10875,50	27,02
Inverno	1687,91	1011,87	966,57	2505,36	313,29	97,75	295,75	6,87	111,90	6,86	231,73	7235,84	17,98
Primavera	893,30	958,60	452,30	2468,92	317,10	1003,83	740,40	2,66	7077,75	9,60	185,87	14110,32	35,06
Total	5254,38	4204,15	3135,10	9596,97	1328,12	2143,36	2507,59	93,66	10648,51	86,30	1249,57	<b>40247,69</b>	
%	13,06	10,45	7,79	23,84	3,30	5,33	6,23	0,23	26,46	0,21	3,10		100,00

Nota-se, nos dados da TAB. 5.4, que no outono e na primavera a quantidade total de resíduo reciclável coletada foi maior que a das demais estações. Este fato deveu-se ao encaminhamento esporádico, por parte de algumas unidades, de sucata ferrosa. No outono foram encaminhadas, das reformas no Hospital das Clínicas (HC), 2.390 kg e na primavera, 5.820 kg de sucata ferrosa do mesmo local. Nesta mesma estação foi encaminhada pelos Bombeiros 665 kg e pela Faculdade de Educação Física 162,8 kg.

Ressalte-se que estes encaminhamentos esporádicos não tiveram nenhum vínculo com as estações climáticas. Assim, efetuou-se a exclusão desta massa de resíduo de encaminhamento esporádico, alterando-se o valor da somatória do Resíduo Reciclável. Desta forma, o total do outono passou para 8.485,50 kg e o da primavera para 7.462,53 kg, conforme se pode verificar na TAB. 5.5.

Tabela 5.5 Resíduo Reciclável caracterizado por estação do ano, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, excluindo a sucata ferrosa esporádica (kg)

Estação	Pp reutilizável	Pp bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	ñ reciclável	Total	%
Verão	1053,60	1255,50	922,93	2248,62	341,04	676,96	677,61	11,41	393,92	47,80	396,64	8026,03	25,72
Outono	1619,58	978,18	793,30	2374,07	356,69	364,82	793,83	72,73	674,94	22,04	435,33	8485,50	27,19
Inverno	1687,91	1011,87	966,57	2505,36	313,29	97,75	295,75	6,87	111,90	6,86	231,73	7235,84	23,18
Primavera	893,30	958,60	452,30	2468,92	317,10	1003,83	740,40	2,66	429,95	9,60	185,87	7462,53	23,91
Total	5254,38	4204,15	3135,10	9596,97	1328,12	2143,36	2507,59	93,66	1610,71	86,30	1249,57	<b>31209,69</b>	
%	16,84	13,47	10,05	30,75	4,26	6,87	8,03	0,30	5,16	0,28	4,00		100,00

Os valores da TAB. 5.5, passaram a ser adotados para todas as análises efetuadas com o Resíduo Reciclável.

A partir da TAB. 5.5, foi elaborado o gráfico da variação do Resíduo Reciclável coletado por estação do ano, conforme FIG. 5.24.

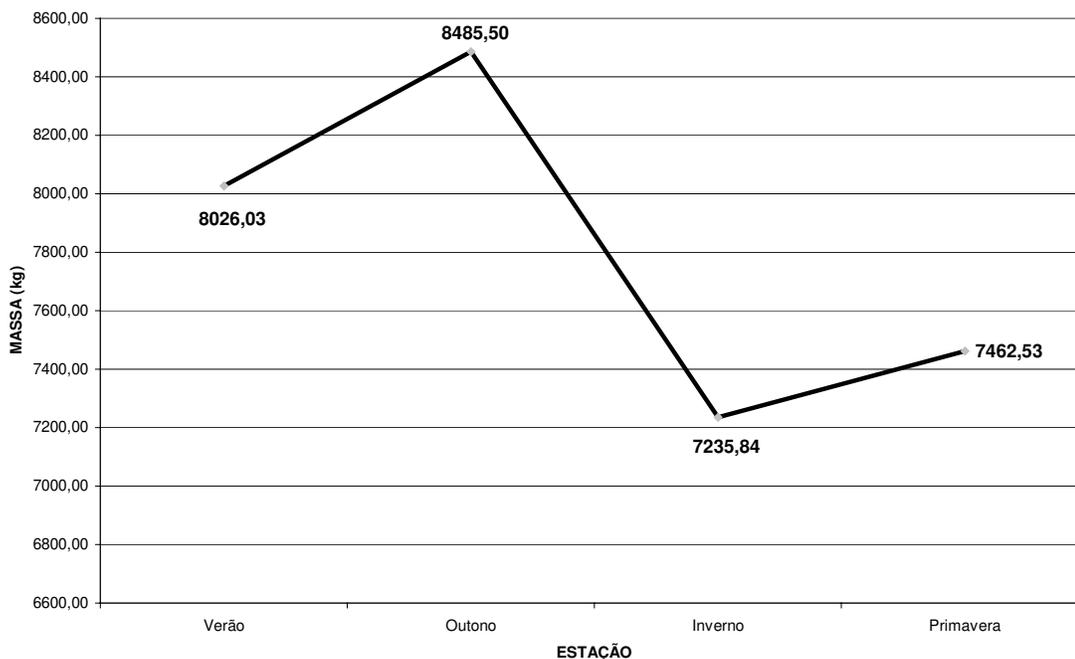


Figura 5.24 Variação da quantidade de Resíduo Reciclável, por estação do ano, excluindo a sucata ferrosa esporádica (kg)

Nota-se na FIG. 5.24, que mesmo sem a inclusão da sucata ferrosa originada no Hospital das Clínicas, no serviço de Bombeiros e na FEF, existe uma grande variação no resíduo reciclável entre o outono e o inverno. Para se avaliar esta variação, efetuou-se a média das estações e a comparação da variação desta média com relação a cada estação, e também, em relação ao desvio padrão das estações, ver TAB. 5.6.

Tabela 5.6 Variação em massa e percentual em relação à média e o desvio padrão do Resíduo Reciclável por estação do ano

Estação	Média das estações (kg)	Variação em massa em relação à média(kg)	Variação percentual em relação à média	Desvio padrão
Verão	7.802,48	223,55	2,87	563,66
Outono		683,02	8,75	
Inverno		-566,64	-7,26	
Primavera		-339,95	-4,36	

Pode-se observar que com relação à média aritmética, nenhuma das estações apresentou variação percentual superior a 10% em massa e, com relação ao desvio padrão das estações, a única com variação positiva maior que o desvio padrão foi o outono. Assim efetuou-se a comparação do resíduo recebido no outono em relação à média das outras três estações, ver TAB. 5.7.

Tabela 5.7 Comparação da média aritmética do Resíduo Reciclável gerado no verão, inverno e primavera com o gerado no outono (kg)

Estação	Pp bco reutilizável	Pp bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	ñ reciclável
Média (inverno, primavera e verão)	1211,60	1075,32	780,60	2407,63	323,81	592,85	637,70	6,98	311,92	21,42	271,41
Outono	1619,58	978,18	793,30	2374,07	356,69	364,82	793,83	72,73	674,94	22,04	435,33
Variação percentual	<b>33,67</b>	-9,03	1,63	-1,39	<b>10,15</b>	-38,46	<b>24,48</b>	<b>942,72</b>	<b>116,38</b>	2,89	<b>60,39</b>

Para efeito de análise, adotou-se a variação positiva superior a 10%, assim foram avaliados os seguintes itens: papel branco reutilizável, jornal, plástico, metal, ferro e não reciclável.

As razões para as variações positivas observadas, a partir da TAB. 5.7, foram:

- papel branco reutilizável: ocorreram três remessas atípicas:
  - ✓ o HC encaminhou 166 kg, que correspondeu a 67,34% do seu envio anual;
  - ✓ o IMECC encaminhou 143 kg, que correspondeu a 61,22% de seu envio anual;
  - ✓ a COMVEST encaminhou 122,30 kg, que correspondeu a 100% de seu envio anual;
    - ❖ a soma destas remessas totalizaram 431,30 kg, mais de 100% da variação;
- jornal: ocorreu uma remessa da Assessoria de Imprensa de 44 kg, que correspondeu a 100% de seu envio anual;
  - ✓ a remessa de 44 kg totalizou mais de 100% da variação;
- plástico: ocorreu uma remessa atípica da Prefeitura (RU), que encaminhou 275,90 kg, que correspondeu a 41,16% de seu envio anual
  - ✓ a remessa de 275,90 kg totalizou mais de 100% da variação;
- metal: ocorreram três remessas atípicas:
  - ✓ o CEMEQ encaminhou 36 kg, que correspondeu a 100% de seu envio anual;
  - ✓ a Secretaria Geral encaminhou 14,30 kg, que correspondeu a 100% de seu envio anual;
  - ✓ a FEEC encaminhou 12,88 kg, que correspondeu a 93,13% de seu envio anual;
    - ❖ a soma destas remessas totalizaram 63,18 kg, que correspondeu a 96,09% da variação;
- ferro: ocorreu uma remessa atípica da Prefeitura (RU), que encaminhou latas de óleo que se encontravam armazenadas, no total de 606,30 kg, que correspondeu a 36,54% do envio anual da Prefeitura;
  - ✓ a remessa de 606,30 kg totalizou mais de 100% da variação;
- não reciclável: ocorreram quatro remessas atípicas:

- ✓ a FEC encaminhou 61,47kg, que correspondeu a 30,13% de seu envio anual;
- ✓ a FEEC encaminhou 51,89 kg, que correspondeu a 63,74% de seu envio anual;
- ✓ o GR encaminhou 47,31 kg, que correspondeu a 35,09% de seu envio anual;
- ✓ COMVEST encaminhou 16,00 kg, que correspondeu a 82,35% de seu envio anual; e,
  - ❖ As remessas totalizaram 176,67 kg, que correspondeu a mais de 100% da variação;

Como se pode observar, estes itens de encaminhamento atípico podem explicar a variação ocorrida no outono em relação às demais estações do ano. Sendo que a maior quantidade em massa refere-se a papel e jornal, itens referentes às atividades administrativas da Universidade e as latas de óleo estocadas no RU da UNICAMP, itens que não possuem relação direta com as estações climáticas.

Efetuuou-se também a análise da variação do resíduo reciclável por semana de caracterização. Na TAB. 5.8 é apresentada a totalização semanal do resíduo reciclável.

Tabela 5.8 Totalização do Resíduo Reciclável, coletado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por semana de coleta (kg)

Período	Semana do mês	Resíduo Reciclável (kg)
semana 6	2 <sup>a</sup>	1.333,03
semana 8	4 <sup>a</sup>	2.054,96
semana 11	3 <sup>a</sup>	2.507,46
semana 12	4 <sup>a</sup>	2.078,90
semana 14	1 <sup>a</sup>	2.481,39
semana 19	2 <sup>a</sup>	1.795,04
semana 22	5 <sup>a</sup>	2.130,17
semana 25	3 <sup>a</sup>	1.862,89
semana 28	2 <sup>a</sup>	1.559,54
semana 31	1 <sup>a</sup>	2.072,12
semana 35	5 <sup>a</sup>	1.741,29
semana 38	3 <sup>a</sup>	1.704,11
semana 40	1 <sup>a</sup>	1.360,08
semana 43	4 <sup>a</sup>	2.026,97
semana 50	2 <sup>a</sup>	2.371,36
semana 57	5 <sup>a</sup>	2.130,58
<b>TOTAL</b>		<b>31.209,89</b>
Média Semanal		1.950,62

A partir da TAB. 5.8 elaborou-se o gráfico da FIG. 5.25, no qual é analisada a variação semanal do resíduo reciclável caracterizado.

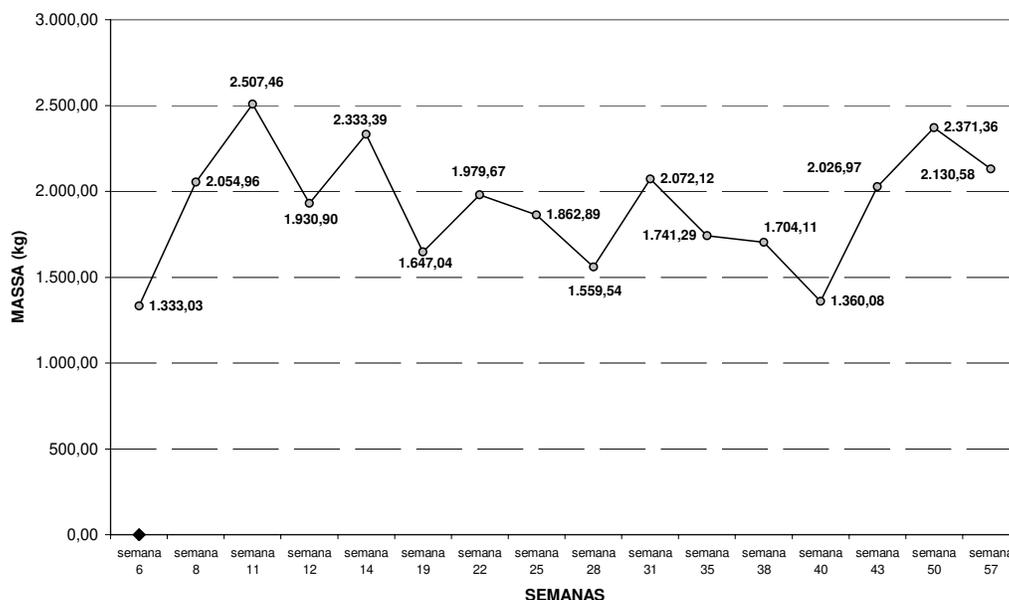


Figura 5.25 Variação semanal do Resíduo Reciclável coletado pelo Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP (kg)

Pela FIG. 5.25, pode-se observar grande variação no encaminhamento do Resíduo Reciclável entre as semanas. Para se identificar qual semana de caracterização e a qual semana do mês esta se refere, elaborou-se a TAB. 5.9, onde se efetuou a distribuição por categorias de massa (kg), variando em 300 kg cada categoria, aproximadamente 1% do total do resíduo coletado, com a finalidade de obter-se a distribuição nestas categorias das semanas de caracterização.

Tabela 5.9 Distribuição das semanas de caracterização de Resíduo Reciclável, por categorias (kg)

	<b>Categorias (kg)</b>	<b>Semana de caracterização</b>	<b>Semana do mês</b>
1	1.301 – 1600	6, 28 e 40	2 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 1 <sup>a</sup>
2	1.601 – 1.900	19, 25, 35 e 38	2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> , 5 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup>
<b>3</b>	<b>1.901- 2.100</b>	<b>8, 12, 31 e 43</b>	<b>4<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 1<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup></b>
4	2.101 – 2.400	22, 50 e 57	5 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 5 <sup>a</sup>
5	2401 – 2700	11 e 14	3 <sup>a</sup> e 1 <sup>a</sup>

Pode-se verificar na TAB. 5.9, que a média aritmética das semanas 1.950,62 kg, encontra-se na 3<sup>a</sup> categoria, onde temos: uma 1<sup>a</sup> semana e quatro 4<sup>a</sup>.

Abaixo da categoria da média, tem-se 7 semanas, sendo: uma 1<sup>a</sup>, três 2<sup>a</sup>, duas 3<sup>a</sup> e uma 5<sup>a</sup> semana(s). Acima da categoria da média, há 5 semanas, sendo: uma 1<sup>a</sup>, uma 2<sup>a</sup>, uma 3<sup>a</sup> e duas 5<sup>a</sup> semana. Quando se analisa a influência de fatores externos neste resíduo, ao considerar-se, principalmente, a influência do período de pagamento, que se encontra na 1<sup>a</sup> ou 2<sup>a</sup> semana, observa-se que 57,1% da incidência de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> semanas, encontra-se abaixo da média de geração do resíduo, o que demonstra que o período de pagamento não tem influência na geração deste resíduo. Fato que pode ser explicado por este resíduo possuir características administrativas, tendo, assim, independência ao fator período de pagamento do pessoal.

Os locais de coleta do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP estão representados na FIG. 5.26.

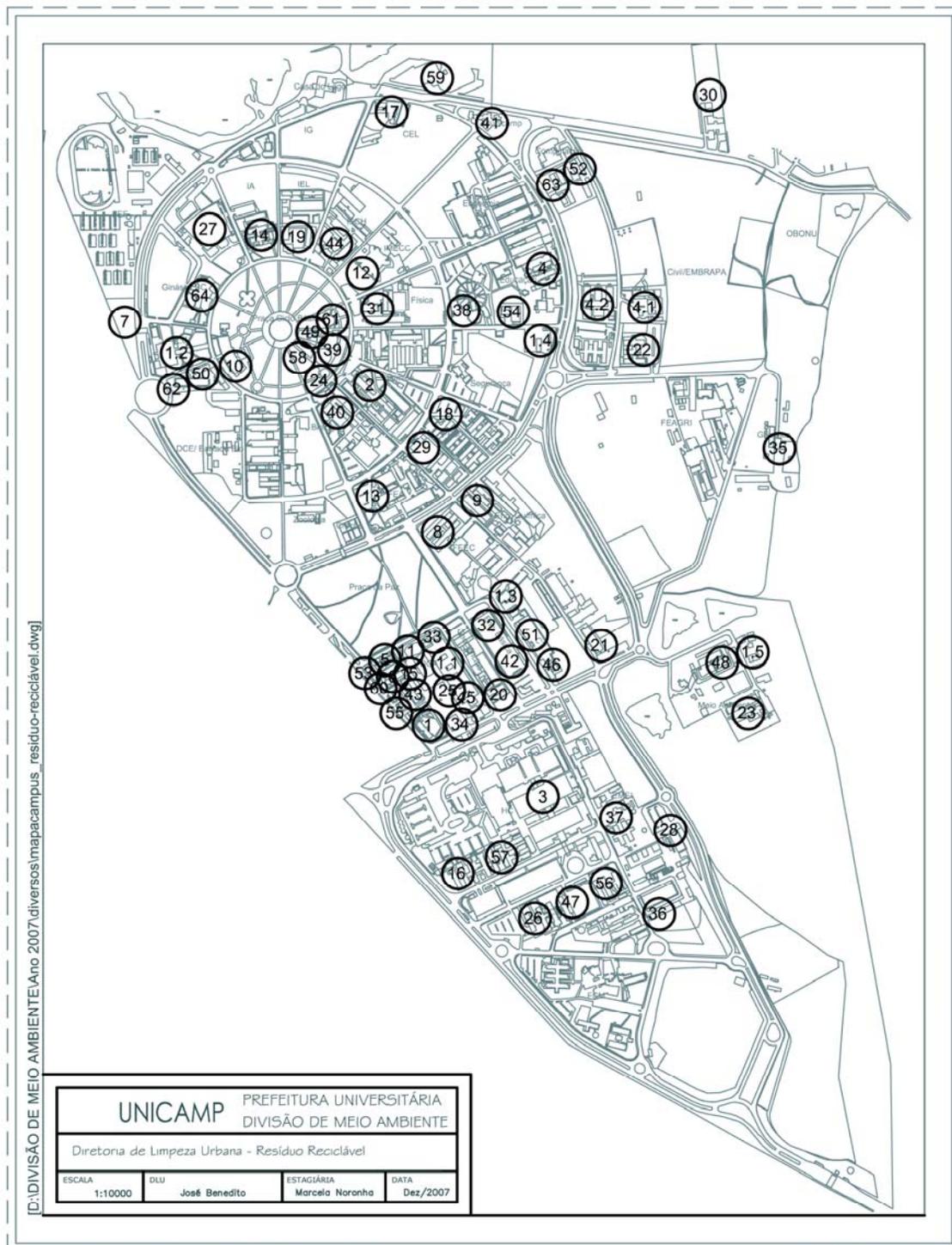


Figura 5.26 Locais de coleta, no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP

Na TAB. 5.10, relaciona-se, nominalmente, os locais demonstrados na FIG. 5.26.

Tabela 5.10 Locais de coleta, no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP

	<b>Local</b>		<b>Local</b>
1	Prefeitura	30	SOFTEX
1.1	DS/CINFRA	31	IFGW
1.2	RU	32	NEPAM
1.3	RA	33	AEPLAN
1.4	Vigilância	34	AFPU
1.5	DMA	35	CBMEG
2	IQ	36	Almoxarifado Central
3	HC	37	EMEI
4	FEC	38	FE
4.1	salas de aula	39	Básico I
4.2	Lab. Saneamento	40	IB
5	Reitoria V	41	ADUNICAMP
6	GR	42	CCS
7	FEF	43	EXTECAMP
8	FEEC	44	IFCH
9	FEQ	45	Assessoria de Imprensa
10	DAC	46	INOVA
11	Bombeiros	47	CIPOI
12	IMECC	48	CEMIB
13	FEA	49	CMU
14	IA	50	DCE
15	DGRH	51	CT
16	CAISM	52	NEPP
17	CONVEST	53	CEPETRO
18	FEM	54	Lab. Hidrogênio
19	IEL	55	Secretaria Geral
20	Geociências	56	HEMOCENTRO
21	CEMEQ	57	CEB
22	EMBRAPA	58	Supletivo
23	NMCE	59	FUNCAMP
24	STU	60	PRG
25	COCEN	61	CIPA
26	CECOM	62	SIARQ
27	GMU	63	NEPO
28	PRODECAD	64	BC
29	Lab. Óleos e Gorduras		

### 5.4.2.1 Avaliação da composição do Resíduo Reciclável encaminhado ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP

A partir da TAB. 5.5, elaborou-se a FIG. 5.27, onde consta a composição gravimétrica do Resíduo Reciclável encaminhado ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP.

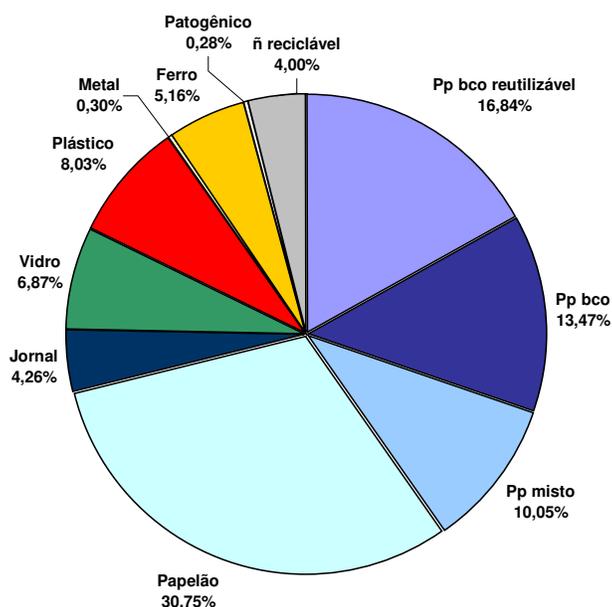


Figura 5.27 Composição gravimétrica do Resíduo Reciclável encaminhado ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP

Na FIG. 5.28, pode-se observar a composição gravimétrica do resíduo reciclável coletado em 327 programas de coleta seletiva de prefeituras brasileiras.

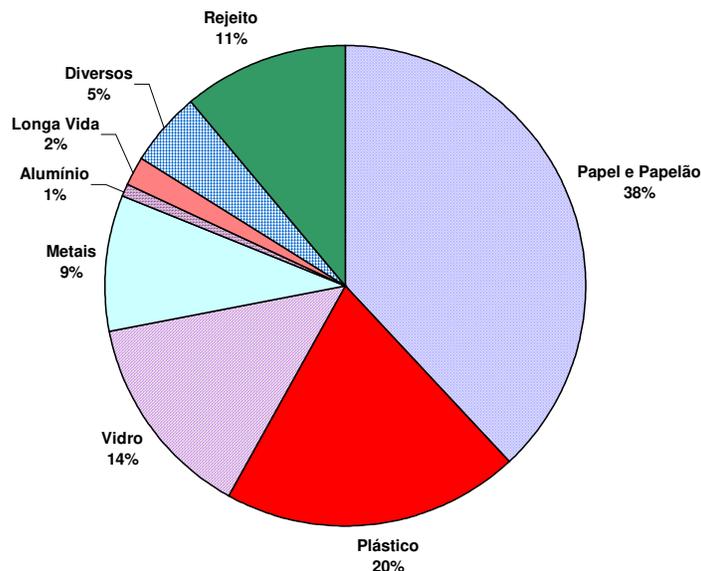


Figura 5.28 Composição gravimétrica do resíduo reciclável coletado em 327 programas de coleta seletiva de prefeituras brasileiras  
Fonte CEMPRE (2007)

Para se poder efetuar a comparação dos gráficos das Figuras 5.27 e 5.28, foram feitos os seguintes ajustes:

- os papéis, papelão e jornal da composição da UNICAMP, foram somados;
- o metal e o ferro da composição da UNICAMP foram somados, como também, foram somados o metal e o alumínio da composição das Prefeituras;
- o patogênico e o não reciclável da composição da UNICAMP foram somados para se poder compara-los ao rejeito da composição das Prefeituras;
- assumiu-se o diversos da composição da UNICAMP como 0%; e somou-se a composição das Prefeituras o Tetra-pak ; e,
- os demais itens não sofreram alteração.

O resultado da comparação das duas composições gravimétricas encontra-se na FIG. 5.29.

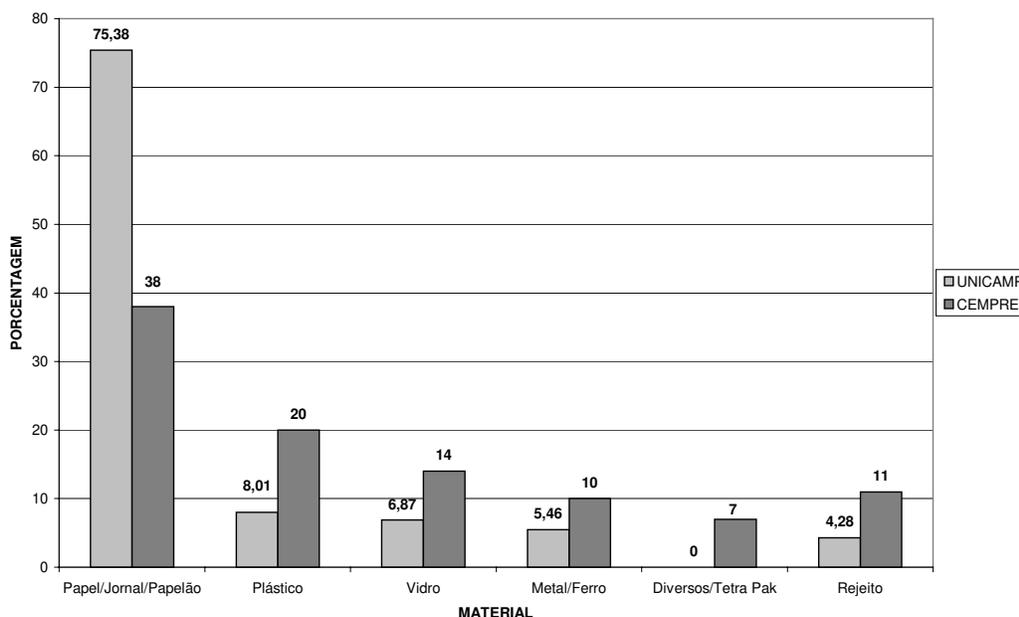


Figura 5.29 Comparação da composição gravimétrica do Resíduo Reciclável caracterizado na UNICAMP, com os materiais recicláveis de Programas de Coleta Seletiva de 327 Prefeituras brasileiras

Pode-se observar na comparação das composições da FIG. 5.29 que:

- o papel (branco reutilizável, branco, misto, papelão e jornal) foi o material encontrado em maior quantidade. Porém, no Programa da UNICAMP, a proporção foi de 75,38%, quase o dobro das prefeituras, o que demonstra a característica administrativa do resíduo no Programa da UNICAMP;
- o plástico representou nas prefeituras 20% e na UNICAMP 8,01%;
- o vidro representou nas prefeituras 14%. e no programa da UNICAMP 6,87% ;
- o rejeito das prefeituras foi de 11%, enquanto que na UNICAMP foi de 4,28% (patogênico e não reciclável);
- os metais ferro e alumínio, representaram 10% nas prefeitura e 5,46% na UNICAMP; e,

- os diversos representaram 5% nas prefeituras e 0% na UNICAMP.

Nota-se que no Programa da UNICAMP há uma grande participação de resíduo com característica administrativa (papel, papelão e jornal), na composição do resíduo, totalizando 75,38%, como se esperava. Outro fator a ser ressaltado é o percentual de rejeito deste programa, que é de 4,28%, menos da metade do percentual das prefeituras, que foi de 11% (FIG. 5.28), o que reflete o cuidado na segregação por parte das Unidades e Órgãos participantes do programa.

#### **5.4.2.2 Avaliação do potencial de ampliação da coleta seletiva no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP**

Conforme DMA/UNICAMP, em TAB. 5.1, no Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP, foi coletado, no ano de 2006, 187.371 kg de resíduo reciclável no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP. Porém, como se pode observar na caracterização efetuada do Resíduo Reciclável, parte da sucata ferrosa encaminhada a este programa de coleta seletiva apresenta a peculiaridade de ser de envio esporádico, não podendo ser definida como resíduo de encaminhamento rotineiro por parte das Unidades e Órgãos participantes. Desta forma, para se efetuar esta avaliação foi necessário efetuar a exclusão deste resíduo de encaminhamento esporádico. Da TAB. 5.4 tem-se a massa de 10.648,51 kg para o total do resíduo de ferro caracterizado e da TAB. 5.5 tem-se a massa de 1.610,71 kg para o resíduo de ferro de encaminhamento regular. Assim, pode-se concluir que 9.037,50 kg do total de resíduo de ferro caracterizado no ano de 2006 corresponde ao resíduo de encaminhamento esporádico. Então, a partir da TAB. 5.1, onde consta a massa de 68.000 kg, para o total de resíduo de ferro coletado em 2006, considera-se 58.962,50 kg, excluindo-se o resíduo de encaminhamento esporádico. Desta forma, o total de resíduo coletado pelo Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP, passou de 187.311 kg para 178.273,50 kg por ano ou 14.856,13 kg por mês.

Com relação ao total de resíduo sólido urbano gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, segundo Henrique (2005), em 2004 foi de, aproximadamente, 120.000 kg/mês. Porém, com certeza, a população do Campus aumentou de 2004 para 2006 e, conseqüentemente, a geração de resíduo. Na TAB. 5.11 pode-se observar dados da variação da população fixa da UNICAMP.

Tabela 5.11 Variação da população fixa da UNICAMP, de 2004 a 2006 (hab.)

Segmento	2004	2005	2006
Docentes	2.105	2.114	2.125
Pós-Graduação	15.393	15.696	22.044
Graduação	16.313	17.275	17.275
Servidores	9.940	9.952	9.942
TOTAL	43.751	45.037	51.386
Variação (%) em relação a 2004	-	2,93	17,45

Fonte (UNICAMP/AEPLAN 2007)

Como se pode observar na TAB. 5.11, do ano de 2004 para 2006, a população fixa da UNICAMP, cresceu 17,45%. Considerando-se que a população do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, tenha crescido na mesma proporção e a taxa de geração de resíduos sólidos tenha se mantido constante, pode-se estimar a geração de RSU para 2006 como sendo de 120.000 kg/mês x 17,45% = **140.940 kg/mês**.

Com isto pode-se calcular o percentual de coleta do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP em 2006. Neste ano, coletou-se 14.856,13 kg por mês, o que significa um percentual de **10,54%**, em relação ao total estimado de resíduo sólido urbano, no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP.

Para se avaliar o potencial de expansão da coleta seletiva foi necessário estimar o resíduo reciclável coletado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da

UNICAMP, por outros programas, que não o Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP. O grande gerador de resíduo reciclável no Campus e, que não participa integralmente do Programa da Prefeitura da UNICAMP, é a Área de Saúde. Parte significativa de seu resíduo reciclável coletado é encaminhado para a Cooperativa de Catadores de Barão Geraldo, que faz parte do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura Municipal de Campinas.

No ano de 2006, por, aproximadamente três meses, por questões de acertos operacionais entre a Administração do Hospital das Clínicas e a Cooperativa de Catadores de Barão Geraldo, o resíduo que a Área de Saúde encaminhava à Cooperativa foi enviado ao barracão da DLU/UNICAMP. Foi possível, então, quantificar este resíduo reciclável coletado na Área de Saúde da UNICAMP. Encontrou-se que o total de papelão gerado na Área de Saúde (1,83 t/mês), foi equivalente a 50% do total de papelão recolhido pelo Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP (3,66.t/mês, TAB. 5.1). Já para os demais materiais recicláveis, obteve-se o montante de 30%, o que representou 3,35 t.

Com esta massa estimada de resíduo reciclável e os dados da TAB. 5.1, foi calculado o total, mensal, aproximado, de resíduo reciclável coletado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP. O resíduo reciclado coletado seletivamente no Campus foi estimado em:

- 14.856 kg do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP (coletado pelo DMA/UNICAMP);
- 1.831 kg papelão gerado pela Área de Saúde (coletado pela PMC); e,
- 3.358 kg demais materiais recicláveis gerados pela Área de Saúde (coletado pela PMC).

Desta forma, no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, resultou o total de resíduo reciclável coletado por mês, de **20.045 kg**, que passou a ser de **14,22%**, com a inclusão do resíduo encaminhado pela Área de Saúde à Cooperativa de Catadores de Barão Geraldo.

De acordo com Grupo do Lixo (1999) o percentual médio de resíduo reciclável no resíduo sólido urbano é de 30%, mas Streb (2001) afirma que este percentual pode atingir a 41% no município de Campinas.

Assim, comparando-se a estimativa da quantidade de resíduo reciclável coletado no ano de 2006 (14,22%), avaliou-se o potencial de expansão da Coleta Seletiva no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, assumindo que o valor máximo possível é o de Streb (2001), 41%, por ser um valor local. O potencial de expansão da coleta seletiva do Campus é, portanto, de **26,78%**. Isto representa somado ao total existente hoje, um total potencial de resíduo reciclável de 57.785,40 kg/mês ou 693.424,80 kg/ano.

Comparando-se o percentual de 14,22% de coleta de recicláveis no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, com o de outras universidades:

- Universidade de Viçosa que, atualmente, é de 12% mas conforme FIG. 3.2, pode-se observar que, por volta de 2002, somente o papel coletado na UFV já foi maior, pelo menos o dobro (UFV, 2007b); e,
- Universidade Estadual de Feira de Santana que, em 2001, era de 27,69% (DIAS, 2003).

Pode-se observar que o Programa de Coleta Seletiva da UNICAMP encontra-se, em termos percentuais, em um patamar intermediário entre os Programas de Coleta Seletiva da UFV e da UEFS.

Considerando-se os dados obtidos a partir de Streb (2001), para ampliação do sistema de coleta seletiva da UNICAMP, será necessário:

- ampliação da estrutura de coleta, triagem e armazenamento do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP; e;
- intensificação das atividades de sensibilização e educação ambiental junto à comunidade universitária.

### **5.4.2.3 Potencial de minimização do resíduo de papel branco reutilizável**

A massa total de papel branco reutilizável nas 16 semanas de caracterização foi de 5.254,38 kg (TAB. 5.5). Esta massa corresponde a 13,06% do total do Resíduo Reciclável caracterizado (TAB. 5.5). Este resíduo foi escolhido para avaliação da viabilidade de implantação de um “Programa de minimização de geração de papel branco no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP”. Este resultado não só justifica como demonstra a necessidade de implementação de um Programa de Minimização da Geração de Resíduo de Papel Branco no Campus. Além deste resíduo, outros itens poderão ser incorporados em programas de minimização, tais como: matéria orgânica, outros papéis e plástico.

Com relação à importância da implantação de programas de minimização de resíduo, Barbosa (2007) relata que:

“após a implantação do programa de minimização de resíduo sólido doméstico da FEC, a eficiência do programa de coleta seletiva passou a ser de 90,2% para a FEC. Antes da implantação do programa de minimização esta eficiência era de 85,5%, o que indica que houve uma melhora deste índice após a implantação do programa de minimização”.

Segundo a mesma autora, em relação aos materiais passíveis de redução na fonte, o “papel branco não usado”, sofreu uma redução média semanal de 81% na quantidade gerada. Este resultado reforça a importância da implementação de programas de minimização, neste caso com ênfase na redução, de resíduo.

### 5.4.3 Resíduo de Conservação e Limpeza

Neste item foram apresentados os resultados da caracterização do resíduo de conservação e limpeza, que foi dividido nos seguintes itens:

- resíduo de feira; e,
- resíduo de limpeza.

#### 5.4.3.1 Resíduo de Feira

Na TAB. 5.12, observa-se o resultado das caracterizações do Resíduo de Feira gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP.

Tabela 5.12 Resíduo de Feira, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por local de origem (kg)

Local	Pp reutilizável	Pp branco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	Fraldas	ñ reciclável	Varição	Total	%
Área de Saúde	0,00	2,26	7,15	1,22	0,00	0,38	10,70	0,54	2,63	1,00	0,00	38,51	34,20	98,58	10,54
Básico	0,00	21,80	12,35	8,30	2,30	5,19	84,60	1,13	0,00	0,80	0,00	281,92	48,80	467,19	49,96
Coccom	0,00	19,00	17,70	3,85	0,00	1,95	42,70	0,30	0,16	0,10	0,00	106,04	0,00	191,80	20,51
Reitoria	0,00	7,64	7,50	3,23	0,00	4,40	14,80	0,38	0,40	0,10	0,00	75,27	63,78	177,50	18,98
<b>Total</b>	0,00	50,70	44,70	16,60	2,30	11,92	152,80	2,34	3,19	2,00	0,00	501,74	146,78	<b>935,06</b>	
%	0,00	5,42	4,78	1,77	0,25	1,27	16,34	0,25	0,34	0,21	0,00	53,66	15,70		100,00

Observa-se na TAB. 5.12, que entre o resíduo reciclável presente no Resíduo de Feira destacou-se o plástico com mais de 16% e a somatória do papel (branco reutilizável, branco, misto, papelão e jornal) com 12,22% do total do resíduo caracterizado respectivamente. Ressalte-se que estes valores são da totalização final,

independente do número de amostras, que no tocante a este resíduo, teve uma grande variação.

Na TAB. 5.13, tem-se os resultados do Resíduo de Feira, por estação do ano.

Tabela 5.13 Resíduo de Feira, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por local de origem e pela estação do ano (kg)

Local	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	TOTAL	%
Área de Saúde	23,56	20,77	33,58	20,67	98,58	10,54
Básico	47,53	95,66	142,88	181,12	467,19	49,96
Cecom	105,80	43,57	23,78	18,65	191,80	20,51
Reitoria	77,15	32,82	25,42	42,10	177,49	18,98
<b>Total</b>	<b>254,04</b>	<b>192,82</b>	<b>225,66</b>	<b>262,54</b>	<b>935,06</b>	
%	27,17	20,62	24,13	28,08		100,00

Na TAB. 5.13, nota-se que as variações percentuais do Resíduo de Feira foram de 20,62% no outono a 28,08% na primavera. Porém, a caracterização deste resíduo apresentou um número de amostragens muito diverso, pois algumas feiras, como a da Área de Saúde, ocorrem com menor regularidade que as demais. Assim, estes percentuais estão influenciados pelo número de amostras, não sendo adequada a comparação direta dos resultados.

Para corrigir esta distorção no número de caracterizações, a partir de TAB. 5.13, elaborou-se a TAB. 5.14, na qual a quantidade de Resíduo de Feiras, gerado por estação do ano, foi dividida pelo número de amostragem (coletas) efetuada em cada local. Desta forma, obteve-se a média deste resíduo encaminhada para caracterização em cada ponto de coleta, representando a geração média de resíduo por evento (feira).

Tabela 5.14 Média do Resíduo de Feira, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, encaminhado para caracterização por local de coleta e por evento (kg)

Local	Verão		Outono		Inverno		Primavera		Total	%
	a	b	a	b	a	b	a	b		
Área de Saúde	23,56	1	20,77	1	16,79	2	6,89	3	68,01	28,64
Básico	23,77	2	19,33	5	23,81	6	22,64	8	89,55	37,71
Cecom	15,11	7	6,22	7	4,76	5	6,22	3	32,31	13,61
Reitoria	15,43	5	9,65	5	8,47	3	14,03	3	47,58	20,04
Total	77,87	15	55,97	18	53,83	16	49,78	17	237,45	
%	32,79		23,57		22,67		20,96			100,00

(a) massa média (kg)

(b) número de amostras (unidade)

Observa-se na TAB. 5.14, a maior geração de Resíduo de Feira no verão, com 32,79% do total deste resíduo, apesar de possuir somente 15 amostras, a menor quantidade em relação às demais. Com isto, evidencia-se o verão como sendo a estação de maior geração de Resíduo de Feira. A partir das TAB. 5.13 e 5.14, elaborou-se gráfico onde se compara o percentual bruto e médio do Resíduo de Feiras encaminhado para caracterização, conforme FIG. 5.30

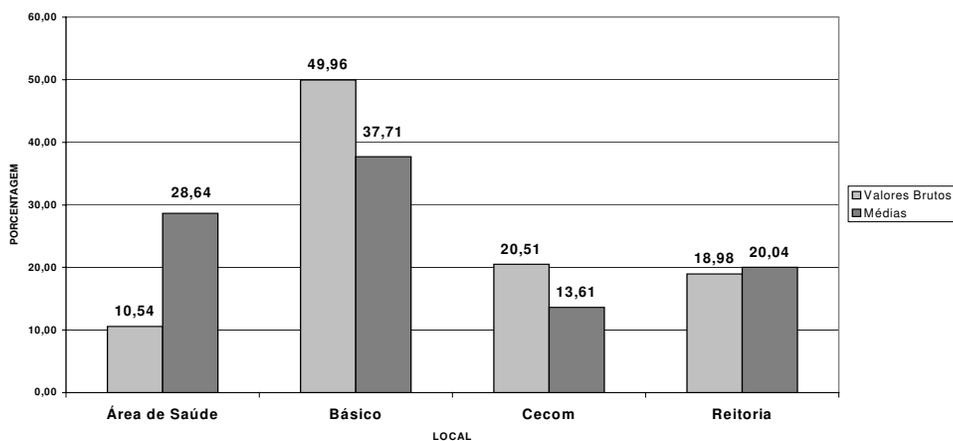


Figura 5.30 Percentual bruto e médio do Resíduo de Feira gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

Nota-se na FIG. 5.30, que quando se analisa o Resíduo de Feira pelo valor médio gerado, destacam-se as feiras do Básico e da Área de Saúde, o que pode ser explicado pelo fato de serem feiras de quitutes, com predominância de barracas de alimentos e, portanto, gerarem mais resíduo, enquanto as feiras na Reitoria e no CECOM possuem somente uma barraca de pastel na área de alimentação.

Efetuuou-se também a análise da variação do Resíduo de Feira por semana de caracterização. Na TAB. 5.15 é apresentada a distribuição semanal do Resíduo de Feira, por semana de caracterização.

Tabela 5.15 Distribuição semanal do Resíduo de Feira, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por semana de caracterização

Período	Semana do mês	Residuo de Feira (kg)
semana 5	1 <sup>a</sup>	45,28
semana 7	3 <sup>a</sup>	85,56
semana 10	2 <sup>a</sup>	71,38
semana 13	5 <sup>a</sup>	31,84
semana 17	4 <sup>a</sup>	85,39
semana 20	3 <sup>a</sup>	29,57
semana 23	1 <sup>a</sup>	46,02
semana 27	1 <sup>a</sup>	70,38
semana 33	3 <sup>a</sup>	79,03
semana 34	4 <sup>a</sup>	30,13
semana 37	2 <sup>a</sup>	46,12
semana 39	4 <sup>a</sup>	52,91
semana 42	3 <sup>a</sup>	75,59
semana 45	2 <sup>a</sup>	67,22
semana 48	5 <sup>a</sup>	66,82
semana 56	4 <sup>a</sup>	51,82
Total		<b>935,06</b>
Média semanal		58,44

Na TAB. 5.16, pode-se observar a distribuição do Resíduo de Feira entre as semanas de caracterização e a qual semana do mês esta se refere. Para tal efetuou-se a distribuição por categorias de massa (kg), variando em 10 kg cada categoria, aproximadamente 1% do total de resíduo caracterizado, com a finalidade de obter-se a distribuição nestas categorias das semanas de caracterização.

Tabela 5.16 Distribuição do Resíduo de Feira por categorias

Categorias (kg)		Semana de caracterização	Semana do mês
1	21 - 30	20	3 <sup>a</sup>
2	31 - 40	13 e 34	5 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup>
3	41 - 50	5, 23 e 37	1 <sup>a</sup> , 1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup>
<b>4</b>	<b>51 - 60</b>	<b>51 e 60</b>	<b>4<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup></b>
5	61 - 70	45 e 48	2 <sup>a</sup> e 5 <sup>a</sup>
6	71 - 80	10, 27, 33 e 42	2 <sup>a</sup> , 1 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup>
7	81 - 90	7 e 17	3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup>

Pode-se verificar na TAB. 5.16, que a média das semanas 58,44 kg, encontra-se na 4<sup>a</sup> categoria, onde se tem: duas 4<sup>a</sup> semanas. Abaixo da categoria da média, tem-se 6 semanas, sendo: duas 1<sup>a</sup>, uma 2<sup>a</sup>, uma 3<sup>a</sup>, uma 4<sup>a</sup> e uma 5<sup>a</sup> semana(s). Acima da categoria da média, tem-se 8 semanas, sendo: uma 1<sup>a</sup>, duas 2<sup>a</sup>, três 3<sup>a</sup>, uma 4<sup>a</sup> e uma 5<sup>a</sup> semana. Quando se analisa a influência de fatores externos neste resíduo, pode-se considerar, principalmente, a influência do período de pagamento, que se encontra na 1<sup>a</sup> ou 2<sup>a</sup> semana. Como se pode observar, metade das 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> semanas encontram-se abaixo da média e metade acima da média de geração do resíduo, o que demonstra que o período de pagamento não tem influência significativa na geração deste resíduo. Este fato não é aparentemente coerente, mas é explicado por uma característica peculiar destas feiras em que, por serem barracas fixas, há um sistema de crédito próprio (“cadernetas” e cheques pré-datados), que resulta em um fluxo de vendas independente do período de pagamento.

Na FIG. 5.31, pode-se observar os locais de coleta do Resíduo de Feira no Campus de Barão Geraldo da UNICAMP.

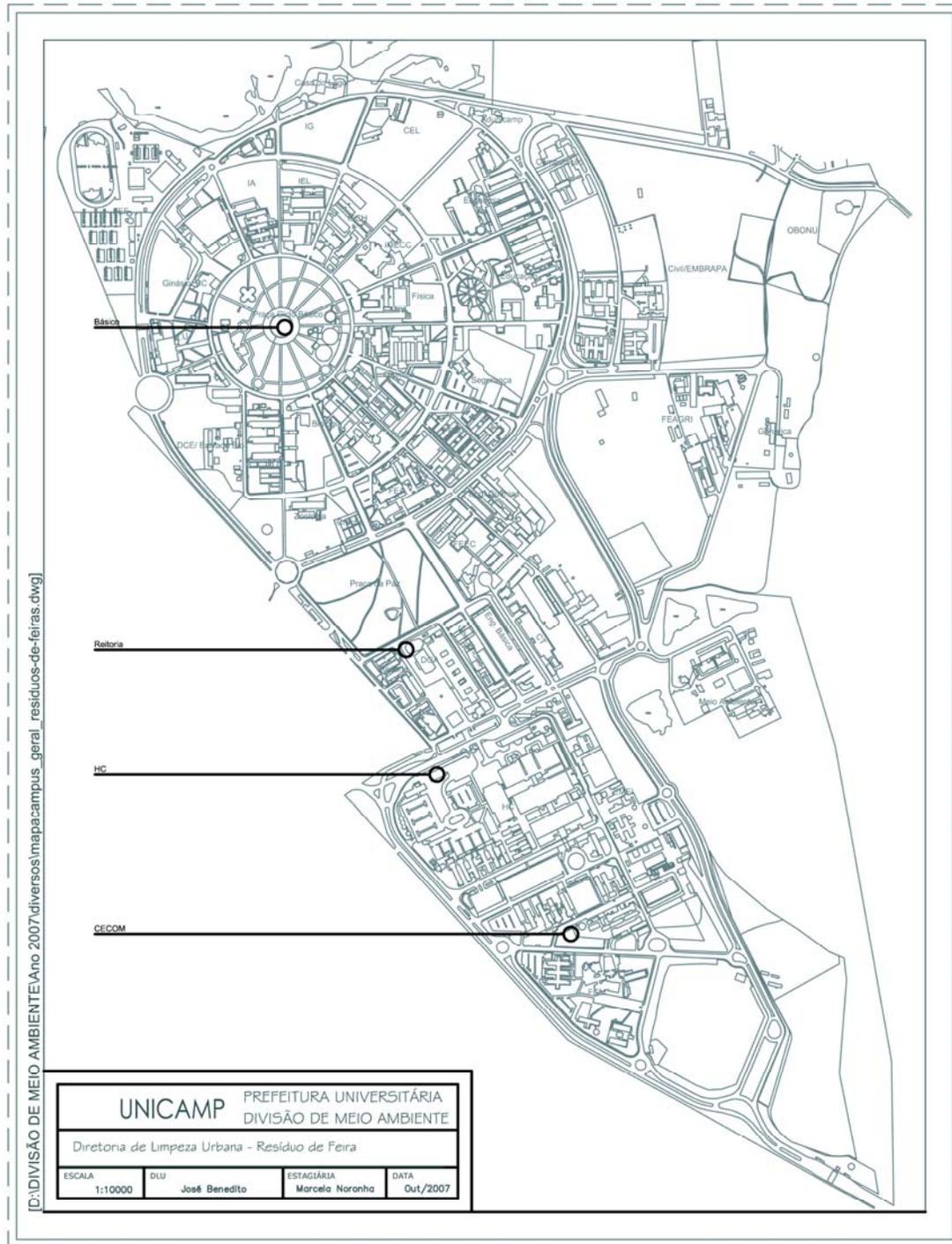


Figura 5.31 Locais de Coleta do Resíduo de Feira no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

### 5.4.3.2 Resíduo de Limpeza

Na TAB. 5.17, observa-se o resultado do Resíduo de Limpeza caracterizado.

Tabela 5.17 Resíduo de Limpeza, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por local de origem (kg)

Local	Pp reutilizável	Pp bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	Fraldas	ñreciclável	Varição	Total	%
Área de Saúde	0,80	43,80	56,90	66,85	0,00	20,99	278,08	8,49	2,98	80,21	19,68	560,36	5479,20	6618,35	60,70
Básico	1,75	88,60	124,60	102,39	3,00	166,24	396,40	9,88	11,51	31,95	0,15	665,79	282,30	1894,56	17,28
Feitoria	8,42	103,45	122,55	100,05	0,70	65,58	343,78	15,09	4,63	15,40	0,60	688,60	931,40	2400,24	22,01
Total	10,97	235,85	304,05	269,29	3,70	252,81	1018,26	33,45	19,11	127,56	20,43	1914,75	6692,90	10903,14	
%	0,10	2,16	2,79	2,47	0,03	2,32	9,34	0,31	0,18	1,17	0,19	17,56	61,39		100,00

No Resíduo de Limpeza destaca-se a grande quantidade de resíduo de varrição, com 61,39% do total e do não reciclável, com 17,56% do total. Os destaques no resíduo reciclável ficaram para o plástico com 9,34% e para o papel com 7,52% do total, respectivamente. O percentual de mais de 60% do resíduo originário da Área de Saúde pode ser explicado pelo grande fluxo de pessoas na região.

Na TAB. 5.18, observa-se o resultado do Resíduo de Limpeza caracterizado por estações do ano.

Tabela 5.18 Resíduo de Limpeza, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por estação do ano (kg)

Estação	Pp reutilizável	Pp bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Fraldas	Patogênico	ñreciclável	Varição	Total	%
Verão	1,06	64,36	94,35	73,49	1,10	67,72	328,46	12,26	15,69	2,70	57,18	590,76	1349,33	2648,47	24,29
Outono	9,11	57,04	82,80	64,05	0,90	86,01	299,50	14,78	2,21	0,00	35,75	583,09	1186,76	2422,00	22,21
Inverno	0,80	55,45	67,40	54,45	0,00	48,30	187,20	2,85	0,00	8,3	16,88	388,40	2010,72	2840,75	26,05
Primavera	0,00	59,00	59,50	77,30	1,70	50,78	203,10	3,56	1,21	9,43	17,75	362,50	2146,09	2991,92	27,44
Total	10,97	235,85	304,05	269,29	3,70	252,81	1018,26	33,45	19,11	20,43	127,56	1914,75	6692,90	10903,14	
%	0,10	2,16	2,79	2,47	0,03	2,32	9,34	0,31	0,18	0,19	1,17	17,56	61,39		100,00

Na distribuição do resíduo por estação do ano, pode-se observar homogeneidade na distribuição, com certa elevação do percentual no inverno e na primavera, sobretudo, em razão do aumento do item varrição.

Na TAB. 5.19, pode-se observar a distribuição semanal do Resíduo de Limpeza caracterizado.

Tabela 5.19 Distribuição semanal do Resíduo de Limpeza caracterizado (kg)

<b>Período</b>	<b>Semana do mês</b>	<b>Resíduo de Limpeza (kg)</b>
semana 5	1 <sup>a</sup>	952,29
semana 7	3 <sup>a</sup>	449,80
semana 10	2 <sup>a</sup>	771,44
semana 13	5 <sup>a</sup>	608,18
semana 17	4 <sup>a</sup>	477,32
semana 20	3 <sup>a</sup>	779,12
semana 23	1 <sup>a</sup>	557,38
semana 27	1 <sup>a</sup>	996,30
semana 33	3 <sup>a</sup>	432,45
semana 34	4 <sup>a</sup>	1041,44
semana 37	2 <sup>a</sup>	370,56
semana 39	4 <sup>a</sup>	585,83
semana 42	3 <sup>a</sup>	722,57
semana 45	2 <sup>a</sup>	718,38
semana 48	5 <sup>a</sup>	965,14
semana 56	4 <sup>a</sup>	474,94
<b>Total</b>		<b>10903,14</b>
<b>Média semanal</b>		<b>681,45</b>

Na TAB. 5.20, pode-se observar a distribuição do Resíduo de Limpeza entre as semanas de caracterização e a qual semana do mês esta se refere. Para tal efetuou-se a distribuição por categorias de massa (kg), variando em 100 kg cada categoria, aproximadamente, 1% do total de resíduo caracterizado, com a finalidade de obter-se a distribuição nestas categorias das semanas de caracterização.

Tabela 5.20 Distribuição do Resíduo de Limpeza do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por categorias

Categorias (kg)		Semana de caracterização	Semana do mês
1	301 - 400	37	2 <sup>a</sup>
2	401 – 500	7, 17, 33, e 56	3 <sup>a</sup> , 4 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup>
3	501 - 600	23 e 39	1 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup>
<b>4</b>	<b>601 - 700</b>	<b>13</b>	<b>5<sup>a</sup></b>
5	701 – 800	42, 45, 10 e 20	3 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup>
6	801 – 900		
7	901 - 1000	5, 48, 27	1 <sup>a</sup> , 5 <sup>a</sup> e 1 <sup>a</sup>
8	1001 - 1100	34	4 <sup>a</sup>

Pode-se verificar na TAB. 5.20, que a média das semanas 681,45 kg, encontra-se na 4<sup>a</sup> categoria, onde se tem: uma 5<sup>a</sup> semana. Abaixo da categoria da média, tem-se 7 semanas, sendo: uma 1<sup>a</sup>, uma 2<sup>a</sup>, duas 3<sup>a</sup> e três 4<sup>a</sup> semana(s). Acima da categoria da média, tem-se 8 semanas, sendo: duas 1<sup>a</sup>, duas 2<sup>a</sup>, duas 3<sup>a</sup>, uma 4<sup>a</sup> e uma 5<sup>a</sup> semana(s). Quando se analisa a influência de fatores externos neste resíduo, pode-se considerar, principalmente, a influência do período de pagamento, que se encontra na 1<sup>a</sup> ou 2<sup>a</sup> semana. Como se pode observar, 66,6% das 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> semanas encontram-se acima da média de geração do resíduo, o que demonstra a influência do período de pagamento na geração deste resíduo.

Os setores de coleta do Resíduo de Limpeza no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP e suas respectivas áreas estão representados na FIG. 5.32.

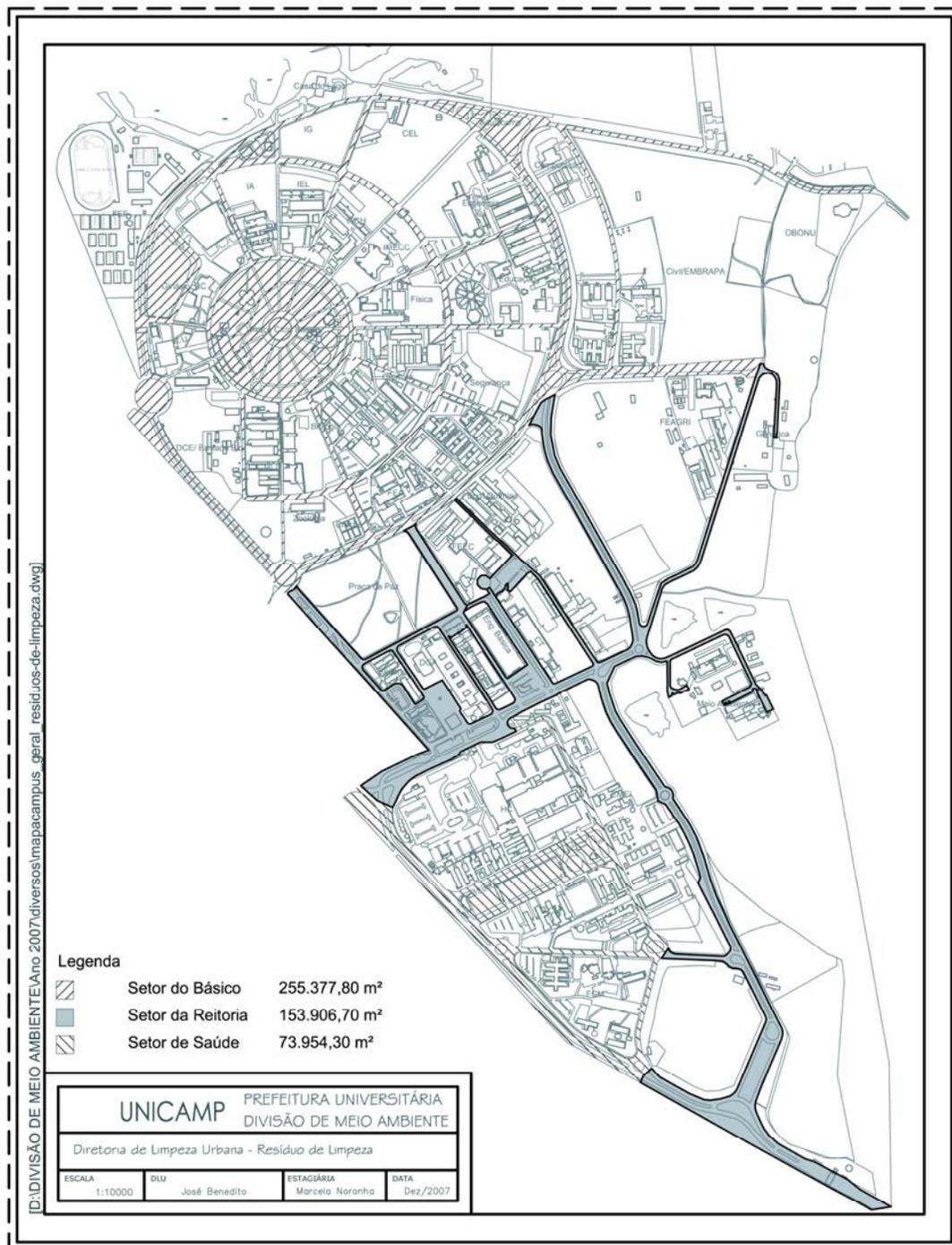


Figura 5.32 Setores de coleta do Resíduo de Limpeza no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

Na TAB. 5.21, foi efetuada a distribuição da quantidade em massa (kg) de Resíduo de Limpeza coletado e caracterizado pela área de cada local (m<sup>2</sup>), para se obter a taxa de geração do resíduo (kg/m<sup>2</sup>).

Tabela 5.21 Taxa de Geração do Resíduo de Limpeza (kg/m<sup>2</sup>)

<b>Local</b>	<b>Total (kg)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Taxa kg/m<sup>2</sup></b>
Área de Saúde	6618,35	73.954,30	0,089
Básico	1884,56	255.377,80	0,007
Reitoria	2400,24	153.906,70	0,016
Total Geral	10903,14	483.238,80	0,023

Nota-se na TAB. 5.21, que a Área de Saúde possui a maior taxa de geração de resíduo, 0,089 kg/m<sup>2</sup>, bem acima das demais áreas e da média, que foi de 0,023 kg/m<sup>2</sup>. Este fato pode refletir o grande fluxo de pessoas que circulam e permanecem aguardando consulta na área, como também, o fato da mesma possuir menor extensão em relação às duas outras áreas. Já com relação à Área do Básico, que se encontra bem abaixo da média de geração, isto pode ser em consequência desta região ter a maior área e também possuir espaços ainda não ocupados por Unidades ou órgãos.

#### **5.4.3.3. Resíduo de Conservação e Limpeza**

O resíduo de Conservação e Limpeza (TAB. 5.22) é composto pela somatória do Resíduo de Feira (TAB. 5.12) com o Resíduo de Limpeza (TAB. 5.17).

Tabela 5.22 Resíduo de Conservação e Limpeza, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por local de origem (kg)

Local	Pp reutilizável	Pp branco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	Fraldas	Reciclável	Varição	Total	%
Área de Saúde	0,80	43,80	56,90	66,85	0,00	20,99	278,08	8,49	2,98	80,21	19,68	560,36	5479,20	6618,35	55,91
Básico	1,75	88,60	124,60	102,39	3,00	166,24	336,40	9,88	11,51	31,95	0,15	665,79	282,30	1884,56	15,92
Feitoria	8,42	103,45	122,55	100,05	0,70	65,58	343,78	15,09	4,63	15,40	0,60	688,60	931,40	2400,24	20,28
Feiras	0,00	50,70	44,70	16,60	2,30	11,92	152,80	2,34	3,19	2,00	0,00	501,74	146,78	935,06	7,90
<b>Total</b>	<b>10,97</b>	<b>286,55</b>	<b>348,75</b>	<b>285,89</b>	<b>6,00</b>	<b>264,73</b>	<b>1171,06</b>	<b>35,79</b>	<b>22,30</b>	<b>129,56</b>	<b>20,43</b>	<b>2416,49</b>	<b>6839,68</b>	<b>11838,20</b>	
%	0,09	2,42	2,95	2,41	0,05	2,24	9,89	0,30	0,19	1,09	0,17	20,41	57,78		

Nota-se neste resíduo o grande percentual da varrição 57,78%, o que é normal, pois se trata de um resíduo típico da atividade de limpeza urbana do Campus. Destaca-se no resíduo com potencial de patogenicidade, que somou 1,25% (patogênico e fraldas), a grande quantidade de fraldas descartáveis encontradas, 0,17% do total, sobretudo na Área de Saúde, que somado à grande quantidade de marmitex e restos de alimentos entre o resíduo não reciclável nesta área, pode indicar a necessidade da construção de um local, para que as pessoas que aguardam suas consultas na Área de Saúde, possam se trocar, alimentar e repousar, enquanto aguardam para serem atendidas ou retornarem a suas cidades. Entre o resíduo reciclável, que soma o total de 20,54% deste resíduo, destacam-se o plástico com 9,89% e o papel (branco reutilizável, branco, misto e jornal) com 7,92 do total do resíduo.

Para se avaliar o potencial de resíduo reciclável contido nas lixeiras do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” UNICAMP, a partir da TAB. 5.22, elaborou-se a TAB. 5.23, na qual se excluiu a varrição (resíduo vegetal, terra e pedras) do Resíduo de Conservação e Limpeza.

Tabela 5.23 Material reciclável contido Resíduo de Conservação e Limpeza, excluindo a varrição, acondicionado nas lixeiras do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (kg)

Local	Pp reutilizável	Ppbrco	Ppmisto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	Fraldas	Ñreciclável	Total	%
Área de Saúde	0,80	43,80	56,90	66,85	0,00	20,99	278,08	8,49	2,98	80,21	19,68	560,36	1139,15	22,79
Básico	1,75	88,60	124,60	102,39	3,00	166,24	366,40	9,88	11,51	31,95	0,15	665,79	1602,26	32,05
Pitoria	8,42	103,45	122,55	100,05	0,70	65,58	343,78	15,09	4,63	15,40	0,60	688,60	1468,84	29,39
Feiras	0,00	50,70	44,70	16,60	2,30	11,92	152,80	2,34	3,19	2,00	0,00	501,74	788,28	15,77
<b>Total</b>	<b>10,97</b>	<b>286,55</b>	<b>348,75</b>	<b>285,89</b>	<b>6,00</b>	<b>264,73</b>	<b>1171,06</b>	<b>35,79</b>	<b>22,30</b>	<b>129,56</b>	<b>20,43</b>	<b>2416,49</b>	<b>4888,52</b>	
%	0,22	5,73	6,98	5,72	0,12	5,30	23,43	0,72	0,45	2,59	0,41	48,34		100,00

O material reciclável acondicionado nas lixeiras somou 48,67% do total do resíduo presente nas lixeiras. Destaca-se o plástico com 23,43%, o papel (branco reutilizável, branco, misto, papelão e jornal) com 18,77% e o vidro com 5,30%. Este resultado justifica a implantação de coleta seletiva nas áreas comuns, atividade que atualmente, não é desenvolvida pelo Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP.

#### **5.4.3.4 Comparação da composição gravimétrica do material reciclável contido no Resíduo de Conservação e Limpeza e no Resíduo Reciclável encaminhado ao Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP.**

Neste item foi efetuada a comparação entre a composição gravimétrica do material reciclável contido no Resíduo de Conservação e Limpeza e a do material reciclável encaminhado no Resíduo Reciclável. Para tanto, do material encaminhado no Resíduo Reciclável, excluiu-se o patogênico e o não reciclável, ver TAB. 5.5, para efetuar-se a comparação com o material reciclável encaminhado no Resíduo de

Conservação e Limpeza, ver TAB. 5.23. O resultado desta comparação encontra-se na TAB. 5.24.

Tabela 5.24 Comparação da composição gravimétrica do material reciclável contido no Resíduo Reciclável e no Resíduo de Conservação e Limpeza do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (kg)

Material	Pp bco reutilizável	Pp bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Total
Material Reciclável contido no Resíduo Reciclável	5254,38	4204,15	3135,10	9596,97	1328,12	2143,36	1913,09	93,655	1610,71	29279,52
%	17,95	14,36	10,71	32,78	4,54	7,32	6,53	0,32	5,50	100,00
Material Reciclável contido no Resíduo de Conservação e Limpeza	10,97	286,55	348,75	285,89	6,00	264,73	1171,06	35,79	22,30	2432,04
%	0,45	11,78	14,34	11,75	0,25	10,89	48,15	1,47	0,92	100,00

Na FIG. 5.33, pode-se observar o percentual do material reciclável contido no Resíduo Reciclável e no Resíduo de Conservação e Limpeza.

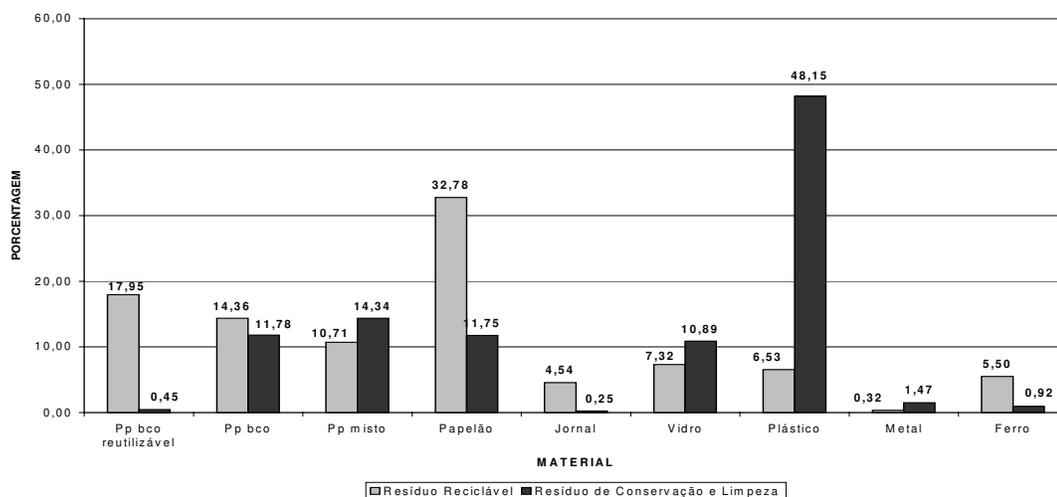


Figura 5.33 Percentual de material reciclável contido no Resíduo Reciclável e no Resíduo de Conservação e Limpeza do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

Destaca-se no material reciclável encaminhado à Coleta Seletiva a preponderância dos materiais papel branco reutilizável, papel branco, papel misto e papelão, que demonstra que os papéis (branco reutilizável, branco e misto) são característicos dos departamentos. Com relação ao papelão, a preponderância deve-se à grande quantidade encaminhada pela Prefeitura, principalmente, através do Restaurante Universitário e da coleta que a Divisão de Meio Ambiente efetua nas grades.

Já no material reciclável oriundo do Resíduo de Conservação e Limpeza, destacam-se, principalmente, a quantidade significativa de plástico, papéis (branco, misto e papelão) e vidro. Com isto, torna-se evidente que, quando da implantação da coleta seletiva nas áreas comuns do Campus, o grande acréscimo de material reciclável será, predominantemente, de plástico.

Ressalte-se que a massa de material reciclável no Resíduo de Conservação e Limpeza é 2.432,04 kg, representando 8,31% do total gerado nas Unidades e Órgãos, que foi de 29.279,52 kg, evidenciando a significância destes últimos na coleta seletiva do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP.

#### **5.4.4 Resíduo de Capinação e Roçada**

Os resultados obtidos com a mensuração deste resíduo, efetuada de fevereiro de 2006 a janeiro de 2007, estão na TAB. 5.25.

Tabela 5.25 Quantidade total (kg) e taxa (kg/m<sup>2</sup>) do Resíduo de Capinação e Roçada gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

Mês	Quantidade (kg)	Área Roçada (m <sup>2</sup> )	Taxa (kg/m <sup>2</sup> )
Fevereiro/06	24.096	546.037	0,044
Março/06	23.495	541.590	0,043
Abril/06	23.067	614.438	0,038
Mai/06	20.859	514.321	0,041
Junho/06	19.990	533.250	0,037
Julho/06	22.317	450.000	0,050
Agosto/06	15.262	450.000	0,034
Setembro/07	19.888	510.985	0,039
Outubro/06	20.900	470.819	0,044
Novembro/06	11.353	533.595	0,021
Dezembro/06	9.574	524.195	0,018
Janeiro/07	23.254	475.327	0,049
Total	<b>234.055</b>	6.164.557	0,038

Da TAB. 5.25, elaborou-se o gráfico apresentado na FIG. 5.34, onde se verifica a variação na quantidade de Resíduo de Capinação e Roçada mensurada, em quantidade (kg) e a taxa que relaciona a massa em relação a área roçada (kg/m<sup>2</sup>).

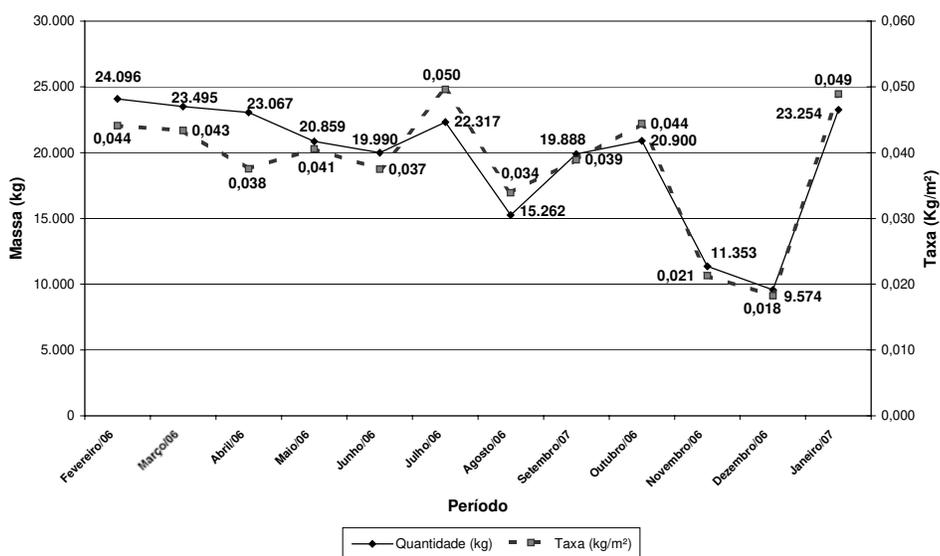


Figura 5.34 Variação do Resíduo de Capinação e Roçada gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, em massa (kg) e taxa de distribuição de capinação e roçada (kg/m<sup>2</sup>)

Nota-se na TAB. 5.25, que os meses que apresentam menor taxa são novembro e dezembro de 2006, respectivamente 0,021 e 0,018 kg/m<sup>2</sup>, o que pode refletir o fato de ser final de ano, quando as atividades diminuem. Porém, já em janeiro de 2007, há um aumento da taxa para 0,049 kg/m<sup>2</sup>, que reflete um aumento dos serviços, em função da diminuição da capinação e roçagem dos dois meses anteriores. Pode-se notar que nos meses de estiagem, abril a setembro, quando o crescimento da grama e do mato diminuem, não ocorre uma queda significativa da área roçada, nem tampouco da quantidade de resíduo gerada, o que pode ser explicado pela característica dos serviços efetuados durante este período, onde predomina o serviço de despraguejamento, no qual a grama e as ervas daninhas são retiradas com raízes e torrão de terra, ou seja, compensando a diminuição no tamanho da grama. Nota-se na FIG. 5.34, que a variação da quantidade e da taxa apresentam comportamento similar, o que demonstra aparente homogeneidade de comportamento da geração de resíduo e de sua disposição. Em função da forma de operacionalização dos serviços, não é possível detectar a influência das estações climáticas no gerenciamento deste resíduo.

#### **5.4.5 Resíduo de Poda, Madeira e Móveis Inservíveis**

O Resíduo de Poda, gerenciado pela Diretoria de Áreas Verdes, e o de Madeira e de Móveis Inservíveis, gerenciados pela Diretoria de Limpeza Urbana, são destinados à recuperação energética nos mesmos locais, desta forma foram mensurados juntos. Esta mensuração iniciou-se no mês de fevereiro de 2006 e foi concluída no mês de janeiro de 2007. Neste período, o resíduo foi encaminhado a três locais diferentes.

Este resíduo, de fevereiro a julho de 2006, foi encaminhado (doado) a uma cerâmica no bairro do Guará em Barão Geraldo. Na FIG. 5.35, vê-se veículo chegando a esta cerâmica carregado com Resíduo de Madeira e o resíduo sendo descarregado. Neste mês a cerâmica encerrou suas atividades.



Figura 5.35 Resíduo de Madeira gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP chegando à cerâmica no Bairro do Guará (a) e sendo descarregado no depósito da cerâmica (b)

No período de agosto a outubro de 2006, o resíduo foi encaminhado (doado) a uma cerâmica no Bairro Tanquinho Velho na cidade de Jaguariúna. Na FIG. 5.36, pode-se ver o depósito de madeira e os fornos da cerâmica.



Figura 5.36 Depósito de madeira (a) e fornos (b) de cerâmica no município de Jaguariúna

Em função da distância até a cerâmica em Jaguariúna, em meados de outubro de 2006, o resíduo começou a ser enviado (doado) a uma olaria, no Bairro do Tijuco da Telha, no distrito de Barão Geraldo. Na Fig. 5.37, pode-se observar a área de descarga de madeira e veículo da DMA-UNICAMP, descarregando resíduo de madeira.



Figura 5.37 Depósito de madeira (a) e veículo sendo descarregado (b) em olaria no Bairro do Tijuco da Telha no Distrito de Barão Geraldo

Na TAB. 5.26, observa-se uma comparação dos dados dos Resíduos de Poda, Madeira e Móveis Inservíveis, obtidos com as 45 pesagens efetuadas.

Tabela 5.26 Resíduo de Poda, Móveis Inservíveis e Madeira gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (kg)

Mês	Poda	Móveis	Madeira	Total	%
fev/06	0	3.130	0	<b>3.130</b>	2,98
mar/06	2.800	3.240	1.200	<b>7.240</b>	6,88
abr/06	12.420	0	0	<b>12.420</b>	11,81
mai/06	8.740	4.910	4.190	<b>17.840</b>	16,96
jun/06	3.270	2.770	2.830	<b>8.870</b>	8,43
jul/06	11.820	0	1.770	<b>13.590</b>	12,92
ago/06	1.970	5.930	4.605	<b>12.505</b>	11,89
set/06	0	4.900	1.640	<b>6.540</b>	6,22
out/06	0	1.750	4.080	<b>5.830</b>	5,54
nov/06	0	4.320	1.800	<b>6.120</b>	5,82
dez/06	0	3.000	0	<b>3.000</b>	2,85
jan/07	2.190	0	5.930	<b>8.120</b>	7,72
<b>Total</b>	<b>43.210</b>	<b>33.950</b>	<b>28.045</b>	<b>105.205</b>	
%	41,07	32,27	26,66		100,00
média mensal	3601	2829	2337		

A partir da TAB. 5.26, elaborou-se o gráfico constante da FIG. 5.38, onde se observa as variações mensais das quantidades deste resíduo encaminhado à recuperação energética.

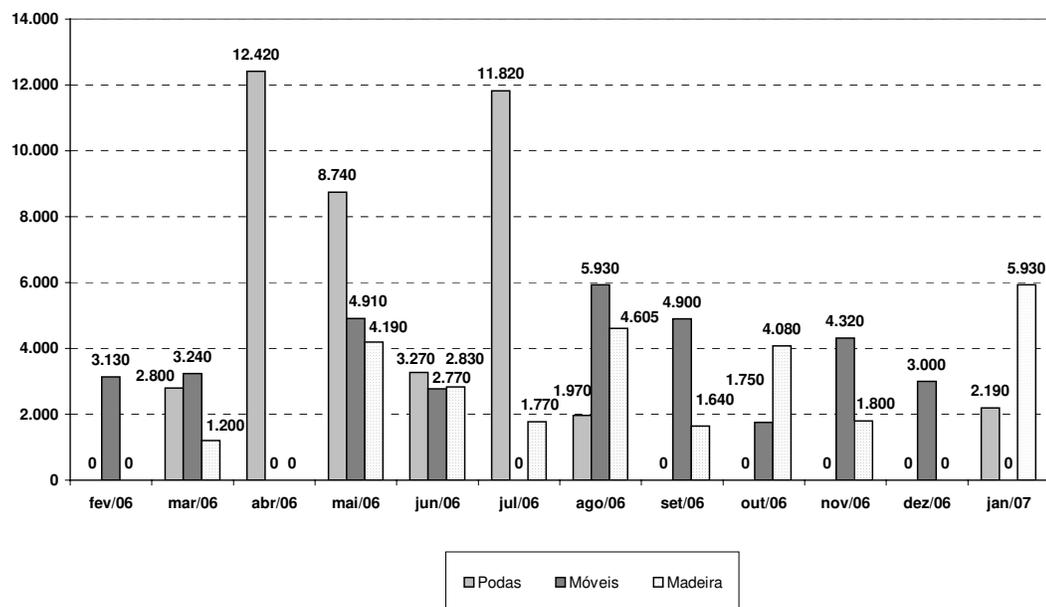


Figura 5.38 Variação mensal da quantidade do Resíduo de Poda, Móveis Inservíveis e Madeira, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP (kg)

Pelo fato deste resíduo permanecer armazenado antes de seu descarte e não ser disposto na sua totalidade, no Depósito de Resíduo Vegetal ou na DLU, a análise de sua geração ficou prejudicada. Mas se observa, na FIG. 5.36, que houve, nos meses de maio, agosto e outubro de 2006, bem como janeiro de 2007, um envio significativamente maior de madeira. O descarte de móveis teve um envio maior em maio, agosto, setembro e novembro, meses de atividade mais intensa na Universidade. O descarte da poda teve nos meses de abril e julho o maior volume.

### 5.4.6 Resíduo de Limpeza de Evento

O resultado obtido com a caracterização do resíduo gerado na UPA 2006 encontra-se na TAB. 5.27. Ressalte-se que estes dados referem-se aos dias 31 de agosto e 01 de setembro de 2006, datas nas quais ocorreu o evento. Porém, deve-se ressaltar que, no dia 31 de agosto, sexta-feira, além do resíduo gerado pela UPA; ocorreu a geração normal de resíduo da Universidade, que funcionou normalmente, ou seja, ao resíduo gerado pelos visitantes, somou-se o do público normal do Campus; diferentemente do dia 01 de setembro, um sábado, no qual as atividades foram quase exclusivas da UPA.

Tabela 5.27 Resíduo de Limpeza de Evento da UPA-2006, gerado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por local de origem (kg)

Local	Pp reutilizável	Pp bco	Pp Misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	Fraldas	Ñrecidável	Varição	Total	%
Area de Saúde	0,00	0,40	0,60	1,80	0,00	0,00	4,30	0,03	0,00	0,00	0,60	4,90	174,80	187,43	51,85
Básico	1,80	7,70	31,10	19,00	0,00	7,00	44,70	0,09	2,20	2,80	0,00	12,80	25,80	153,19	42,38
Reitoria	0,00	2,20	1,30	1,70	1,20	1,50	5,80	0,05	0,00	0,00	0,00	7,10	0,00	20,85	5,77
<b>Total</b>	<b>1,80</b>	<b>10,30</b>	<b>33,00</b>	<b>22,50</b>	<b>1,20</b>	<b>8,50</b>	<b>54,80</b>	<b>0,17</b>	<b>2,20</b>	<b>2,80</b>	<b>0,60</b>	<b>24,80</b>	<b>200,60</b>	<b>361,47</b>	
%	0,50	2,85	9,13	6,22	0,33	2,35	15,16	0,05	0,61	0,77	0,17	6,86	55,50		100,00

A partir dos dados da TAB. 5.17, Resíduo de Limpeza e da TAB. 5.27, Resíduo de Evento, elaborou-se o gráfico da FIG. 5.39, no qual se efetua a comparação destes resíduos.

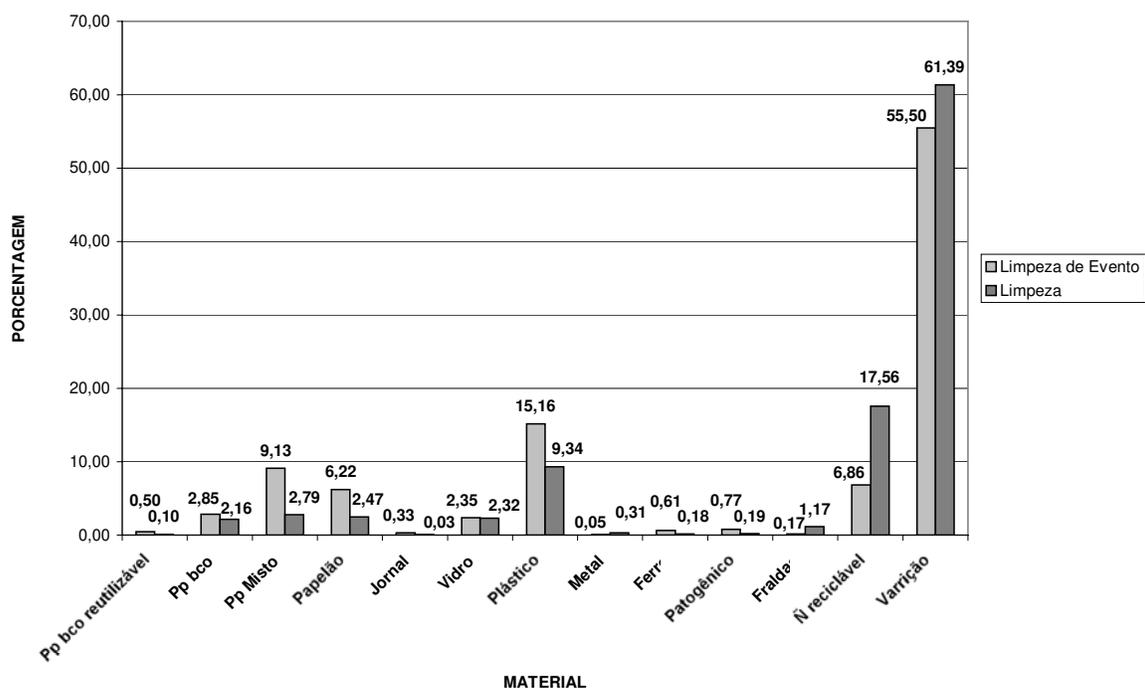


Figura 5.39 Composição gravimétrica do Resíduo de Limpeza de Evento e do Resíduo de Limpeza, gerados no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

Observa-se da comparação do gráfico da FIG. 5.39, que no período da UPA (Resíduo de Evento), ocorreram variações na geração alguns tipos de resíduo, em comparação ao seu período de geração normal (Resíduo de Limpeza):

- o papel branco reutilizável e o papel branco, mantiveram a mesma ordem de grandeza;
- o papel misto sofreu o maior aumento, passando de 2,79% para 9,13%, que pode ser explicado pela grande distribuição de folders, principalmente, de cursinhos pré-vestibulares, moradias estudantis e institucionais da Universidade;

- o papelão passou de 2,47% para 6,22%, que pode ser explicado pelas embalagens de materiais distribuídos no evento e de alimentos da praça de alimentação;
- o plástico aumentou de 9,34% para 15,16%; o que pode ser explicado pelo consumo de bebidas na praça de alimentação do evento;
- o jornal e o vidro, mantiveram a mesma ordem de grandeza;
- o metal, o ferro, o patogênico e as fraldas, mantiveram a mesma ordem de grandeza;
- o não reciclável diminuiu de 17,56% para 6,86%; o que pode ser explicado pelo aumento do reciclável; e,
- a varrição diminuiu de 61,39% para 55,50%, o que pode ser explicado pela concentração dos serviços de limpeza na região do básico, em detrimento das outras regiões do Campus.

Evidencia-se que neste período ocorre um aumento na geração de material reciclável, passando de 19,70% nos demais períodos do ano, para 37,20%, durante a realização da UPA-2006, conforme se pode observar na FIG. 5.39. Este resultado ressalta a importância da distribuição das lixeiras seletivas, nas áreas comuns, no período de ocorrência do evento.

#### **5.4.7 Resíduo de Maravalha**

Na TAB. 5.28 foram lançados os resultados obtidos com as pesagens da mensuração do resíduo de maravalha.

Tabela 5.28 Resíduo de Maravalha gerado pelo CEMIB/UNICAMP (kg)

Mês	Quantidade (kg)	%
Fevereiro/06	2.500	7,15
Março/06	3.010	8,60
Abril/06	3.110	8,89
Mai/06	2.460	7,03
Junho/06	2.950	8,43
Julho/06	3.110	8,89
Agosto/06	3.770	10,78
Setembro/06	3.870	11,06
Outubro/06	3.100	8,86
Novembro/06	3.050	8,72
Dezembro/06	1.780	5,09
Janeiro/07	2.270	6,49
Total	<b>34.980</b>	100,00
Média Mensal	2.915	

A partir da TAB. 5.28, elaborou-se o gráfico com a variação da quantidade mensal do resíduo, conforme FIG. 5.40.

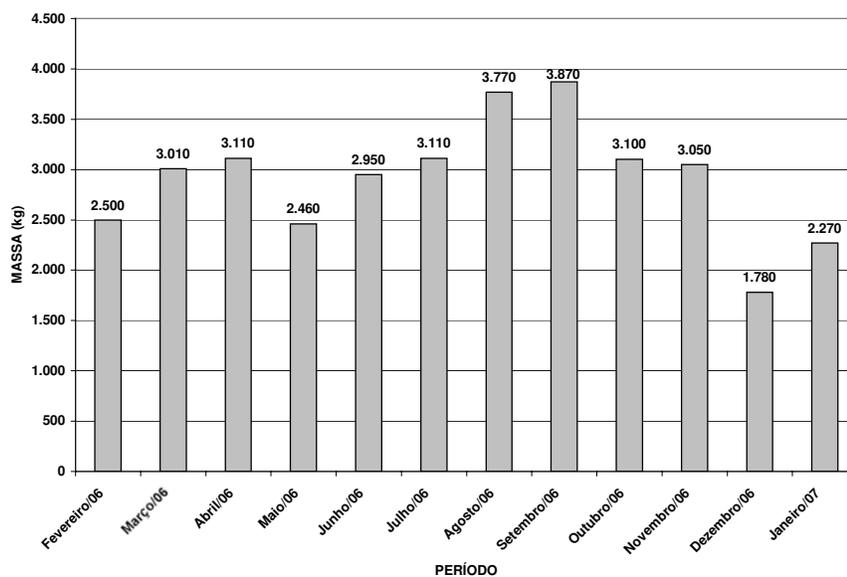


Figura 5.40 Variação mensal da quantidade do Resíduo de Maravalha gerado pelo CEMIB/UNICAMP(kg)

Na FIG. 5.40, observa-se uma variação constante na quantidade de resíduo gerado, com redução nos meses de dezembro a fevereiro, período de férias da Universidade, no qual pode ter ocorrido a diminuição da atividade de produção de animais pelo CEMIB.

#### 5.4.8 Resíduo de Lâmpada Fluorescente

O resíduo de lâmpada fluorescente, mista, vapor de mercúrio ou de sódio, gerado em 2006 foi encaminhado para reciclagem em firma especializada, credenciada pelo Instituto Ambiental do Paraná, na cidade de Curitiba – PR. O contrato que a UNICAMP possui com esta firma contempla a quantidade máxima de 30.000 lâmpadas/ano, não permitindo mais aditamentos. Desta forma, a quantidade de lâmpadas que superou este volume, permaneceu armazenada na Divisão de Meio Ambiente da UNICAMP, aguardando para ser enviada em 2007. A UNICAMP, para encaminhamento das lâmpadas fluorescentes, possui junto à CETESB o certificado de autorização de destinação de resíduo industrial (CADRI), autorizando a remessa.

Na TAB. 5.29, vê-se a quantidade de lâmpadas encaminhada para reciclagem, como também, a que permaneceu estocada.

Tabela 5.29 Destinação das lâmpadas fluorescentes, de vapor de mercúrio e sódio, geradas pela UNICAMP, coletadas pela Divisão de Meio Ambiente em 2006

Data da Destinação	Quantidade
31/mar	9.800
28/ago	14.550
18/dez	5.600
Total Destinado	29.950
permaneceram estocadas	4.890
Total Gerado em 2.006	<b>34.840</b>
Média Mensal	2.903

Na TAB. 5.29, observa-se a necessidade de aumentar a quantidade de lâmpadas contempladas pelo contrato de reciclagem, para no mínimo 35.000 lâmpadas/ano.

#### 5.4.9 Lixeira fixa de ferro e Grade de lixo

Este item foi dividido em:

- lixeira fixa de ferro; e,
- grade de lixo.

##### 5.4.9.1 Lixeira fixa de ferro

Na TAB. 5.30, observa-se a distribuição de lixeiras fixas de ferro pelas áreas de limpeza do Campus e também consta a taxa de coleta, que relaciona a área atendida (m<sup>2</sup>) por lixeira. Estas lixeiras são de dois modelos, com e sem balsa.

Tabela 5.30 Lixeiras fixas de ferro instaladas no Campus Cidade Universitria "Zeferino Vaz" da UNICAMP (un.), por local de limpeza e taxa que relaciona a rea atendida por lixeira (m<sup>2</sup>/un.)

Local	Quantidade (un.)	Metragem (m <sup>2</sup> )	Taxa (m <sup>2</sup> /un.)
rea de Saude	110	73.954,30	672
Bsico	139	255.377,80	1837
Reitoria	168	153.906,70	916
Total	417	483.238,80	1159

Observa-se na TAB. 5.30, que o local que possui a maior distribuio de lixeiras e a rea de Saude, tendo uma lixeira a cada 672 m<sup>2</sup>. Quando se efetua a comparao dos dados da TAB. 5.30, com os da TAB. 5.17, onde consta a gerao de Resduo de Limpeza, pode-se notar que as reas que tm maior gerao de resduo, so as que

possuem o maior número de lixeiras, ou seja, a Área de Saúde responde por 60,70% do total do resíduo gerado e possui uma lixeira a cada 672 m<sup>2</sup>, seguida pela Área de Reitoria que responde por 22,01% da geração de resíduo e possui a relação de uma lixeira a cada 916 m<sup>2</sup> e por último a Área do Básico, que responde por 17,28% do total de resíduo e tem a relação de uma lixeira a cada 1.837 m<sup>2</sup>. Esta distribuição ressalta o fato da Área de Saúde ser a com maior fluxo de pessoas e menor área e a da região do Básico possuir a maior área e também a maior descentralização de Órgãos e Unidades, demonstrando uma distribuição coerente deste mobiliário urbano.

Durante a realização deste diagnóstico, evidenciou-se a necessidade da instalação de lixeiras em algumas áreas. Em setembro de 2007, chegaram 100 novas lixeiras que começaram a ser instaladas no mês seguinte. A grande maioria foi instalada na Área da Reitoria, que possuía 105 lixeiras, para uma área de 153.906,70 m<sup>2</sup>, que correspondia a uma taxa de 1.466 m<sup>2</sup> por lixeira e, possuía alguns locais de grande fluxo de pessoal e ausência de lixeiras. Desta forma, das 100 novas lixeiras, 68 já foram instaladas, sendo 63 na Reitoria, que após esta instalação passou a ter uma lixeira para cada 916 m<sup>2</sup>. Foram instaladas 38 lixeiras na Praça de Paz; 10 na Av. Antonio Costa Santos; 9 na Av. José Roberto Magalhães Teixeira; 6 na Av. Albert Sabin. A Área do Básico recebeu 5 lixeiras na Av. André Tosello, passando de uma lixeira a cada 1.906 m<sup>2</sup>, para uma a cada 1837 m<sup>2</sup>. Estas novas lixeiras já constam no cálculo da taxa da TAB. 5.28.

Na FIG. 5.41, observa-se à localização de todas as lixeiras fixas de ferro do Campus.

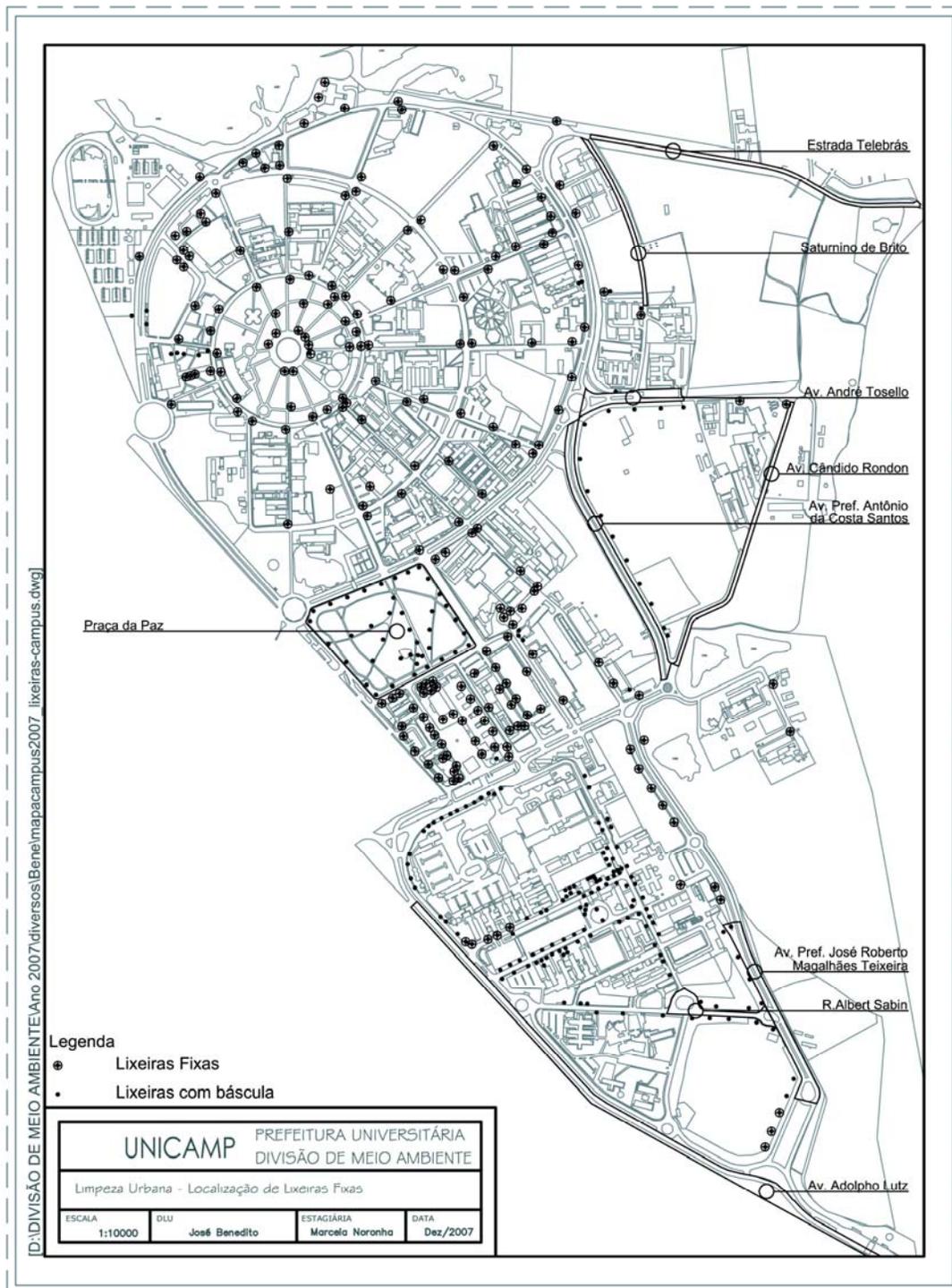


Figura 5.41 Locais nos quais estão instaladas lixeiras fixas de ferro e nos quais se avalia a instalao no Campus Cidade Universitária "Zeferino Vaz" da UNICAMP

Na FIG.5.41, destacam-se as áreas nas quais foram instaladas as lixeiras em outubro de 2007: Praça da Paz, Av. Magalhães Teixeira, Antônio Costa Santos, André Tosello e Rua Albert Sabin. Observa-se, também, alguns locais a ausência de lixeiras, como a Estrada da Telebrás, Av. Saturnino de Brito, Candido Rondon e Adolpho Lutz, para os quais deve ser planejada a instalação de novas lixeiras.

Na FIG. 5.42, pode-se ver a instalação de lixeira na Praça da Paz ; e na Av. Antonio Costa Santos.



Figura 5.42 Instalação de lixeiras na Praça da Paz (a) e na Av. Antonio Costa Santos (b) no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

#### 5.4.9.2 Grade de Lixo

Na TAB. 5.31, pode-se observar a distribuição das grades de lixo por área de limpeza ( $m^2$ ) e a taxa de área servida por grade ( $m^2/un.$ ).

Tabela 5.31 Quantidade de grades de lixo instaladas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, por área de limpeza (m<sup>2</sup>) e taxa de área servida por grade (m<sup>2</sup>/un.)

Local	Quantidade (un.)	Metragem (m <sup>2</sup> )	Taxa (m <sup>2</sup> /un.)
Área de Saúde	13	73.954,30	5689
Básico	52	255.377,80	4911
Reitoria	21	153.906,70	7329
Total/Média	86	483.238,80	5619

Nota-se na TAB. 5.31 que a região do Básico é a que possui a maior relação de grade por m<sup>2</sup>, possuindo uma grade a cada 4.911 m<sup>2</sup>, o que pode refletir o fato de possuir a maior área e também, por possuir Órgãos e Unidades em prédios próprios e distantes entre si, exigindo quase que uma ou mais grades por Órgão/Unidade. Nas outras duas áreas, Área de Saúde e Reitoria, há um grande número de Órgãos/Unidades concentradas em um único prédio, ou prédios próximos. Desta forma, o número de grades é menor, em função de sua utilização conjunta.

Na FIG. 5.43, observa-se grade de lixo sendo instalada no Museu Exploratório de Ciências da UNICAMP, que até algum tempo era o ponto mais distante e um dos menos freqüentado no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP, que se situa na região definida neste diagnóstico, como sendo Básico.



Figura 5.43 Vista geral do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, a partir do Museu Exploratório de Ciência (a) e instalação de grade de lixo no MEC/UNICAMP (b)

Na FIG. 5.44, pode-se observar os locais de instalação das 86 grades de lixo instaladas no Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP.

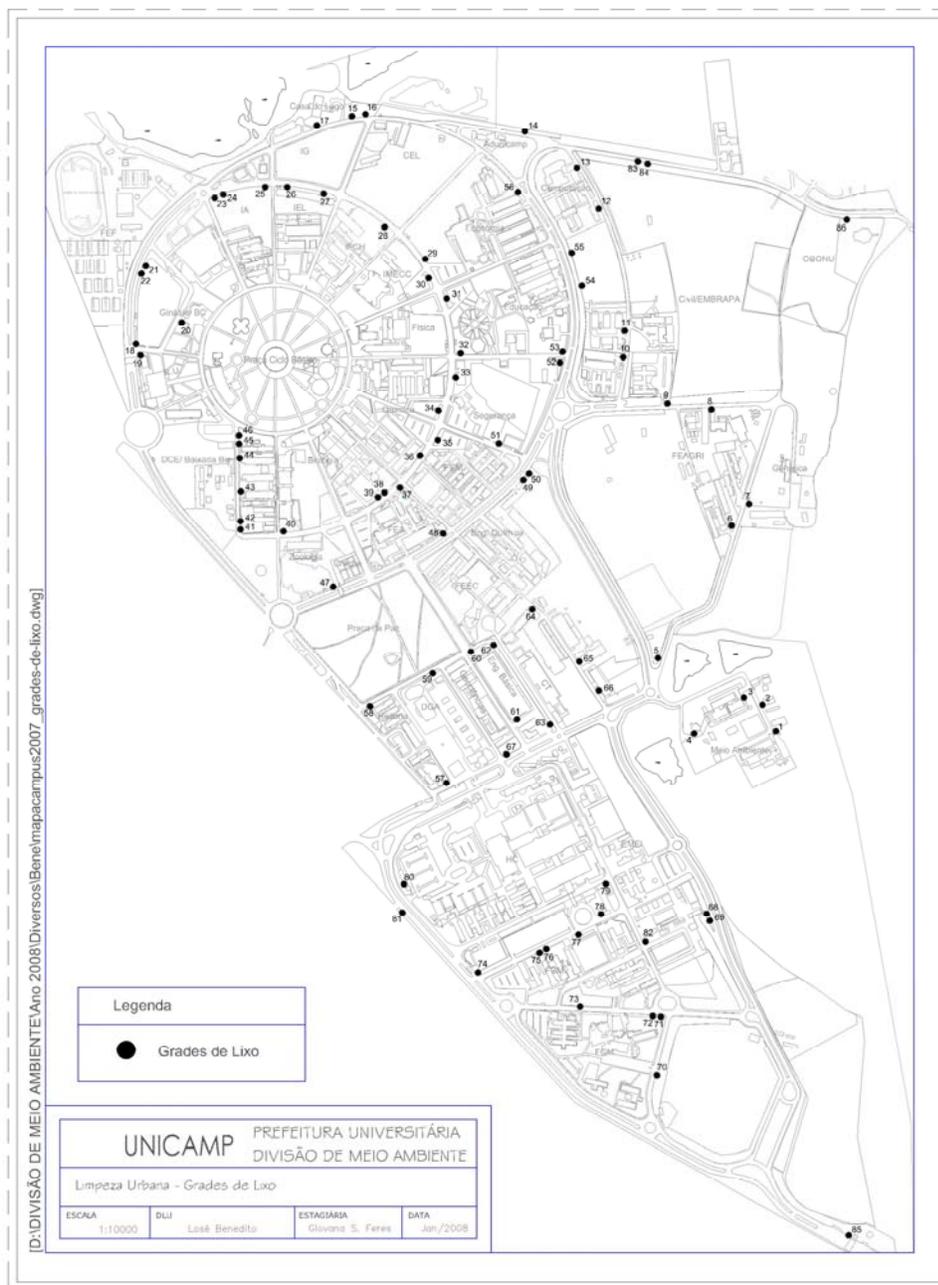


Figura 5.44 Localização das 86 grades de lixo no Campus Cidade universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo geral e os específicos do trabalho foram alcançados. O serviço de limpeza urbana da UNICAMP teve todas as suas atividades diagnosticadas, como também, todo o resíduo sólido urbano gerenciado por este serviço foi caracterizado ou mensurado e todas as lixeiras fixas e grades de lixo do Campus Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da UNICAMP foram mensuradas.

Com os dados obtidos para o Resíduo Reciclável, pode-se observar a preponderância dos papéis (branco reutilizável, branco, misto, papelão e jornal) com mais de 76% do total do reciclável coletado. Destacou-se também, o baixo percentual de rejeito do Programa de Coleta Seletiva da Prefeitura da UNICAMP, que foi de 4,36%. Observou-se que este resíduo não sofreu interferências significativas das estações climáticas e do período de pagamento da Universidade e que o Campus de Barão Geraldo da UNICAMP possui um potencial de expansão de coleta seletiva de 26,78%. A sucata ferrosa de encaminhamento esporádico provocou uma distorção na distribuição gravimétrica do material reciclável coletado.

Quanto ao Resíduo de Conservação e Limpeza pode-se observar que o Resíduo de Feira sofreu a influência das estações climáticas na geração do resíduo, mas não sofreu influência significativa do período de pagamento. O Resíduo de Limpeza não sofreu influência direta das estações climáticas, porém sofreu um aumento significativo no período de pagamento. Evidenciou-se, que ocorrendo à implantação de coleta seletiva nas áreas comuns do Campus, o acréscimo de material reciclável será

significativamente para plástico e, que 48,67% do resíduo depositado nas lixeiras do Campus é composto por material reciclável.

Com relação à implantação da coleta seletiva nas áreas comuns do Campus, ressalta-se que o material reciclável disponível neste local foi estimado em 8,31% do total existente no Campus. Este fato demonstra a importância das Unidades e Órgãos, com mais de 90% do resíduo reciclável do Campus, para a expansão da coleta seletiva.

O Resíduo de Limpeza de Evento, gerado na Universidade de Portas Abertas de 2006, apresentou aumento na geração de material reciclável, em relação aos períodos nos quais o evento não ocorre, justificando a distribuição de lixeiras não fixas para coleta de recicláveis, durante a realização deste evento.

Com relação às mensurações, pode-se verificar a enorme massa de resíduo, aproximadamente, 400 t no ano de 2006, que deixaram de ser encaminhadas para descarte em aterro, sendo destinadas para: adubação de solo, compostagem e recuperação energética. Ressalta-se as quase 30.000 lâmpadas encaminhadas para reciclagem, não incluídas no peso citado.

Efetuu-se o mapeamento de todas as lixeiras fixas e grades de lixo do Campus, permitindo a análise da distribuição das mesmas em função da geração de resíduo sólido urbano no Campus e a detecção das áreas com necessidade de ampliação de lixeiras fixas de ferro.

Com relação à operacionalização do serviço de limpeza pública do Campus de Barão Geraldo da UNICAMP, pode-se verificar uma grande preocupação em realizar um gerenciamento integrado do resíduo sólido urbano operacionalizado, onde cada resíduo recebe uma atenção específica, com coleta, triagem, acondicionamento e destinação adequadas.

Dos resultados e conclusões deste trabalho, recomenda-se:

- implantação de programa de minimização do resíduo de papel branco reutilizável na UNICAMP;
- ampliação da coleta seletiva para as áreas comuns do Campus;
- ampliação da coleta diferenciada de resíduo: poda, móveis inservíveis, madeira, maravalha, lâmpadas fluorescentes e apara de grama;
- instalação de mais lixeiras nas áreas que não as possuem;
- elaboração do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Prefeitura de Campus, expandindo o gerenciamento integrado do resíduo sólido urbano efetuado pela Divisão de Meio Ambiente, para todos os resíduos gerados e gerenciados pela Prefeitura da UNICAMP, inclusive, o resíduo de construção civil.

Como Diretrizes e Propostas para a gestão do resíduo sólido urbano do Campus, deve-se:

- tornar a coleta seletiva e a minimização de resíduo como partes integrantes do Programa Institucional da UNICAMP;
- dar prioridade a estes serviços dentro da Limpeza Pública; e,
- da prioridade à Constituição da Câmara Técnica de Resíduos Sólidos Domésticos, dentro do Plano de Gerenciamento Ambiental da UNICAMP.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12.980**: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, ago. 1993.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6.023**: Informação e documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, ago. 2002.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.520**: Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, ago. 2002.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004**: Resíduos Sólidos: Classificação . Rio de Janeiro: ABNT, mai. 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14.724**: Informação e documentação: Trabalhos acadêmicos – Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, dez. 2005.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2.006**. Disponível em: <[www.abrelpe.com.br/panorama\\_2005.php](http://www.abrelpe.com.br/panorama_2005.php)>, Acesso em: 20 de mar. 2006, 17h47min.

ABREU, M.F. **Do Lixo à Cidadania: Estratégias para Ação**. Brasília: Caixa, 2001.

ANVISA. **RDC N° 306/04** – Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <[http://e-legisbvs.br/leisref/public/showAct.php?mode=PRINT\\_VERSION&id=13544](http://e-legisbvs.br/leisref/public/showAct.php?mode=PRINT_VERSION&id=13544)>, Acesso em: 01 abr. 2005, 09h49min.

ANVISA. **Resolução nº 30/02** – Critérios para a gestão sanitária de resíduos sólidos em portos, aeroportos, terminais internacionais de carga e passageiros e pontos de fronteira do Mercosul. Disponível em:

<[http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?mode=PRINT\\_VERSION&id=15813](http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?mode=PRINT_VERSION&id=15813)>, Acesso em: 18mai.2007, 10h24min.

ARAÚJO, N.S. **GESTÃO DE RESÍDUOS ESPECIAIS NAS UNIVERSIDADES: ESTUDO DE CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, CAMPUS DE SÃO CARLOS**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos-SP, 2002.

BARBOSA, M. **Minimização de resíduo sólido doméstico na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP**. 2007. Dissertação (Mestrado em Saneamento e Ambiente) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP. 2007.

CALDERONI, S. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**, São Paulo: Humanitas-FFLCH/USP, 2003.

CEMPRE. **Guia da Coleta Seletiva de Lixo**. São Paulo: CEMPRE, 1999.

CEMPRE. **Pesquisa CICLOSOFT 2006**, Disponível em: <[http://www.cempre.org.br/ciclosoft\\_2006.php](http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2006.php)>. Acesso em: 07nov.2007, 10h14min.

CETESB. **Caracterização de Resíduos**. São Paulo. CETESB, 1997.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Glossário. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/glossario/glossarioa\\_asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/glossario/glossarioa_asp)>. Acesso em: 28 fev 2005, 14h23min.

DIAS, S.S.F. **Avaliação de programas de Educação Ambiental voltados para o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos**. 2003. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

EIGENHEER, E.M.; FERREIRA, J.A. i ADLER, R.R. **Reciclagem Mito e Realidade**. Rio de Janeiro. In-Fólio, 2005.

FEAM-Fundação Estadual de Meio Ambiente. **Orientações Técnicas para Atendimento do Artigo 2º da Deliberação Normativa 52/2001 do Conselho Estadual de Política Ambiental.** Belo Horizonte. FEAM, 2.006. Disponível em: <<http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Cartilha%20DN52.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2007, 11h34min.

FERREIRA, A.B.H.; **Novo Dicionário da Língua Portuguesa.** 1. ed (15ª impressão), Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975.

FERRUCIO, R.S. **Comparação da Aplicação da Remediação em Área Degradadas e da Implantação de Sistemas Integrados nas Cidades de Campinas(SP), Americana (SP), Porto Alegre (RS) e Caxias do Sul (RS),** 1996. **Dissertação** (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

FONSECA, E. **Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana.** João Pessoa: JRC, 2001.

FUNASA. **Manual de Saneamento.** Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2.004. <<http://www.funasa.gov.br/Web%20Funasa/pub/manusane/manusan00.htm>>. Acesso em: 29 mar. 2006, 16h25min.

GEIPOP-Grupo Executivo da Integração da Política de Transportes. **Decreto nº 1.910, de 21 de maio de 1996 - Dispõe sobre a concessão e a permissão de serviços desenvolvidos em terminais alfandegados de uso público.** Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br/download/1996/96-4-Dec1910.doc>>. Acesso em: 18jun2007, 14h39min.

GRIPPI, S. **Lixo Reciclagem e sua História – Guia para as Prefeituras Brasileiras.** Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2001.

GRUPO DO LIXO. **Considerando mais o lixo.** Florianópolis: Editora Insular, 1999.

HENRIQUE, J.B.C. **Avaliação do Gerenciamento de Resíduo Sólido do Campus da Cidade Universitária “Zeferino Vaz” da Universidade Estadual de Campinas.** 2005. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha>>. Acesso: em 24 mar. 2003, 09h25min.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **PNSB 2000** – Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/condicaodevida/pnsb/lixo\\_coletado110.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/condicaodevida/pnsb/lixo_coletado110.shtm)>. Acesso: em 23 abr. 2004, 11h26min.

IPT/CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo: CEMPRE, 1995.

IPT/CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo: CEMPRE, 2000.

LIMA, L.M.Q. **Lixo: Tratamento e Biorremediação**. 3 ed. São Paulo: Hemus, 1995.

LIMA, J.D. **Sistemas Integrados de Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos**. ABES, 2005.

MAGERA, M. **Os empresários do lixo: um paradoxo da modernidade**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2003.

MANSUR, G.L. i MONTEIRO, J.H.R.P. **Cartilha de Limpeza Urbana**. Centro de Estudos e Pesquisas Urbanas do IBAM/Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério da Ação Social. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/publique/media/Limpeza.PDF>>. Acesso em: 22 mar. 2006, 16h36min.

MAPA-MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 23/05 – Aprova as definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura**. Disponível em:

<<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=13025>>. Acesso: 2mai.2007. 15h18min.

MMA-MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 307/02 – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos de construção civil**. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html)>. Acesso em: 20out.2005, 16h47min.

MMA-MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21**. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=575>>.  
Acesso em: 15fev2006, 11h45min.

NUNESMAIA, M.F.S. **Lixo: soluções alternativas - Projeções a partir da experiência UEFS**. Feira de Santana: UEFS, 1997.

PEREIRA, NETO. **Usinas de Compostagem de Lixo: Aspectos Técnicos Operacionais, Econômicos e de Saúde Pública**. Disponível em:  
<[www.ambiente.sp.gov.br/residuos/ressolid\\_domic/docs/P19.doc](http://www.ambiente.sp.gov.br/residuos/ressolid_domic/docs/P19.doc)>. Acesso em:  
12out.2006, 11h31min.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1.988**. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/sf/legislacao/const/>>. Acesso em:  
07mai.2007, 14h53min.

STREB, C.S. **A coleta informal de lixo no município de Campinas – SP: uma análise na perspectiva das questões energéticas e da qualidade de vida. 2001**. Dissertação (mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2001.

TEIXEIRA, E.N. **Resíduos Sólidos: minimização e reaproveitamento energético**. In: Seminário Nacional sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais, 29 a 31 ago. 2000, São Paulo, **Anais...** São Paulo: SEMA, 2000.

TEIXEIRA, E.N. Anotações de aula do Curso IC-758 – **Tratamento de Lixo**. Departamento de Saneamento e Ambiente. FEC-UNICAMP, 2º semestre de 2.003.

TEIXEIRA, E.N. **Gestão de Resíduos**. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, 2004. Apostila Curso de Especialização FEC-250 – Saneamento e Gerência Ambiental.

TEIXEIRA, E.N. i BIDONE F.R.A. **Conceitos Básicos**. In: Prosab - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Metodologia e Técnicas de Minimização, Reciclagem e Reutilização de Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999. cap. 2, p. 15-20.

UNICAMP-Universidade Estadual de Campinas. **Portal UNICAMP**. Disponível em: [www.unicamp.br/unicamp/a\\_unicamp/a\\_unicamp.html](http://www.unicamp.br/unicamp/a_unicamp/a_unicamp.html). Acesso em 30mai.2007, 20h32min.

UNICAMP-AEPLAN – Universidade Estadual de Campinas-Assessoria de Economia e Planejamento. **Anuário Estatístico UNICAMP 2007 (base 2006)**. Disponível em: [www.aeplan.unicamp.br/anuario\\_estatistico\\_2007/index.htm](http://www.aeplan.unicamp.br/anuario_estatistico_2007/index.htm). Acesso em 30mai.2007, 20h40min.

UFV-Universidade Federal de Viçosa (a). **Apresentação do Programa Reciclar**. Disponível em: <http://www.ufv.br/Pcd/Reciclar/apresentacao.htm>. Acesso em 11nov.2007, 14h57min

UFV-Universidade Federal de Viçosa (b). **Projeto Reciclar inicia campanha de coleta seletiva nos alojamentos**. Jornal da UF, Ano 35, nº 1409, de 28 de setembro de 2007. Disponível em: [www.ufv.br](http://www.ufv.br). Acesso em 11nov,2007, 15h28min

VALENTE, J.P.S. i GROSSI M.G.L. **Educação Ambiental: “Lixo Domiciliar”**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999.

WILSON, D.C. **Direções no Gerenciamento de Resíduos: Passado, Presente e Futuro**. Livro Anual da ISWA (1999/2000). p. 31-36. Disponível em: [www.abrelpe.com.br/iswa/iswa-0011.html](http://www.abrelpe.com.br/iswa/iswa-0011.html). Acesso em: 30 jan. 2004, 14h15min.

WWF-World Wildlife Fund. **O Protocolo de Kioto**. Disponível em: [www.wwf.org.br/participe/minikioto\\_protocolo.htm](http://www.wwf.org.br/participe/minikioto_protocolo.htm), Acesso em: 27 jun. 2005, 18h14min.

## APÊNDICE

**APÊNDICE A - Totalização do Resíduo Reciclável caracterizado  
nas 16 semanas de coleta, por local de origem**

**Tabela A.1: Totalização do Resíduo Reciclável caracterizado nas 16 semanas de coleta, por local de origem (kg)**

Origem	Pp bco reutilizável	Pp bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	ñ reciclável	Total	%
1 HC	246,50	269,50	418,80	38,30			5,00		7670,00		0,70	8648,80	21,49
2 Grades	176,69	105,56	100,91	4566,89	74,74	46,71	214,04	5,54	92,79	18,95	90,86	5493,67	13,65
3 Prefeitura	44,82	97,18	492,96	2222,94	85,82	103,45	670,18	2,80	1659,04	8,30	42,20	5429,68	13,49
4 IQ	260,70	115,80	117,80	450,80	2,70	940,47	322,80	0,77	6,25	1,80	49,42	2269,31	5,64
5 FEC	372,39	266,51	432,14	120,29	26,55	33,53	157,58	4,31	5,34	21,11	203,97	1643,71	4,08
6 Reitoria V	460,80	528,00	135,50	112,40	96,00	20,00	30,60	0,12	0,10		13,23	1396,75	3,47
7 GR	245,10	449,33	195,11	118,64	152,34	0,73	89,60	0,96	2,65	4,20	134,82	1393,48	3,46
8 FEF	534,10	289,10	127,53	124,84	0,90	8,00	82,62	1,40	178,13	1,50	36,40	1384,52	3,44
9 FEEC	309,90	295,10	103,60	306,30	13,20		78,70	13,83	33,70		81,41	1235,74	3,07
10 FEQ	115,90	100,03	101,97	167,90	5,70	126,80	105,20	2,13	2,00	5,90	101,98	835,51	2,08
11 DAC	509,75	115,40	12,20	52,40	37,00		3,60		12,60		2,30	745,25	1,85
12 Bombeiros				20,00			30,00		665,00			715,00	1,78
13 IMECC	233,60	156,00	83,20	58,50	2,00		30,60	0,02	1,20		20,70	585,82	1,46
14 FEA	4,70	26,70	10,40	12,10		494,80	7,40			0,10	6,70	562,90	1,40
15 IA	121,20	175,30	53,68	51,70	37,99	0,58	54,70	0,18	2,30		22,28	519,90	1,29
16 DGRH	168,20	91,30	64,00	18,60	108,10		19,31	0,05	2,67		11,10	483,33	1,20
17 CAISM	269,8	146,3	39,8	18,20								474,10	1,18
18 COMVEST	196,04	82,49	75,23	21,00	38,33	15,20	22,06		0,23		19,22	469,80	1,17
19 FEM				8,50		162,30	82,10		97,20			350,10	0,87
20 IEL	66,60	88,10	34,50	54,10	6,83		29,20	1,14	0,40	6,66	36,75	324,27	0,81
21 IG	50,20	23,00	32,63	47,82	9,40	0,10	92,40	0,03	8,00		56,10	319,68	0,79
22 CEMEQ	5,70	2,40	7,80	42,90			26,77	36,00	111,30		76,32	309,19	0,77
23 EMBRAPA	79,30	24,30	53,40	9,20	110,30		7,70				3,70	287,90	0,72
24 Núcleo de Medicina	105,80	103,60	27,60	21,80	6,20		4,50				2,50	272,00	0,68
25 STU	45,37	95,44	14,69	19,51	4,90		25,84	1,21	2,00	4,70	49,16	262,82	0,65
26 COCEN	5,70	7,22	4,96	5,20	190,70		4,60				1,50	219,88	0,55
27 CECOM	56,10	1,20	2,50	115,00	37,00	4,30		2,80				218,90	0,54
28 GMU				195,40	19,60							215,00	0,53
29 PRODECAD	10,66	10,70	70,50	47,30	19,19		21,10	0,06	0,72	6,00	28,40	214,62	0,53
30 Lab.Óleos e Gorduras	38,78	23,83	57,50	17,90	0,20	37,40	19,40	0,68	0,71	1,21	6,60	204,21	0,51
31 SOFTEX	38,20	57,60	39,20	38,80	7,30		13,15				6,20	200,45	0,50
32 IFGW	43,90	33,40	19,10	26,70		21,60	19,10	0,05	0,80		11,60	176,25	0,44
33 NEPAM	34,40	109,30	18,30	7,80			2,90				1,20	173,90	0,43
34 AEPLAN	2,50	86,10	3,80	23,50	34,20		3,10				1,30	154,50	0,38
35 AFPU	122,30	4,80	0,40	0,20	22,50		0,30					150,50	0,37

continua

**Tabela A.1: Totalização do Resíduo Reciclável caracterizado nas 16 semanas de coleta, por local de origem (kg) conclusão**

Origem	Pp reutilizável	bco Pp Bco	Pp misto	Papelão	Jornal	Vidro	Plástico	Metal	Ferro	Patogênico	ñ reciclável	Total	%
36 CBMEG	66,80	24,90	26,60	11,00		15,20	0,90				0,30	145,70	0,36
37 Almoarifado	0,60	5,70	9,10	98,53			15,00		6,00		0,55	135,48	0,34
38 EMEI	4,15	5,20	20,30	37,10	4,30		38,80		6,30	1,10	12,30	129,55	0,32
39 FE	67,00	36,10	14,50	2,50	0,70		6,80	0,12			0,59	128,31	0,32
40 Ciclo Básico	18,00	4,80	5,20	42,80	7,20		1,30		36,60		0,80	116,70	0,29
41 IB	0,30	1,50	6,20	3,50		61,30	8,10	3,09	0,70	1,50	30,50	116,69	0,29
42 ADUNICAMP	20,10	2,00	7,40	15,00	39,70		2,50				13,20	99,90	0,25
43 CCS				1,27	2,00	23,80	38,68		33,20			98,95	0,25
44 EXTECAMP	17,20	32,50	22,10	6,33	0,54	1,20	10,10	0,18	0,37	0,07	6,79	97,38	0,24
45 IFCH		22,00	6,00	66,60								94,60	0,24
46 Assessoria de Imprensa	7,20	6,90	9,00	1,90	44,00	0,50	2,20				1,80	73,50	0,18
47 INOVA	8,60	1,80	0,40	48,90			12,90				0,10	72,70	0,18
48 CIPOI	22,20	3,00		8,00	28,30		1,40					62,90	0,16
49 CEMIB				8,50			49,00					57,50	0,14
50 CMU	0,20	4,40	4,60	0,50	38,70	1,60	2,10	0,03			4,20	56,33	0,14
51 DCE	2,40	13,30	18,80	0,80	3,50		11,20				2,00	52,00	0,13
52 CT	10,44	14,96	11,29	3,41	1,80		0,76				2,42	45,08	0,11
53 NEPP	5,00	1,80	5,50	11,60	1,20		6,70	0,18	0,12	3,20	9,10	44,40	0,11
54 CEPETRO	0,20			12,00	0,50		9,00	0,03	8,00		9,50	39,23	0,10
55 Lab. de Hidrogênio				35,00								35,00	0,09
56 Secretaria Geral								14,30	2,10		18,60	35,00	0,09
57 Hemocentro					4,00	20,80	9,00					33,80	0,08
58 CEB		12,20	5,90	8,50			2,90				3,80	33,30	0,08
59 Supletivo		19,60	6,40	0,60								26,60	0,07
60 FUNCAMP	25,00											25,00	0,06
61 PRG				2,00	2,00	3,00		1,70			9,20	17,90	0,04
62 CIPA	2,50	8,60	1,80	0,50			0,20				0,60	14,20	0,04
63 SIARQ	0,80	2,30	2,30	0,70			1,90				1,40	9,40	0,02
64 NEPO				6,00								6,00	0,01
65 BC (Galeira de Artes)											3,20	3,20	0,01
TOTAL	5254,38	4204,14	3135,10	9596,97	1328,12	2143,36	2507,59	93,67	10648,51	86,30	1249,57	40247,69	
%	13,06	10,45	7,79	23,84	3,30	5,33	6,23	0,23	26,46	0,21	3,10		100,00