UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Rodrigo Eduardo Córdoba

**Estudo do Sistema de Gerenciamento Integrado de
Resíduos de Construção e Demolição do Município de
São Carlos - SP**

São Carlos – SP

2010

Rodrigo Eduardo Córdoba

**Estudo do Sistema de Gerenciamento Integrado de
Resíduos de Construção e Demolição do Município de
São Carlos – SP ¹**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de
São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte
dos requisitos exigidos para obtenção do Título de
Mestre em Hidráulica e Saneamento.

Área de Concentração: Gestão e Gerenciamento de
Resíduos Sólidos

Orientador: Professor Associado Valdir Schalch

São Carlos – SP

2010

¹ O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil. Processo nº 130.742/2008-2

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

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

C795e	<p>Córdoba, Rodrigo Eduardo</p> <p>Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos / Rodrigo Eduardo Córdoba ; orientador Valdir Schalch. -- São Carlos, 2010.</p> <p>Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Engenharia Hidráulica e Saneamento) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.</p> <p>1. Resíduos sólidos. 2. Construção civil. 3. Resíduos de construção e demolição. 4. Gestão e gerenciamento integrado de RCD. 5. Ecopontos. I. Título.</p>
-------	--

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Engenheiro **RODRIGO EDUARDO CÓRDOBA.**

Dissertação defendida e julgada em 21/05/2010 perante a Comissão Julgadora:

Prof. Associado **VALDIR SCHALCH – (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado

Prof. Dr. **WELLINGTON CYRO DE ALMEIDA LEITE**
(Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"/UNESP/Campus de Guaratinguetá)

Aprovado

Prof. Dr. **JAVIER MAZARIEGOS PABLOS**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado

Prof. Associado **MARCELO ZAIAT**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Hidráulica e Saneamento.

Prof. Associado **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

Dedico este trabalho aos meus pais, Arlindo e Maria Helena, que sempre me apoiaram nos momentos decisivos de minha vida, e por terem proporcionado meu acesso a bons estudos, com muito sacrifício e honestidade.

Dedico também às pessoas queridas, que de algum modo, contribuíram com apoio, presteza e consideração, fundamentais para realização deste trabalho.

GRATIDÃO

Ao Professor Dr. Valdir Schalch, amigo e orientador, iniciador de minhas atividades de ensino e pesquisa em resíduos sólidos, pela presteza com que dirigiu seus relevantes conhecimentos técnicos e humanísticos, na realização desse estudo, mediante sua reconhecida experiência no ensino e pesquisa em Resíduos Sólidos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por minha saúde, fé e força para superar os desafios da vida.

A todos docentes do curso de Engenharia Civil e Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento EESC/USP, pelos conhecimentos profissionais e acadêmicos transmitidos desde os primórdios de minha graduação até os dias atuais.

Ao Doutor Ronan Cleber Contrera e ao Professor Doutor Wellington Cyro de Almeida Leite, pelas observações e sugestões no exame de qualificação.

Ao Professor Marcus Cesar Avezum Alves de Castro, pelo incentivo e constante interesse demonstrado neste estudo.

Ao Doutor José da Costa Marques Neto, pelo incentivo a realização deste tipo de estudo e fornecimento de dados e fotografias dos locais de estudo.

Ao Eduardo Rodrigues Ferreira, Érica Pugliesi e Tatiana Corrêa, pelas dicas, correções, ensinamentos e esclarecimento de dúvidas, que surgem em trabalhos sobre resíduos sólidos.

À Secretaria Municipal de Serviços Públicos da Prefeitura Municipal de São Carlos pela colaboração, informações e cooperação em todas as etapas de coletas de dados, em especial ao Sr. Antônio Casale e ao engenheiro Douglas Minamisako.

À Secretaria Municipal do Trabalho, Emprego e Renda da Prefeitura Municipal de São Carlos pelas informações e dados fornecidos, em especial aos senhores Fernando e Roberto.

À Progresso e Habitação de São Carlos S/A (PROHAB) pelas informações disponibilizadas, pela cooperação, apoio e constante troca de idéias, em especial ao engenheiro Samir Fagury e ao pessoal da Usina de Reciclagem Henrique, Ricardo e Dirceu.

À Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável Ciência e Tecnologia de São Carlos, pela oportunidade de expor o projeto de pesquisa em suas reuniões e informações prestadas, em especial ao secretário Paulo Mancini.

Ao Departamento Autônomo de Água e Esgotos de Araraquara (DAAE), pelas informações e dados fornecidos sobre os ecopontos instalados em Araraquara, em especial ao engenheiro Agamemnon Brunetti Junior.

À Vega Engenharia Ambiental, pelas informações e dados fornecidos sobre a geração dos Resíduos Sólidos Domiliciarios do município, em especial ao Sr. Fábio e Jarbas.

Aos amigos funcionários e catadores da central de triagem e aterro de RCD de Cidade Aracy I, pela atenção dispensada, e apoio na fase de coleta de dados.

Às empresas de coleta de RCD e seus funcionários que cooperaram na obtenção de dados, pela atenção dispensada.

Ao engenheiro Rafael Moura Ramella, pelo trabalho em equipe, dicas, apoio e confiança no decorrer deste trabalho.

Aos meus grandes amigos do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos (NEPER), em especial a Adriana Antunes Lopes, Álvaro José Calheiros da Costa, Ana Paula Magalhães, Caio Souza Pires, Daniel Anijar Matos, Eduardo Rodrigues Ferreira, Elcio E. Maeda, Érica Pugliesi, José da Costa Marques Neto, Juliana Simião, Leandro M. Piassi, Luciana M. Massukado, Luis Gustavo P. D'Aloia, Luiz Fernando L. Barroso, Ronan C. Contrera, Tássio F. Lofti Matos e Tatiana Corrêa pela prontidão, dicas, conselhos, apoio e companheirismo ao longo desses últimos anos. Muito obrigado pela paciência, sou muito grato a todos.

Aos grandes amigos Alexandre Schimming, Bruno L. O. Palley, Carolina Silvatti, Celso P. Fattori, Diovane Beraldo, Paulo Henrique S. A. Faria e Rodrigo A. Roselli pela colaboração técnica, apoio e incentivo oferecido, indispensáveis para a realização deste estudo.

Aos amigos da república pelo apoio, amizade e companheirismo nesta reta final da dissertação, Diego Santiago dos Santos, Francisco de Souza Júnior, Franco B. Sandanelo, Paulo José Meira da Silva, Rafael A. Beraldo, Renato Rodrigues Oliveira da Silva e outros que fizeram parte da mesma.

Aos colegas e amigos dos Programas de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento e Ciências da Engenharia Ambiental pelos prazerosos anos de convivência, em especial a Anabi Resende Filho, Aurélia O. Almeida, Carlos C. S. de Rezende, Cláudio J. Araújo, Dagoberto Y. Okada, Elaine Schornobay, Fernanda de M. Ferraz, Jorge A. de Carvalho Santos, José Luciano V. Marques, Liana N. Pasqualini, Lucas R. C. Marcon, Mélida Del Pilar A. Rojas, Raphael C. Medeiros e Richard P. Pehovaz Alvarez.

As funcionárias Rosemeire Aparecida de Jesus e Marília M. Pinotti do Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS), pela amizade e presteza com que sempre nos atendeu, durante a realização deste estudo.

As secretárias do SHS, Márcia Magro Campos, Maria Auxiliadora de C. Altieri Pin, Maria Cecília Scansani Marques, Pavlovna Damião Rocha Bueno e Valderes Aparecida Picon Terroni, pela colaboração e eficiência com que sempre nos atendeu.

Ao André Canale Garcia, do setor de informática Departamento de Hidráulica e Saneamento, pela grande ajuda, dicas e paciência durante a impressão deste trabalho.

Aos todos os funcionários e professores do Departamento de Hidráulica e Saneamento, da Escola de Engenharia de São Carlos – USP, pelo apoio e atendimento.

Ao pessoal da gráfica da Escola de Engenharia de São Carlos, que sempre nos atendeu com muita atenção e eficiência, em especial ao Sr. Adão.

A Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, pela oportunidade de qualificação oferecida ao longo de minha carreira de profissional.

Ao Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE), pela oportunidade de estágio supervisionado em docência e pelo auxílio financeiro concedido.

À CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio na forma de auxílio à pesquisa e pela bolsa concedida para a realização do trabalho “Estudo do Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção e Demolição do Município de São Carlos – SP”. Processo nº 130.742/2008-2

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho.

RESUMO

CÓRDOBA, R. E. (2010). *Estudo do Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção e Demolição do Município de São Carlos – SP*. 2010. 406 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010.

Com a intensificação da geração de resíduos sólidos urbanos, as autoridades, pesquisadores e sociedade têm voltado seus esforços para enfrentar as dificuldades de manejo e disposição final adequada desses resíduos. Neste sentido, é coerente afirmar que os resíduos de construção e demolição (RCD) fazem parte dessa problemática, pois geralmente representam a maioria dos resíduos sólidos gerados no meio urbano. A ausência de políticas públicas em relação à gestão e gerenciamento desses resíduos tem provocado diversos impactos como, por exemplo, o surgimento de vários depósitos clandestinos nas áreas mais afastadas do perímetro urbano e gastos por parte da administração pública com modelos de gestão corretiva. Entretanto, esse modelo corretivo tem se demonstrado obsoleto e ineficaz para minimizar os impactos negativos gerados pela deposição irregular de RCD. Diante desses fatos, foi criada a Resolução CONAMA nº 307/2002, que instituiu que os municípios devem prover políticas públicas voltadas a evitar o descarte dos RCD em locais irregulares e que contemplem a minimização dos impactos causados ao meio ambiente e saúde humana. Assim, com intuito de contribuir nesta área de conhecimento a presente pesquisa teve por finalidade estudar a situação do sistema de gerenciamento integrado de RCD do município de São Carlos-SP, após a regulamentação da Resolução CONAMA nº 307/2002. Para tanto, foi realizado um levantamento da situação atual do gerenciamento dos RCD no município, por meio de quatro etapas de estudo – contextualização dos indicadores básicos locais; caracterização quantitativa; caracterização qualitativa e por fim análise das áreas de descarte clandestino e áreas de implantação de pontos de captação para pequenos volumes de RCD. Com base nos resultados obtidos neste estudo, foi possível verificar que o município de São Carlos possui um Plano Integrado de Gerenciamento de RCD, em consonância com a Resolução CONAMA nº 307/2002. Porém pode-se constatar que o respectivo município não possui implantada uma rede de captação que contemple os pequenos volumes, assim este sofre com o aumento de áreas de descarte clandestino, as quais causam diversos impactos ao meio ambiente e saúde pública local. Entretanto, medidas adotadas neste novo sistema também demonstraram fatores positivos como à redução de descartes em aterros e geração de emprego e renda. Por fim, esta pesquisa implementou uma metodologia de caracterização dos RCD por análise de imagens, a qual se demonstrou eficiente na caracterização de amostras que apresentavam peças com grandes volumes como, por exemplo, vigas, pilares e placas de concreto.

Palavras chave: Resíduos Sólidos, Construção Civil, Resíduos de Construção e Demolição, Gestão e Gerenciamento Integrado de RCD, Ecopontos.

ABSTRACT

CÓRDOBA, R. E. (2010). *Study of the Integrated Management of Construction and Demolition Wastes from São Carlos-SP*. 2010. 407 p. M.Sc. Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010.

With the increased generation of urban solid wastes, the authorities, researchers and society have turned their efforts to tackle the difficulties of handling and final disposal of such wastes. In this sense, it is consistent to say that the construction and demolition wastes (C&D) are part of this problem, because they generally represent the majority of solid waste generated in urban areas. The absence of public politics regarding the management of such waste have caused many impacts, for example, illegal discharges dumping sites in areas furthest from the urban perimeter and spending by the government with corrective models. However, this corrective model has proven obsolete and ineffective to minimize the negative impacts caused by the irregular disposal of C&D wastes. Given these facts, the resolution nº 307/2002 of the National Environmental Council (CONAMA) for the C&D wastes was created, which established that municipalities must provide public politics that aim at preventing the disposal of C&D wastes at irregular areas and reduce impacts to the environment and human health. Therefore, to contribute to this area of knowledge this research studied the situation of the integrated management system of C&D wastes from São Carlos-SP, after the implementation of resolution nº 307. For this, a survey was done of the current situation of management of C&D wastes in the city through four stages - local contextualization of basic indicators, quantitative characterization, qualitative characterization and finally analysis of areas of irregular discharge and areas of implantation of points for small volumes of C&D wastes. Based on the results of this study, we observed that the municipality of São Carlos has an Integrated Waste Management of C&D wastes, according to resolution nº 307. However, it was found that the municipality has not established a system of small volumes, so it suffers with increasing areas of irregular disposal, which causes many impacts to the environment and local public health. However, measures taken in this new system also demonstrated positive factors such as the reduction of discards in landfills and the generation of employment and income. Finally, this study implemented a methodology to characterize the C&D by image analysis, which has demonstrated effectiveness in the characterization of samples with high volume parts such as beams, pillars and slabs of concrete.

Keywords: Solid Wastes, Civil Construction, Construction and Demolition Wastes, Integrated Management of Construction and Demolition Wastes, Points of Delivery of Small Volumes of C&D wastes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Proposta de classificação dos resíduos sólidos segundo a origem.....	9
Figura 2.2 – Origem dos RCD em algumas cidades brasileiras (% da massa total)	21
Figura 2.3 – Total de RCD coletados no Brasil e por Macrorregiões (t/dia)	24
Figura 2.4 – Composição percentual dos RCD do município de São Carlos-SP	31
Figura 2.5 – Participação dos materiais no entulho de Salvador - BA	31
Figura 2.6 – Participação dos materiais no entulho de Recife - PE.....	32
Figura 2.7 – Porcentagem média dos constituintes do RCD produzidos pela.....	32
Figura 2.8 – Porcentagem em massa dos RCD de dois bairros de Uberlândia - MG.....	32
Figura 2.9 – Composição gravimétrica dos RCD do Rio de Janeiro - RJ	33
Figura 2.10 – Esquema sugerido para construção de ecopontos	41
Figura 2.11 – Ecoponto 31 de Março com caçambas para resíduos densos – São José dos Campos -SP	42
Figura 2.12 – Baías de armazenamento de resíduos leves do Ecoponto 31 de Março	42
Figura 2.13 – Estrutura do Plano Integrado, prevista na Resolução CONAMA nº 307/2002 ..	59
Figura 2.14 – Avaliação das empresas de construção qualificadas por nível no Brasil	67
Figura 3.1 – Seleção e pré-classificação do veículo selecionado	76
Figura 3.2 – Pesagem do veículo selecionado em uma balança rodoviária	77
Figura 3.3 – Massa do veículo antes da descarga.....	77
Figura 3.4 – Resíduos separados por áreas comuns	79
Figura 3.5 – Imagem da área superior antes do descarregamento – base.....	82
Figura 3.6 – Imagem do meio da pilha – meio	83
Figura 3.7 – Imagem de uma das faces da pilha – topo 3.....	83
Figura 3.8 – Resíduos separados por áreas comuns – meio	84
Figura 4.1 – Localização do município de São Carlos na UGRHI -13 e UGRHI - 9	89
Figura 4.2 – Imagem aérea do local do Antigo Depósito de RCD.....	90
Figura 4.3 – Localização da área do Antigo Depósito de RCD	91
Figura 4.4 – Antigo depósito de Antenor Garcia em 2000.....	92
Figura 4.5 – Antigo depósito de Antenor Garcia em 2009.....	93
Figura 4.6 – Imagem aérea do local do aterro de Cidade Aracy II.....	94
Figura 4.7 – Localização da área do aterro de Cidade Aracy II.	95
Figura 4.8 – Antigo aterro de Cidade Aracy II em 2005	97
Figura 4.9 – Vista do aterro pela Rua Pedro de Paula, s/n	100
Figura 4.10 – Deposição ilegal no entorno do aterro de Cidade Aracy II.....	101
Figura 4.11 – Placa de proibição de deposição de entulho a partir de 29/10/2006	101
Figura 4.12 – Erosão da área nos fundos do aterro	102
Figura 4.13 – Imagem aérea do local do aterro de Cidade Aracy I.....	103
Figura 4.14 – Localização da área do aterro de Cidade Aracy I	103
Figura 4.15 – Área do Aterro de Cidade Aracy I em 2006	104
Figura 4.16 – Fluxograma do Sistema de Triagem dos Resíduos e sua Destinação	107
Figura 4.17 – Placa de sinalização na entrada identificando o local	109
Figura 4.18 – Sinalização da área de recepção da central de triagem	112
Figura 4.19 – Veículo aguardando a recepção e vistoria na área de recepção da central de triagem.....	112
Figura 4.20 – Modelo de CTR adotado pela Prefeitura Municipal de São Carlos.....	112
Figura 4.21 – Área de armazenamento de resíduos volumosos	114
Figura 4.22 – Resíduos RSD e embalagens encaminhados ao aterro sanitário.....	114

Figura 4.23 – Triagem do material nas faces da pilha de resíduos	114
Figura 4.24 – Galpão de triagem e armazenamento de resíduos comercializados	114
Figura 4.25 – Tocos, galhos e raízes de árvores junto ao aterro	115
Figura 4.26 – Incêndio na área do aterro de RCD	115
Figura 4.27 – Imagem aérea da Usina de Reciclagem e Fábrica de	117
Figura 4.28 – Localização da área da Usina de Reciclagem e Fábrica	118
Figura 4.29 – Área da Usina de Reciclagem	118
Figura 4.30 – Área da Fábrica de Artefatos de Cimento	118
Figura 4.31 – Área externa de armazenamento de resíduos Classe “A”	120
Figura 4.32 – Área externa de armazenamento de resíduos Classe “A”	120
Figura 4.33 – Pátio de operação da Usina de Reciclagem de RCD	121
Figura 4.34 – Galpão de operação da Fábrica de Artefatos de Cimento	122
Figura 4.35 – Pisos desenhados com 100% de agregados recicláveis	122
Figura 4.36 – Pisos intertravado com 100% de agregados recicláveis	122
Figura 4.37 – Pátio de transbordo e triagem da Usina de Reciclagem	124
Figura 4.38 – Local de armazenamento de resíduos Classe “B” segregados na triagem	124
Figura 4.39 – Local de armazenamento de rejeitos oriundos do processo de triagem	125
Figura 4.40 – Área de armazenamento de resíduos Classe “C”	125
Figura 4.41 – Conjunto alimentador, britador, transportador e eletroímã	126
Figura 4.42 – Peneira vibratória apoiada com 4 faixas granulométricas	126
Figura 4.43 – Volume percentual médio de resíduos de poda e capina	131
Figura 4.44 – Volume percentual médio de resíduos de poda e capina	132
Figura 4.45 – Volume percentual médio de resíduos que saíram da	137
Figura 4.46 – Estimativa do balanço de massas efetuado na central de triagem e aterro de RCD	139
Figura 4.47 – Evolução do gerenciamento em aterros de RCD de São Carlos, SP	141
Figura 4.48 – Estimativa do balanço de massas efetuado na Usina de Reciclagem de RCD da PROHAB	146
Figura 4.49 – Áreas licenciadas no município de São Carlos – SP em 2009	151
Figura 4.50 – Evolução da geração dos RCD e dos descartes clandestinos	155
Figura 4.51 – Composição percentual quantitativa das categorias de RCD	163
Figura 4.52 – Estimativa percentual da composição volumétrica dos RCD destinados a	166
Figura 4.53 – Estimativa percentual da composição gravimétrica dos RCD destinados a	166
Figura 4.54 – Composição percentual média por origem de RCD	174
Figura 4.55 – Estimativa percentual da composição volumétrica dos RCD destinados à	177
Figura 4.56 – Estimativa percentual da composição gravimétrica dos RCD destinados à	177
Figura 4.57 – Composição percentual média por destino final dos RCD	178
Figura 4.58 – Estimativa percentual da composição volumétrica dos RCD do município ..	181
Figura 4.59 – Estimativa percentual da composição gravimétrica dos RCD do município ..	181
Figura 4.60 – Estimativa percentual da caracterização gravimétrica do município	183
Figura 4.61 – Localização e porte das áreas de descarte de RCD e volumosos em São Carlos	192
Figura 4.62 – Bota-fora localizado na faixa de proteção (APP) do Córrego da Água Quente (área 41)	195
Figura 4.63 – Descarte clandestino na APP próxima ao Córrego Santa Fé (área 22)	195
Figura 4.64 – RSD descartado próximo a pilha de RCD na margem do Córrego Tijuco Preto (área 32)	196
Figura 4.65 – Descarte clandestino de RCD e RSD próximo a descarga da drenagem pluvial (área 22)	196

Figura 4.66 – Descarte clandestino de gesso junto à Estrada Municipal Manoel Nunes (área 25).....	197
Figura 4.67 – Descarte clandestino de gesso próximo ao Córrego Monjolinho (área 9)	197
Figura 4.68 – Descarte clandestino de RCD obstruindo a passagem de pedestres (área 5) ...	198
Figura 4.69 – Acostamento da Rod. Cônego W. J. Pera com RCD e volumosos (área 19)...	198
Figura 4.70 – Risco de incêndio e ambiente propício à procriação de animais peçonhentos (área 13).....	198
Figura 4.71 – Descarte clandestino apresentando riscos potenciais à saúde humana (área 11)	198
Figura 4.72 – Invasão do passeio de pedestres (área 5).....	199
Figura 4.73 – Aumento de descartes na área 5 e obstrução do passeio de pedestres	199
Figura 4.74 – Depósito clandestino próximo ao Campus 2 da USP (área 10)	199
Figura 4.75 – Aumento do descarte de volumosos (área 10)	199
Figura 4.76 – Depósito clandestino grande, com descarte de grandes geradores (área 3)	200
Figura 4.77 – Máquina efetuando compactação dos RCD no bota-fora (área 41)	200
Figura 4.78 – Área no final de sua vida útil da central de triagem e aterro de RCD (área 44)	201
Figura 4.79 – Local considerado em 2003 como área de descarte clandestino na Rua Lucas Perroni – área 2, MARQUES NETO (2003)	202
Figura 4.80 – Local considerado em 2003 como área de descarte clandestino na Rua Roberto Martinez – área 11, MARQUES NETO (2003)	203
Figura 4.81 – Local considerado em 2003 como área de descarte clandestino na Rua Geminiano Costa – área 14, MARQUES NETO (2003)	203
Figura 4.82 – Local considerado em 2003 como área de descarte clandestino na Rua Josué Marques Martins – área 21, MARQUES NETO (2003)	204
Figura 4.83 – Área de descarte clandestino de grande porte, antes da implantação do ecoponto	208
Figura 4.84 – Ecoponto implantado na antiga área de descarte clandestino	208
Figura 4.85 – Estudo dos limites da bacia de captação do Ecoponto do Jardim Botafogo ...	210
Figura 4.86 – Placa de identificação do Ecoponto	211
Figura 4.87 – Pátio de operações, com a existência de um barraco de madeira no local.....	211
Figura 4.88 – Resíduos de poda e capina armazenados em espaço diferenciado.....	211
Figura 4.89 – Inexistência de resíduos na área externa do Ecoponto.....	211
Figura 4.90 – Grande volume de RCD e volumosos misturados, com sinais de fumaça ao fundo.....	213
Figura 4.91 – Vestígios de incêndio na área interna do Ecoponto.	213
Figura 4.92 – Localização da rede de captação de RCD no município de São Carlos – SP ..	216
Figura 4.93 – Depósito provisório de RCD, o qual tinha sido limpo pela limpeza pública...	220
Figura 4.94 – Pilha de RCD e volumosos organizada pela limpeza pública.....	220
Figura 4.95 – Presença de carroceiros na área do futuro Ecoponto	221
Figura B.1 – Composição percentual segundo a origem dos RCD	249
Figura B.2 – Composição percentual segundo a origem dos RCD	250
Figura B.3 – Composição percentual segundo a origem dos RCD	251
Figura B.4 – Composição percentual segundo a origem dos RCD	252
Figura B.5 – Composição percentual segundo a origem dos RCD	260
Figura B.6 – Composição percentual segundo a origem dos RCD	261
Figura B.7 – Composição percentual segundo a origem dos RCD	262
Figura B.8 – Composição percentual segundo a origem dos RCD	263
Figura B.9 – Composição percentual segundo a origem dos RCD	264
Figura B.10 – Composição percentual segundo a origem dos RCD	265

Figura B.11 – Composição percentual segundo a origem dos RCD.....	266
Figura C.1 – Estimativa percentual da composição volumétrica.....	269
Figura C.2 – Estimativa percentual da composição volumétrica.....	269
Figura C.3 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	270
Figura C.4 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos.....	270
Figura C.5 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	271
Figura C.6 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos.....	271
Figura C.7 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	272
Figura C.8 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos.....	272
Figura C.9 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	273
Figura C.10 – Estimativa percentual da composição volumétrica.....	273
Figura C.11 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	274
Figura C.12 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos.....	274
Figura C.13 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	275
Figura C.14 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos.....	275
Figura C.15 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	276
Figura C.16 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos.....	276
Figura C.17 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	277
Figura C.18 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos.....	277
Figura C.19 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	287
Figura C.20 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos.....	287
Figura C.21 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	288
Figura C.22 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos.....	288
Figura C.23 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	289
Figura C.24 – Estimativa percentual da composição volumétrica.....	289
Figura C.25 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	290
Figura C.26 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos.....	290
Figura C.27 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	291
Figura C.28 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos.....	291
Figura C.29 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	292
Figura C.30 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos.....	292
Figura C.31 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	293
Figura C.32 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos.....	293
Figura C.33 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	294
Figura C.34 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos.....	294
Figura C.35 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	295

Figura C.36 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos	295
Figura C.37 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	296
Figura C.38 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos	296
Figura C.39 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	297
Figura C.40 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos	297
Figura C.41 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	298
Figura C.42 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos	298
Figura C.43 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	299
Figura C.44 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos	299
Figura C.45 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	300
Figura C.46 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos	300
Figura C.47 – Estimativa percentual da composição volumétrica por	301
Figura C.48 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos	301

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos.....	10
Tabela 2.2 – Perdas de materiais em processos construtivos convencionais (%).....	23
Tabela 2.3 – Estimativa da geração de RCD no mundo	25
Tabela 2.4 – Estimativa da geração de RCD e volumosos no município de São Carlos.....	26
Tabela 2.5 – Estimativa da geração de RCD no município de São Carlos	27
Tabela 2.6 – Estimativa da geração em alguns municípios brasileiros.....	28
Tabela 2.7 – Caracterização do entulho destinado ao aterro de inertes de Itatinga-SP	30
Tabela 2.8 – Características das áreas de transbordo e triagem de alguns municípios do Brasil	38
Tabela 2.9 – Usinas de reciclagem de RCD instaladas em alguns municípios do Brasil	49
Tabela 2.10 – Municípios brasileiros com Planos Integrados de Gerenciamento de RCD	64
Tabela 4.1 – Volume de RCD descartados no depósito de Antenor Garcia	93
Tabela 4.2 – Volume de RCD e volumosos descartados no aterro de Cidade Aracy II	96
Tabela 4.3 – Volume de RCD descartados no aterro de Cidade Aracy II	98
Tabela 4.4 – Descarte de RCD e Volumosos na Central de Triagem de Cidade Aracy I.....	128
Tabela 4.5 – Volume de RCD e volumosos descartados na Central de Triagem	128
Tabela 4.6 – Volume de RCD e volumosos descartados na Central de Triagem	129
Tabela 4.7 – Volume resíduos de poda e capina descartados por empresas de caçambas.....	130
Tabela 4.8 – Volume resíduos de poda e capina descartados por empresas de terraplanagem	130
Tabela 4.9 – Volume resíduos de poda e capina descartados por empresas e particulares ...	130
Tabela 4.10 – Volume resíduos de poda e capina descartados pela PMSC.....	131
Tabela 4.11 – Descarte médio resíduos de poda e capina descartados na Central de Triagem	132
Tabela 4.12 – Volume de RCD destinado à central de triagem e aterro de Cidade Aracy I....	133
Tabela 4.13 – Volume de RCD descartados na Central de Triagem	133
Tabela 4.14 – Volume de RCD descartados na Central de Triagem	134
Tabela 4.15 – Volume de RCD descartados na Central de Triagem pela Gestão Corretiva .	134
Tabela 4.16 – Quantidades de galhos e madeiras comercializados	136
Tabela 4.17 – Quantidades de ferro, plástico e papel comercializados	136
Tabela 4.18 – Quantidades prováveis de resíduos que saíram da central de triagem e aterro	137
Tabela 4.19 – Volume de RCD descartados no Aterro Sanitário.	138
Tabela 4.20 – Volume de RCD destinado a Usina de Reciclagem.....	143
Tabela 4.21 – Volume de RCD descartados na Usina de Reciclagem	144
Tabela 4.22 – Massa e Volume de RCD descartados na Usina de Reciclagem de RCD	144
Tabela 4.23 – Volume estimado de RCD a partir de ação de empresas privadas de caçambas	148
Tabela 4.24 – Volume estimado de RCD a partir de ação de empresas de terraplanagem....	149
Tabela 4.25 – Volume estimado de RCD a partir de ação de pequenos transportadores	149
Tabela 4.26 – Estimativa da geração total de RCD com base no monitoramento dos volumes descartados nos locais de destinação final	152
Tabela 4.27 – Estimativa da geração total de RCD com base no parâmetro movimento de cargas dos agentes coletores	152
Tabela 4.28 – Estimativa da geração total de RCD com base no parâmetro das áreas licenciadas.....	152
Tabela 4.29 – Estimativa da geração em alguns municípios brasileiros.....	154

Tabela 4.30 – Características dos resíduos amostrados.....	158
Tabela 4.31 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 1.....	158
Tabela 4.32 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 2.....	159
Tabela 4.33 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 3.....	159
Tabela 4.34 – Massas específicas e erros comparativos das metodologias.....	161
Tabela 4.35 – Volume por categoria de RCD destinado a usina de reciclagem.....	163
Tabela 4.36 – Estimativa da composição percentual dos RCD destinados à usina de reciclagem.....	164
Tabela 4.37 – Características dos resíduos amostrados na central de triagem e aterro de RCD	167
Tabela 4.38 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 1.....	169
Tabela 4.39 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 2.....	169
Tabela 4.40 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 3.....	170
Tabela 4.41 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 4.....	170
Tabela 4.42 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 5.....	171
Tabela 4.43 – Massas específicas e erros comparativos das metodologias.....	172
Tabela 4.44 – Quantidade de RCD classificada por origem	173
Tabela 4.45 – Estimativa da composição percentual dos RCD destinados Central de Triagem	175
Tabela 4.46 – Estimativa da composição percentual dos RCD do município de São Carlos	179
Tabela 4.47 – Inventário das áreas de descarte de RCD e volumosos de São Carlos em 1997	186
Tabela 4.48 – Inventário das áreas de descarte de RCD e volumosos de São Carlos em 2003	188
Tabela 4.49 – Inventário das áreas de descarte de RCD e volumosos de São Carlos em 2009/2010	190
Tabela 4.50 – Caracterização das áreas de descarte de RCD de São Carlos em 2009/2010..	193
Tabela 4.51 – Histórico das áreas de descarte de RCD e volumosos de 1997 a 2009/2010..	205
Tabela 4.52 – Histórico do porte das áreas de descarte de RCD e volumosos de 1997 a 2009	207
Tabela 4.53 – Informações constatadas sobre os ecopontos	215
Tabela 4.54 – Deposição irregular constatada em pesquisas nas áreas de instalação dos ecopontos.....	217
Tabela 4.55 - Áreas de atração de descarte irregular de RCD cobertas pelos ecopontos.....	218
Tabela B.1 – Volume de RCD e volumosos descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em março de 2009	245
Tabela B.2 – Volume de RCD e volumosos descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em abril de 2009.....	246
Tabela B.3 – Volume de RCD e volumosos descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em maio de 2009	247
Tabela B.4 – Volume de RCD e volumosos descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em junho de 2009.....	248
Tabela B.5 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em março de 2009	249
Tabela B.6 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em abril de 2009.....	250
Tabela B.7 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em maio de 2009	251
Tabela B.8 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em junho de 2009	252

Tabela B.9 – Volume de RCD descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em maio de 2009.....	253
Tabela B.10 – Volume de RCD descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em junho de 2009.....	254
Tabela B.11 – Volume de RCD descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em julho de 2009.....	255
Tabela B.12 – Volume de RCD descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em agosto de 2009	256
Tabela B.13 – Volume de RCD descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em setembro de 2009	257
Tabela B.14 – Volume de RCD descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em outubro de 2009	258
Tabela B.15 – Volume de RCD descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em novembro de 2009.....	259
Tabela B.16 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em maio de 2009	260
Tabela B.17 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em junho de 2009	261
Tabela B.18 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em julho de 2009	262
Tabela B.19 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em agosto de 2009	263
Tabela B.20 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em setembro de 2009.....	264
Tabela B.21 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em outubro de 2009	265
Tabela B.22 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em novembro de 2009	266
Tabela C.1 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 1 – Amostra 1 da usina de reciclagem RCD	278
Tabela C.2 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 1 – Amostra 2 da usina de reciclagem RCD	279
Tabela C.3 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 1 – Amostra 3 da usina de reciclagem RCD	280
Tabela C.4 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 1 da usina de reciclagem RCD	281
Tabela C.5 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 2 da usina de reciclagem RCD	282
Tabela C.6 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 3 da usina de reciclagem RCD	283
Tabela C.7 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 1 da usina de reciclagem RCD	284
Tabela C.8 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 2 da usina de reciclagem RCD	285
Tabela C.9 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 3 da usina de reciclagem RCD	286
Tabela C.10 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 1 – Amostra 1 do aterro de RCD.....	302
Tabela C.11 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 1 – Amostra 2 do aterro de RCD.....	303

Tabela C.12 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 1 – Amostra 3 do aterro de RCD	304
Tabela C.13 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 1 – Amostra 4 do aterro de RCD	305
Tabela C.14 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 1 – Amostra 5 do aterro de RCD	306
Tabela C.15 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 1 do aterro de RCD	307
Tabela C.16 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 2 do aterro de RCD	308
Tabela C.17 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 3 do aterro de RCD	309
Tabela C.18 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 4 do aterro de RCD	310
Tabela C.19 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 5 do aterro de RCD	311
Tabela C.20 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 1 do aterro de RCD	312
Tabela C.21 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 2 do aterro de RCD	313
Tabela C.22 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 3 do aterro de RCD	314
Tabela C.23 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 4 do aterro de RCD	315
Tabela C.24 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa realizadas – Amostra 5 do aterro de RCD	316

LISTA DE QUADROS

Quadro D.1 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Santos Dumont junto à garagem da PMSC (área 1).....	319
Quadro D.2 – Local de descarte clandestino de RCD ao longo da Rua Bolívia (área 2)	320
Quadro D.3 – Local de descarte clandestino de RCD na continuação Rua Chile, próximo ao local do novo IML (área 3)	321
Quadro D.4 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Bolívia, próximo a Rodovia Washington Luís (área 4).....	322
Quadro D.5 – Local de descarte clandestino de RCD na Avenida Capitão Luiz Brandão, próximo ao futuro Ecoponto São Carlos VIII (área 5).....	323
Quadro D.6 – Depósito provisório autorizado pela PMSC na Avenida Capitão Luiz Brandão, local do futuro Ecoponto São Carlos VIII (área 6)	324
Quadro D.7 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Vinicius E. Laurito Miceli, próximo ao futuro Ecoponto Douradinho (área 7).....	325
Quadro D.8 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Rio São Francisco (área 8)...	326
Quadro D.9 – Depósito provisório autorizado pela PMSC na Rua Indalécio de C. Pereira, local do futuro Ecoponto Jardim Paulistano (área 9).....	327
Quadro D.10 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Miguel Petrucelli, próximo ao futuro Ecoponto Jd. Ipanema (área 10).....	328
Quadro D.11 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Francisco Possa, próximo ao futuro Ecoponto São Carlos III (área 11).....	329
Quadro D.12 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Rio Paraguai (área 12)	330
Quadro D.13 – Depósito provisório autorizado pela PMSC na Lucrécia Placco, local do futuro Ecoponto Parque Primavera (área 13)	331
Quadro D.14 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Neusa A. Marques Melo (área 14)	332
Quadro D.15 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Miguel Petrucelli (área 15) .	333
Quadro D.16 – Local de descarte clandestino de RCD na estrada de acesso que liga Antenor Garcia ao Jardim Medeiros (área 16).....	334
Quadro D.17 – Local de descarte clandestino de RCD na estrada de acesso que liga Antenor Garcia ao Jardim Medeiros (área 17).....	335
Quadro D.18 – Local de descarte clandestino de RCD na estrada de acesso que liga Antenor Garcia ao Jardim Medeiros (área 18).....	336
Quadro D.19 – Depósito autorizado pela PMSC na Rod. Cônego Washington José Pera – Ecoponto Jardim Botafogo (área 19)	337
Quadro D.20 – Local de descarte clandestino de RCD ao longo da Rod. Cônego W. J. Pêra próximo ao Ecoponto Jd.Botafogo (área 20)	338
Quadro D.21 – Local de descarte clandestino de RCD na Estrada Municipal Antônio Sorrigotti, próximo ao futuro Ecoponto Jd. Ipanema (área 21)	339
Quadro D.22 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Francisco Gentil de Guzzi (área 22)	340
Quadro D.23 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Benedito S. Sodré junto ao córrego Santa Maria do Leme (área 23).....	341
Quadro D.24 – Local de descarte clandestino de RCD ao longo da Av. Ayrton S. Leopoldino Jr., próximo a usina de RCD (área 24).....	342
Quadro D.25 – Local de descarte clandestino de RCD ao longo Estrada Manoel Nunes, próximo ao Ecoponto Jd. Botafogo (área 25)	343

Quadro D.26 – Local de descarte de RCD na Rua Prof. Gisto Rossi, próximo ao Córrego da Água Quente (área 26).....	344
Quadro D.27 – Local de descarte clandestino de RCD na continuação da Av. Paulo de Arruda C. Silva. (área 27)	345
Quadro D.28 – Local de descarte clandestino de RCD na Avenida “B” próximo ao final do Swiss Park Residencial (área 28)	346
Quadro D.29 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Vinicius E. Laurito, próximo a área do futuro Ecoponto Douradinho (área 29)	347
Quadro D.30 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Norberto Peronti, próximo a área do futuro Ecoponto Douradinho (área 30)	348
Quadro D.31 – Local de descarte clandestino de RCD na Rui Barbosa com final da Av.Trabalhador Sãocarlense próximo a rodoviária (área 31).....	349
Quadro D.32 – Local de descarte clandestino de RCD Rua Cajucy Accioly, as margens do Córrego Tijuco Preto (área 32)	350
Quadro D.33 – Local de descarte clandestino de RCD Rua Antônio Rodrigues Cajado, na margem esquerda do Córrego Tijuco Preto (área 33).....	351
Quadro D.34 – Local de descarte clandestino de RCD Rua Antônio Rodrigues Cajado, na margem direita do Córrego Tijuco Preto (área 34).....	352
Quadro D.35 – Local de descarte clandestino de RCD Rua Germano Fher Júnior, próximo ao Córrego do Gregório (área 35)	353
Quadro D.36 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Sourbone, próximo ao lado do CREA (área 36)	354
Quadro D.37 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Emílio Ribas (área 37).....	355
Quadro D.38 – Local de descarte clandestino de RCD ao longo da Avenida João Dagnone (área 38).....	356
Quadro D.39 – Local de descarte clandestino de RCD R. Candido de Arruda Botelho, área onde será implantado o Ecoponto São Carlo III (área 39)	357
Quadro D.40 – Local de descarte clandestino de RCD Avenida Arnaldo Meira Pires, no entorno do aterro de Cidade Aracy II (área 40).....	358
Quadro D.41 – Local de descarte de grandes quantidades de RCD na Av. Arnaldo Almeida Pires, próximo ao Córrego da Água Quente (área 41)	359
Quadro D.42 – Local de descarte clandestino de RCD na R. Bruno Pauka (Rua 7), próximo na antiga área de deposição do Antenor Garcia (área 42).....	360
Quadro D.43 – Local da usina de reciclagem de RCD da PROHAB na Av. Ayrton Salvador Leopoldino Junior (área 43)	361
Quadro D.44 – Local da central de triagem e aterro de RCD do município na Avenida Regit Arab (área 44).....	362

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Cálculo da massa específica aparente calculada da metodologia 1.....	80
Equação 2. Cálculo da massa específica aparente calculada da metodologia 2.....	80
Equação 3. Cálculo da composição final dos RCD destinados a Usina de Reciclagem.....	81
Equação 4. Cálculo da caracterização final dos RCD destinados a central de triagem e aterro.....	85
Equação 5. Cálculo da composição final dos RCD no município de São Carlos.....	86

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Proteção Permanente
ATT	Área de Transbordo e Triagem
BH-TJ	Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré
CBH-TJ	Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
EPA	<i>U. S. Environmental Protection Agency</i>
FIPAI	Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQR	Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos
kg	kilogramas
L	litros
m ³	metro cúbico
NBR	Norma Brasileira Registrada
NEPER	Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos
PBPQ-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PEV	Pontos de Entrega Voluntária
pH	Potencial Hidrogeniônico
PMBH	Prefeitura Municipal de Belo Horizonte
PMSC	Prefeitura Municipal de São Carlos

PMSP	Prefeitura Municipal de São Paulo
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPGSHS	Programa de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento
PROHAB	Progresso e Habitação de São Carlos S/A
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RDP	Resíduos Domiciliares Perigosos
REE	Resíduos Eletroeletrônicos
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSE	Resíduos Sólidos Especiais
RSI	Resíduos Sólidos Industriais
RSR	Resíduos Sólidos Rurais
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Carlos
SHS	Departamento de Hidráulica e Saneamento
SMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente
t	toneladas
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
USP	Universidade de São Paulo
γ	massa específica aparente úmida

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	ix
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xv
LISTA DE TABELAS.....	xx
LISTA DE QUADROS.....	xxiv
LISTA DE EQUAÇÕES	xxvi
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	xxvii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo Precípuo	5
1.1.1 Objetivos Específicos	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 Considerações Básicas sobre Resíduos Sólidos	6
2.1.1 Definição dos Resíduos Sólidos	6
2.1.2 Classificação dos Resíduos Sólidos.....	6
2.1.3 Responsabilidades pelos Resíduos Sólidos	10
2.1.4 Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos	10
2.1.5 Gestão e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos	11
2.1.6 Resíduos Sólidos no Brasil	13
2.2 Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	14
2.2.1 Definição	15
2.2.2 Classificação	17
2.2.3 Origem e Geração dos RCD	20
2.2.4 Caracterização dos RCD.....	28
2.2.5 Sistemas de Armazenamento, Coleta e Transporte de RCD	33
2.2.5.1 Sistemas de Armazenamento, Coleta e Transporte Formal.....	34
2.2.5.2 Sistemas de Coleta e Transporte Informal.....	35
2.2.6 Áreas de Transbordo e Triagem dos RCD	36

2.2.6.1 Áreas de Transbordo e Triagem para Grandes Volumes	37
2.2.6.2 Áreas de Transbordo e Triagem para Pequenos Volumes	39
2.2.7 Reciclagem dos RCD	42
2.2.7.1 Reciclagem na Fonte Geradora	45
2.2.7.2 Áreas de Reciclagem de RCD.....	47
2.2.7.3 Usina de Reciclagem de Ribeirão Preto – SP	50
2.2.7.4 Usina de Belo Horizonte – MG.....	51
2.2.7.5 Usina de São Carlos, SP.....	53
2.2.8 Disposição Final dos RCD.....	53
2.2.8.1 Disposição Final Irregular dos RCD.....	53
2.2.8.2 Disposição Final Adequada para os RCD.....	55
2.2.9 Marcos Regulatórios e Normatizações Vigentes	57
2.2.9.1 No Âmbito Federal.....	57
2.2.9.2 No Âmbito Estadual.....	60
2.2.9.3 No Âmbito Municipal	61
2.2.9.4 Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H.....	66
2.2.9.5 Normas Técnicas Brasileiras sobre RCD.....	68
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	69
3.1 Indicadores Básicos e Estudos da Gestão dos RCD	69
3.2 Caracterização Quantitativa dos RCD	70
3.2.1 Determinação do Volume Descartado nas Áreas de Reciclagem e Destinação Final	71
3.2.2 Determinação do Volume Movimentado pelos Agentes Coletores	71
3.2.3 Determinação do Volume de RCD por meio das Áreas Licenciadas para Construção ..	72
3.2.4 Estimativa Total dos Volumes de RCD	73
3.3 Caracterização Qualitativa dos RCD	74
3.1.1 Caracterização Qualitativa dos RCD Destinados à Usina de Reciclagem.....	74
3.1.2 Caracterização Qualitativa dos RCD destinados à Central de Triagem e Aterro de RCD de Cidade Aracy I	81
3.1.3 Caracterização Qualitativa dos RCD no Município de São Carlos-SP.....	85
3.4 Metodologia para o Estudo das Redes de Captação de Pequenos Volumes (Ecopontos) .	86
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	87
4.1 Indicadores Básicos do Município de São Carlos.....	87

4.2 Estudo dos Destinos Finais dos RCD e Volumosos (1997-2009).....	90
4.2.1 Antigo depósito de RCD e resíduos volumosos de Antenor Garcia	90
4.2.1.1 Caracterização do Antigo Depósito de Antenor Garcia	90
4.2.1.2 Estimativa do Descarte de RCD (2003)	92
4.2.1.3 Situação Atual do Antigo Depósito e das Áreas de seu Entorno	93
4.2.2 Antigo Aterro de RCD e Resíduos Volumosos de Cidade Aracy II	94
4.2.2.1 Caracterização do Aterro de Cidade Aracy II	94
4.2.2.2 Estimativa do Descarte de RCD e Volumosos (1997)	95
4.2.2.3 Estimativa do Descarte de RCD (2003)	96
4.2.2.4 Encerramento e Monitoramento da Área.....	98
4.2.2.5 Situação Atual do Aterro e das Áreas de seu Entorno.....	100
4.2.3 Central de Triagem e Aterro de RCD de Cidade Aracy I.....	102
4.2.3.1 Caracterização da Área Antes da Implantação do Aterro de RCD.....	103
4.2.3.2 Caracterização do Estudo de Implantação da Central de Triagem e Aterro de RCD.	105
4.2.3.3 Caracterização da Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I (2009)	108
4.2.3.4 Estudo da Dinâmica Operacional da Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I (2009).....	111
4.3 Estudo de Áreas de Tratamento para Grandes Volumes	116
4.3.1 Usina de Reciclagem de RCD	117
4.3.1.1 Caracterização da Usina de Reciclagem de RCD e Fábrica de Artefatos de Cimento.....	117
4.3.1.2 Estudo da Dinâmica Operacional da Usina de Reciclagem de RCD	123
4.4 Estimativa da Geração de RCD e Volumosos Destinados à Central de Triagem e Aterro de RCD (2009)	126
4.4.1 Levantamento de Dados dos Resíduos Destinados à Central de Triagem e Aterro (Entradas).....	127
4.4.1.1 Cálculo do Volume de Resíduos Descartados na Central de Triagem.....	128
4.4.1.2 Cálculo do Volume de Resíduos de Poda e Capina Descartados na Central de Triagem.....	129
4.4.1.3 Cálculo do Volume de RCD Descartados na Central de Triagem	132
4.4.2 Levantamento de Dados dos Resíduos Retirados e Comercializados na Central de Triagem e Aterro (Saídas)	135
4.4.2.1 Dados Sobre os Resíduos Comercializados na Central de Triagem.....	135
4.4.2.2 Dados Sobre os Resíduos Retirados da Central de Triagem	138

4.4.3 Determinação do Balanço de Massas dos Resíduos da Central de Triagem e Aterro de RCD.....	138
4.5 Estimativa da Geração de RCD Destinados à Usina de Reciclagem de RCD (2009)	142
4.5.1 Levantamento de Dados dos Resíduos Destinados à Usina de Reciclagem (Entradas) 142	
4.5.1.1 Levantamento Cálculo do Volume de Resíduos Descartados na Usina de Reciclagem de RCD.....	143
4.5.2 Levantamento de Dados dos Resíduos Retirados e Comercializados na Usina de Reciclagem (Saídas).....	145
4.5.2.1 Dados Sobre os Resíduos Retirados da Usina de Reciclagem.....	145
4.5.3 Determinação do Balanço de Massas da Usina de Reciclagem de RCD.....	145
4.6 Estimativa do Volume de RCD por Movimento de Cargas dos Agentes Coletores.....	147
4.7 Estimativa do Volume de RCD por Áreas Licenciadas	150
4.8 Estimativa do Total do Volume de RCD Gerado em São Carlos	151
4.8.1 Comparativo entre os Volumes Gerados de RCD no Município em 2003 e 2009	155
4.9 Caracterização Qualitativa dos RCD do Município de São Carlos	156
4.9.1 Considerações Gerais	156
4.9.2 Caracterização Qualitativa dos RCD Destinados à Usina de Reciclagem.....	157
4.9.3 Caracterização Qualitativa dos RCD Destinados à Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I.....	167
4.9.4 Caracterização Qualitativa dos RCD no Município de São Carlos	178
4.9.5 Comparativo entre Caracterizações Qualitativas Realizadas no Município em 1986, 2003 e 2009.....	182
4.10 Estudo das Áreas de Descarte de RCD (1997-2009/2010).....	185
4.10.1 Situação das Áreas de Descarte de RCD em 1997.....	185
4.10.2 Situação das Áreas de Descarte de RCD em 2003.....	187
4.10.3 Situação das Áreas de Descarte de RCD em 2009/2010	189
4.10.4 Aspectos positivos constatados de 2003-2009/2010.....	201
4.10.5 Estudo Comparativo das Áreas de Descarte de RCD (1997-2009/2010)	204
4.10.6 Estudo da Implantação de Ecopontos em São Carlos	207
4.10.6.1 Ecopontos Implantados	208
4.10.6.2 Ecopontos a Serem Implantados	214
4.10.6.3 Situação das Áreas Antes da Implantação dos Ecopontos	220
5. CONCLUSÕES	223

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	225
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	226
APÊNDICE A	237
APÊNDICE B.....	243
APÊNDICE C	267
APÊNDICE D	317
APÊNDICE E.....	363

1. INTRODUÇÃO

As ações da humanidade ao longo da história direcionaram a uma grande busca pelo uso dos recursos naturais, seja pela procura de matéria-prima para a fabricação de produtos, áreas destinadas à construção das urbes ou ainda na incessante busca de áreas agricultáveis.

A princípio, a sociedade adotou um modelo de desenvolvimento baseado na exploração dos recursos naturais sem planejar a sua recomposição ao longo dos anos. Assim, esse modelo por não conhecer os limites dos recursos naturais gerou níveis de degradação ambiental que são visíveis mundialmente.

Com o surgimento da filosofia do desenvolvimento sustentável, o modelo de desenvolvimento explorador passou a ser questionado revendo o conceito de que a preservação da natureza era contrária ao desenvolvimento e que os recursos naturais eram inesgotáveis (BRAGA et al., 2002).

Neste contexto, a sociedade atual tem por objetivo precípuo articular intervenções sobre os recursos naturais sintonizadas com princípios de preservação do meio ambiente e saúde pública. Infelizmente, todas essas intervenções humanas sobre os recursos naturais, sejam eles de qualquer natureza sempre resultam resíduos, que acabam por criar um dos maiores desafios a serem enfrentados pelos administradores públicos, pesquisadores e sociedade relativo à questão da destinação final adequada para estes resíduos.

Segundo dados obtidos através do diagnóstico da Pesquisa Nacional de Saneamento (PNSB), na época da realização deste estudo foram coletados diariamente 125.281 toneladas de resíduos sólidos domiciliares, sendo que 52,8% dos resíduos gerados acabavam dispostos em aterros controlados e/ou lixões (IBGE, 2000).

Atualmente, o Panorama dos Resíduos Sólidos 2008 da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, nos revela que a questão dos resíduos sólidos domiciliares no Brasil ainda atinge a contornos gravíssimos, uma vez que 45% das 150 mil toneladas coletadas diariamente tem destinação final em aterros controlados e/ou lixões e somente 56% dos 5.565 municípios existentes no país possuem iniciativas que contemplam a coleta seletiva em seu modelo de gerenciamento (ABRELPE, 2008).

Diante desses fatos surgiram políticas setoriais que reafirmaram a necessidade de um planejamento sustentável em ambientes urbanos, as quais criaram subsídios para

implantação da gestão e gerenciamento de forma integrada, a fim de propiciar melhorias no meio ambiente e saúde pública.

Neste contexto foram elaborados quatro marcos regulatórios importantes para a área de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, são eles:

- Lei do Saneamento Básico nº 11.445/ 2007;
- Lei dos Consórcios Públicos nº 11.107/2005 (regulamentado pelo Decreto nº 6.017/2007);
- Lei das Parcerias Público-Privadas nº 11.179/2004;
- Política Nacional de Resíduos Sólidos, em tramitação no Senado Federal.

Neste quadro estão inseridos também os resíduos de construção e demolição (RCD). Apesar de serem considerados aparentemente menos problemáticos quando comparados com os resíduos sólidos domiciliares (RSD) podem representar cerca de metade do volume de resíduos gerados nas cidades. Segundo Pinto (1999), essa massa pode variar de 41 a 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos para cidades de pequeno e médio porte.

Neste sentido é coerente afirmar que dentre todos os tipos de resíduos sólidos os resíduos oriundos de construções e demolições apresentam uma situação preocupante em virtude da grande parte que estes representam em massa e volume dos resíduos sólidos urbanos (RSU), da inexistência de dados atualizados sobre geração e composição, do desconhecimento dos impactos causados por esses nos corpos hídricos e a falta de informações sobre o número de deposições irregulares.

Toneladas de entulho são descartadas diariamente em áreas impróprias como: córregos, vias públicas, terrenos baldios e áreas de mananciais, o que acarreta enormes problemas de degradação sócio ambiental no município. O acúmulo de RCD em lugares de uso público causa impactos imediatos como o assoreamento de córregos, obstrução de sistema de drenagem urbana e riscos à saúde pública pela atração de animais peçonhentos e insetos transmissores de doenças.

Em 2008, o Brasil coletou cerca de 80 mil toneladas diárias de RCD que estavam irregularmente descartados em logradouros públicos. Quando comparado com os dados de pesquisas em 2007 estes apresentaram um acréscimo de 10%, o que aponta a grande dimensão dos descartes clandestinos no país (ABRELPE, 2008).

Nos últimos anos, alguns integrantes da sociedade passaram a fazer uso de áreas de disposição clandestina localizadas nas periferias e no entorno do perímetro urbano como

método de disposição final para pequenos volumes de RCD, as quais tem se tornado pequenos “lixões” nos aglomerados urbanos.

Segundo Marques Neto (2003), a grande produção destes resíduos e a necessidade de soluções imediatistas têm conduzido a sociedade a buscar métodos que minimizem a degradação da natureza. Entretanto, medidas emergenciais e corretivas acabam sendo usadas pela falta de informações e despreparo de gestores.

Diante dos fatos, esses resíduos podem ter diversas origens e classificações quanto a sua periculosidade como, por exemplo, os RCD contaminados por outros resíduos em descartes clandestinos. Assim, para critérios de saneamento básico devemos utilizar o termo RCD – resíduos de construção e demolição – denominação esta que é análoga as utilizadas internacionalmente, a qual abrange os resíduos originários de serviços de construção e demolição – construções, reformas, reparos de obras de construção civil em geral, resíduos da cadeia produtiva da indústria da construção civil, preparação de terrenos e obras de escavação, demolições planejadas² ou demolições originadas em catástrofes³ e ainda resíduos dessa natureza coletados em logradouros por serviços de limpeza pública.

A fim de disciplinar os problemas anteriormente discorridos foi criada a Resolução nº 307 do CONAMA, de 5 de julho de 2002, a qual criou diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos do setor construção civil e estabeleceu critérios e procedimentos para a gestão dos RCD, visando uma melhoria da qualidade social, econômica e ambiental.

Considerada como o primeiro marco regulatório de gestão e gerenciamento de RCD essa resolução institui a responsabilidade dos municípios em implementarem Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, os quais devem incorporar os Programas Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil.

Neste contexto, o poder público do município de São Carlos, SP aprovou a Lei nº 13.867 de 12/09/2006, a qual instituiu o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e o Sistema para a Gestão destes resíduos. Com esta lei ficou assegurado o cumprimento da Resolução CONAMA 307/2002 pela adoção de diretrizes de gestão que contemplem a realidade física, social e econômica do município.

² Demolições previamente programadas pelo homem (demolição de obras, implosões e desmontagem seletiva)

³ Demolições ocorridas por catástrofes (ventos, terremotos, tsunamis, guerras e explosões)

Em virtude do cumprimento das legislações vigentes, o município de São Carlos instituiu seu Sistema Integrado de Gerenciamento de RCD, o qual esse trabalho teve por objetivo analisar seu funcionamento.

Neste Sistema Integrado ficou estipulado à criação de ecopontos dispostos em bacias de captação visando à implantação de um serviço público de coleta que expressaria os compromissos deste município para com a limpeza urbana, de modo a criar um novo instrumento de recebimento e triagem de pequenos volumes gerados.

Desta forma a presente pesquisa analisou essas estruturas que visam à redução do uso da lógica irracional da gestão corretiva e emergencial, ou seja, somente a limpeza das áreas após o descarte irregular, medida esta considerada ineficaz pela atração de novos descartes.

Cabral (2007) apontou em seu trabalho a necessidade de identificar as fontes geradoras e os tipos de resíduos sólidos gerados mediante a obtenção de índices que caracterizem a sua composição e taxa de geração que, segundo o autor, servirão de instrumentos básicos para o gerenciamento destes resíduos sólidos.

Neste sentido, faz-se necessário a realização de um bom inventário que caracterize qualitativamente e quantitativamente os RCD, o qual subsidiará o aprimoramento do Sistema Integrado de Gestão e Gerenciamento de RCD no município.

Portanto, a pesquisa se reveste de importância por expor a realidade local dos resíduos de construção e demolição gerados no município de São Carlos-SP, de forma a servir como instrumento para apoiar as municipalidades, tomadores de decisão e empresários.

Neste contexto, esta pesquisa está estruturada em seis capítulos, incluindo a introdução. São eles:

- Capítulo 2: contém o estado da arte relacionado aos estudos de Sistemas de Gestão e Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição;
- Capítulo 3: descreve a metodologia empregada no levantamento de dados, na pesquisa de campo e os critérios de análises dos dados;
- Capítulo 4: apresenta os resultados do estudo do sistema de gerenciamento de RCD no município de São Carlos;
- Capítulo 5: traz as principais conclusões e recomendações para os sistemas de gerenciamento de RCD;
- Capítulo 6: apresenta algumas sugestões para trabalhos semelhantes ou complementares a este estudo.

1.1 Objetivo Precípua

Esta pesquisa tem como objetivo principal, estudar a situação do sistema de gerenciamento integrado de RCD do município de São Carlos-SP, após a regulamentação da Resolução CONAMA nº 307/2002. Este estudo será desenvolvido mediante a adoção de metodologias que possibilitem a caracterização destes resíduos tanto no aspecto quantitativo como qualitativo, bem como uma análise da implantação de Ecopontos em alguns setores do referido município. Este trabalho tem como meta criar índices que servirão de base para a elaboração de estratégias de gestão e gerenciamento de RCD, a fim de futuramente gerar um equacionamento ou minimização para as deposições irregulares.

1.1.1 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo precípua dessa pesquisa, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- Verificar e analisar o estágio de implantação do Plano de Gerenciamento Integrado de RCD;
- Analisar a efetividade da implantação de um sistema integrado de gerenciamento de RCD;
- Estabelecer um estudo comparativo entre a geração de RCD em 2003 e 2009;
- Comparar a taxa de geração per capita atual do município de São Carlos com as taxas de geração de outros municípios;
- Implementar técnicas de caracterização qualitativa dos RCD e efetuar a caracterização destes no município de São Carlos-SP, com vista de efetuar um estudo comparativo com outras caracterizações realizadas no município;
- Identificar o surgimento de áreas de descarte irregular de RCD no período de 1997 a 2009/2010;
- Verificar e analisar a existência de políticas públicas que contemplem a gestão de RCD oriundos de pequenos geradores.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo tem por escopo apresentar inicialmente algumas considerações básicas sobre resíduos sólidos e a situação desses no Brasil. Por fim, serão abordados alguns conceitos sobre a importância da gestão e gerenciamento integrado dos resíduos de construção e demolição (RCD), tanto em âmbito nacional como internacional.

2.1 Considerações Básicas sobre Resíduos Sólidos

2.1.1 Definição dos Resíduos Sólidos

No Brasil, os resíduos sólidos seguem a critérios de definição e classificação conforme o conjunto de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004). Isto posto, os resíduos sólidos podem ser definidos conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004) como:

resíduos nos estados sólido ou semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalação de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (p.1).

2.1.2 Classificação dos Resíduos Sólidos

Segundo Leite (1997), os resíduos sólidos podem ser classificados segundo alguns critérios como, por exemplo:

- pela natureza física: seco ou molhado;
- conforme a composição química: matéria orgânica ou inorgânica;

- segundo o grau de biodegradabilidade: facilmente, moderadamente, dificilmente degradáveis e não-degradáveis.

Contudo, tais possibilidades de classificação apresentadas por Leite (1997) podem ser complementadas por mais duas possibilidades. São elas:

- conforme sua origem ou fonte;
- segundo os riscos potenciais ao meio ambiente e saúde pública.

Por meio da NBR 10.004 (ABNT, 2004) os resíduos sólidos são classificados segundo os riscos potenciais ao meio ambiente e saúde pública, tais classes apresentam classificação quanto a sua periculosidade da seguinte forma:

- Resíduos Classe I - Perigosos: apresentam pelo menos uma das características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade;
- Resíduos Classe II – Não Perigosos:
 - Classe II A – Resíduos Não Inertes: como, por exemplo, resíduos domiciliares;
 - Classe II B – Resíduos Inertes: como, por exemplo, frações minerais de resíduos de construção.

Schalch (1992, p.1-3) propôs uma classificação baseada nas definições da ABNT na qual o autor classificou os resíduos sólidos segundo sua origem ou fonte conforme apresentado a seguir:

- Resíduos Sólidos Urbanos (RSU): nesta classe estão incluídos os resíduos sólidos domiciliares (RSD), que representam os resíduos gerados nas residências; os resíduos sólidos comerciais que englobam os resíduos provenientes de estabelecimentos como lojas, escritórios, hotéis e comércios em geral; e resíduos de varrição e serviços como resíduos de poda e capina e resíduos de feiras livres;
- Resíduos Sólidos Industriais (RSI): nesta classe estão incluídos os resíduos oriundos de diversas cadeias produtivas industriais. Tais resíduos pertencem a uma área complexa que exigem uma avaliação específica de cada caso, para que seja adotada uma solução técnica e econômica em sua gestão;
- Resíduos de Serviço de Saúde (RSS): nesta classe estão incluídos os resíduos provenientes de hospitais, clínicas médicas e veterinárias, farmácias, centros de saúde, laboratórios de análises e outros estabelecimentos afins. Conforme Leite (1997) essa classe merece ser reagrupada em dois níveis distintos:

- Resíduos Comuns: neste nível estão inseridos os restos de alimentos, invólucros, papéis, dentre outros;
- Resíduos Sépticos: neste nível estão incluídos restos de salas de cirurgia, áreas de isolamento, centros de hemodiálise. Cabendo uma atenção especial ao manuseio de tais resíduos, devido estes serem apresentarem de riscos potenciais a saúde pública.
- Resíduos Radioativos (lixo atômico): nesta classe estão incluídos os resíduos provenientes do uso dos combustíveis nucleares. Cabendo informar que seu gerenciamento é de responsabilidade do CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear;
- Resíduos Agrícolas: nesta classe estão incluídos os resíduos sólidos oriundos de atividades agropecuárias, que correspondem aos vasilhames descartados pelo uso de agrotóxicos.

Leite (1997) acrescentou em seu trabalho duas novas definições que complementam a classificação elaborada por Schalch (1992), tais definições são apresentadas da seguinte forma:

- Resíduos de Portos, Aeroportos, Terminais Rodoviários e Ferroviários: nesta classe incluem os resíduos sépticos com a presença de organismos patogênicos que podem veicular doenças de outras cidades, estados e países. Exemplo: materiais de higiene e de asseio pessoal, restos de alimentos;
- Resíduos de Construção e Demolição (RCD): nesta classe incluem os resíduos provenientes de construções e demolições, restos de obras, solos de escavações, entre outros.

Lopes (2007) definiu mais dois grupos específicos de resíduos sólidos. Os chamados resíduos domiciliares perigosos (RDP) que incluem baterias usadas, lâmpadas fluorescentes queimadas, restos de produtos de limpeza, embalagens de veneno, entre outros gerados após o consumo; além dos resíduos eletroeletrônicos (REE) como componentes de computadores, impressoras, aparelhos de som e telefonia, entre outros, descartados por serem considerados obsoletos após vida útil média de dois anos.

Schalch e Córdoba (2009) baseados nas definições da ABNT e na Política Nacional de Resíduos Sólidos propuseram uma nova classificação (Figura 2.1), a qual agrupa os diferentes resíduos sólidos em quatro categorias básicas. São elas:

- Resíduos Sólidos Urbanos (RSU): neste grupo os autores inseriram os resíduos sólidos domiciliares, resíduos de serviços de saúde, resíduos de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, resíduos de construção e demolição, resíduos de poda e capina e por fim os resíduos de serviços – resíduos de feiras livres, resíduos comerciais, resíduos de varrição e os resíduos de limpezas de boca de lobo, parques e jardins;
- Resíduos Sólidos Industriais (RSI): neste grupo estão incluídos os resíduos oriundos de diversas cadeias produtivas industriais;
- Resíduos Sólidos Rurais (RSR): neste grupo estão incluídos os resíduos sólidos oriundos de atividades agropecuárias;
- Resíduos Sólidos Especiais (RSE): neste grupo estão incluídos os rejeitos radioativos, os resíduos domiciliares perigosos (RDP), e os resíduos eletroeletrônicos (REE).

Figura 2.1 – Proposta de classificação dos resíduos sólidos segundo a origem

Fonte: SCHALCH e CÓRDOBA (2009)

2.1.3 Responsabilidades pelos Resíduos Sólidos

De acordo com D’Almeida e Vilhena (2000) e Schalch (2008), a responsabilidade do gerenciamento dos resíduos sólidos pode ser definida de acordo com a origem destes, conforme a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos

Origem do Resíduo Sólido	Responsável
Domiciliar ³	Prefeitura
Comercial ³	Gerador e Prefeitura ¹
Público ³	Prefeitura
Serviços de Saúde ⁴	Gerador e Prefeitura
Industrial ³	Gerador
Portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários ³	Gerador
Agrícola ³	Gerador
Construção e demolição ⁴	Gerador ²
Poda e Capina ⁴	Prefeitura
Radioativos ⁴	Gerador

¹ A prefeitura é responsável por quantidades pequenas (geralmente inferiores a 50 kg, de acordo com legislação municipal específica. Quantidades superiores são de responsabilidade do gerador

² De acordo com a Resolução CONAMA nº 307, a prefeitura é responsável por estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos que facilitem o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores.

Fontes: D’ALMEIDA e VILHENA (2000) ³, SCHALCH (2008) ⁴

2.1.4 Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Segundo Lopes (2007), o conceito de gestão e gerenciamento são confundidos e utilizados de maneira errônea como sinônimos. Embora sejam parecidos, tais termos possuem conceitos distintos que merecem um melhor esclarecimento.

De acordo com Leite (1997), a gestão de resíduos sólidos pode ser definida como “atividades referentes à tomada de decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios”.

Segundo o Leite (1997), o conceito de gerenciamento de resíduos sólidos “refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais da questão, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho: produtividade e qualidade, por

exemplo, e relaciona-se à prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e destinação final de resíduos sólidos”.

Conforme Tchobanoglous et al. (1997) entende-se por gerenciamento de resíduos sólidos como o processo de controle de geração e acompanhamento dos resíduos da geração à disposição final, conforme princípios de saúde pública, ambiental, de engenharia.

Neste contexto, Schalch (2002) refere-se à gestão de resíduos sólidos como o conjunto de propostas, princípios, normas e funções que visam estabelecer o controle de produtividade e manejo desses resíduos. De acordo com o autor, pode-se definir como gerenciamento de resíduos sólidos o conjunto de ações efetivamente empregadas para atingir os objetivos propostos na gestão.

Portanto, a gestão de resíduos sólidos tem por finalidade estabelecer diretrizes, metas de controle das fontes geradoras, manejo de resíduos sólidos e promover os princípios de minimização de geração de resíduos sólidos – em consonância com preceitos de saúde pública, ambientais, técnico-operacionais, econômicos, sociais e legais – que balizarão as ações a serem empregadas no gerenciamento desses resíduos. Já o conceito de gerenciamento de resíduos sólidos pode ser resumido como as ações a serem executadas para concretizar tais metas e diretrizes estabelecidas no modelo de gestão dos resíduos sólidos.

2.1.5 Gestão e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos

Para atender as normatizações e legislações atuais a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil buscam atualmente a adoção de sistemas integrados que visam superar os antigos modelos por melhores técnicas no auxílio do enfrentamento da questão. Os sistemas integrados devem envolver uma complexa relação interdisciplinar, englobando diversos fatores como, por exemplo, aspectos políticos e geográficos, planejamento local e regional, elementos de sociologia e demografia (LEITE, 1997).

Os sistemas integrados devem contemplar técnicas e soluções que identifiquem os principais geradores de resíduos sólidos, a fim de promover um avanço tecnológico na estabilização da geração de resíduos e aprimoramento no manejo de tais resíduos como, por exemplo, melhorias nos métodos de coleta e transporte, favorecimento da redução, reutilização, reciclagem e recuperação energética e ainda aperfeiçoar os modelos de tratamento e disposição final de tais resíduos.

Atualmente gestão integrada de resíduos sólidos vem sendo colocada como sendo a maneira mais eficaz de lidar com o gerenciamento de resíduos, pois esta favorece o cumprimento das legislações pertinentes e ainda contempla a redução dos impactos relacionados aos RSU (MARQUES NETO, 2009).

Neste contexto, o problema deixa de ser considerado como uma simples questão de gerenciamento técnico-operacional de limpeza pública – devido sua natureza complexa – e passa a ser admitido como um processo orgânico de natureza participativa que envolve uma ampla participação e intercooperação da população e do setor público, privado e de organizações não-governamentais (IBAM, 2001).

Segundo Leite (1997), a gestão integrada de resíduos sólidos pode ser definida como o conjunto de articulações que envolvem diferentes agentes públicos locais e regionais que atuam na região, por meio de planejamento integrado, coordenação, controle, fiscalização e execução de forma descentralizadora até atingir os objetivos propostos garantindo a racionalidade e eficiência do sistema.

Outra definição é dada pelo IBAM (2001) na qual a gestão integrada de resíduos sólidos “propõe articulações com diversos níveis de poder existentes e com representantes da sociedade civil nas negociações para formulação e implantação de políticas públicas, programas e projetos”.

Conforme o Capítulo I do Art.7º inciso XI do Projeto de Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos PL 1991/2007 a gestão integrada de resíduos sólidos pode ser definida como “ações voltadas à busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões políticas, econômicas, ambientais, culturais e sociais, com ampla participação da sociedade, tendo como premissa o desenvolvimento sustentável”

Em suma, a gestão integrada de resíduos sólidos deve articular basicamente três aspectos fundamentais como, arranjos institucionais, instrumentos legais e mecanismos de financiamento que organizem o setor desde o modelo de planejamento e estratégias de atuação culminando em modelos de execução e medidas de controle e minimização dos resíduos.

Depois de concretizado o modelo de gestão integrada de resíduos sólidos em consonância com os três aspectos fundamentais de gestão de resíduos sólidos e outros fatores faz-se necessário a implantação de um modelo de gerenciamento integrado de resíduos sólidos em consonância com o modelo de gestão integrada (LEITE, 1997). Cabe informar que tal modelo de gerenciamento deverá garantir a execução, controle, minimização da

geração de resíduos e ainda buscará a integração da sociedade de forma articulada promovendo a redução dos impactos gerados pelos resíduos sólidos.

Segundo o Capítulo I do Art.7º inciso X do Projeto de Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos PL 1991/2007 o gerenciamento integrado de resíduos sólidos pode ser definido como “atividades de desenvolvimento, implementação e operação das ações definidas no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a fiscalização e controle dos serviços de manejo dos resíduos sólidos”.

Segundo Assis (2002) o plano de gerenciamento integrado deve contemplar os resíduos sólidos domiciliares (RSD), os resíduos de construção e demolição (RCD), os resíduos de poda e capina e os resíduos de serviços de saúde (RSS), de modo a ser adaptado a diferentes realidades de cada região. Segundo o autor os resíduos sólidos industriais (RSI) exigem uma avaliação específica, cabendo cada município avaliar seu parque industrial, a fim de verificar o resíduo gerado e possibilidades de disposição.

Por fim, Marques Neto (2009) afirma que a introdução de novas práticas como a compostagem, a coleta seletiva, reciclagem de RCD e outras, caracterizam o gerenciamento integrado e contribuem diretamente para a redução dos impactos causados pelos RSU e acabam por garantir um ambiente mais seguro.

2.1.6 Resíduos Sólidos no Brasil

Segundo dados obtidos através do diagnóstico da Pesquisa Nacional de Saneamento (PNSB), na época em que fora realizado o estudo eram coletados diariamente 125.281 toneladas de resíduos sólidos domiciliares, sendo que 52,8% dos resíduos gerados acabavam dispostos em aterros controlados e/ou lixões (IBGE, 2000).

Atualmente, o Panorama dos Resíduos Sólidos 2008 da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, nos revela que a questão dos resíduos sólidos domiciliares no Brasil ainda atinge a contornos gravíssimos, uma vez que 45% das 150 mil toneladas coletadas diariamente tem destinação final em aterros controlados e/ou lixões e somente 56% dos 5.565 municípios existentes no país possuem iniciativas que contemplam a coleta seletiva em seu modelo de gerenciamento (ABRELPE, 2008).

No âmbito Estadual, dados do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares do Estado de São Paulo (CETESB, 2009) apontaram que 84,1% das 27.629 t/dia geradas no

Estado possuem destinação final em aterros classificados como adequados. De acordo, com o referido inventário a geração de resíduos sólidos domiciliares em algumas cidades pode alcançar uma taxa de geração de 0,70 kg/hab.dia.

Em São Carlos, são geradas em média 156 toneladas de resíduos sólidos domiciliares diariamente (informação verbal)⁴, o que representa uma taxa de geração per capita de 0,69 kg/hab.dia. Essa massa de resíduos sólidos é destinada ao aterro sanitário municipal, o qual obteve em 2008 nota 8,5 no Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) da CETESB, sendo classificado como aterro adequado.

Nos últimos anos foram elaborados no Brasil quatro marcos regulatórios que visam oferecer um respaldo legal consistente na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos no país. São eles:

- Lei do Saneamento Básico nº 11.445/ 2007;
- Lei dos Consórcios Públicos nº 11.107/2005 (regulamentado pelo Decreto nº 6.017/2007);
- Lei das Parcerias Público-Privadas nº 11.179/2004;
- Política Nacional de Resíduos Sólidos, em tramitação no Senado Federal.

Diante desses fatos essas políticas setoriais reafirmaram a necessidade de um planejamento sustentável em ambientes urbanos, as quais criaram subsídios para implantação da gestão e gerenciamento de forma integrada, a fim de propiciar melhorias no meio ambiente e saúde pública.

2.2 Resíduos de Construção e Demolição (RCD)

De acordo CBIC (1998), o macro setor da construção civil pode definido como a soma do setor da construção civil – edificações, obras viárias e construção pesada – e dos segmentos fornecedores de matéria- prima, equipamentos e setores de serviços.

Em 2008, a participação desse macro setor no total do Produto Interno Bruto da economia foi de 11,3%, enquanto somente o setor da construção civil isoladamente possuiu uma participação de 5,2% do PIB nacional (CONSTRUBUSINESS, 2008).

⁴ Informação fornecida pela Vega Engenharia Ambiental, em 2010.

Esse setor é, ainda, um dos maiores responsáveis pela geração de empregos no Brasil, sendo que até setembro de 2008 esse macro setor gerou 8,2 milhões de empregos diretos e indiretos no país, dos quais 20% eram empregos formais (CONSTRUBUSINESS, 2008).

De acordo com Bidone (2001) esse macro complexo da construção civil sofre diretamente com crises econômicas, porém a elevação do nível de vida, o crescimento demográfico e o desenvolvimento de novas tecnologias propiciam o aumento da geração dos RCD.

John (2001) aponta que a cadeia produtiva da construção civil pode representar 40% dos resíduos gerados na economia. Segundo o autor, esta cadeia produtiva causa grandes impactos ambientais nas etapas de seu processo como, por exemplo, na extração de matéria-prima, na produção de materiais, na construção e na demolição obras.

Diante deste contexto, Cabral (2007) enfatiza a necessidade do gerenciamento dos insumos da indústria da construção civil, devido estes apresentarem uma grande participação nos resíduos sólidos gerados por essa cadeia produtiva.

2.2.1 Definição

Atualmente, vários termos populares e técnicos específicos são utilizados para definir os resíduos sólidos gerados nas atividades de construção e demolição. Geralmente estes resíduos são compostos por restos ou aparas de materiais provenientes de canteiros de obras, demolições planejadas ou ainda demolições resultantes de desastres.

Neste sentido, os resíduos dessa natureza são popularmente chamados de entulho de obras, caliça ou metralha que segundo Houaiss (2001) podem ser denominados como:

qualquer material utilizado para encher ou nivelar terreno, fossa, vala etc;
fragmentos de materiais provenientes de demolição, destroços e escombros;
e resultantes de construções, tais como areia, terra, pedregulho, madeira, caliça etc.

Segundo D’Almeida e Vilhena (2000), os entulhos de obras referem-se ao conjunto de fragmentos ou restos de argamassa, tijolo, concreto, aço, madeira, originários de desperdícios em reformas, construções e ou demolições de edificações.

No Brasil, os resíduos sólidos gerados pelas atividades anteriormente relatadas são definidos em termos técnicos pela Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002). Assim, a referida resolução os define como:

resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (p.1).

Neste contexto, cabe informar que o conjunto de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 15.112, NBR 15.113, NBR 15.114, NBR 15.115, NBR 15.116 (ABNT, 2004) – referentes a esses resíduos reafirmam essa definição de maneira análoga a disposta na Resolução CONAMA nº 307/2002.

A Resolução CONAMA nº 307/2002 e o conjunto de normas da ABNT (2004) admitem o uso do termo resíduos da construção civil (RCC) para se referir aos resíduos de oriundos de canteiros de obras e demolições. Assim, o referido termo é utilizado oficialmente pelas resoluções, normatizações e legislações vigentes desde a criação da referida resolução em 2002.

No entanto, cabe ressaltar que existe outro termo técnico denominado pela sigla RCD – resíduos de construção e demolição – o qual antes da criação da Resolução CONAMA nº 307/2002 era bastante difundido em trabalhos técnicos e acadêmicos que se enquadravam dentro da temática dos resíduos sólidos.

Pinto (1999) utilizou a denominação RCD a fim de facilitar a abordagem de seu trabalho, o referido autor esclareceu que o termo faz alusão as denominações internacionais dos termos “C&D debris” – detritos de construção e demolição – ou “C&D waste” – resíduos de construção e demolição.

Em concordância com os fatos acima descritos, Tchobanoglous (1997) expôs duas classificações para os resíduos gerados nas atividades de construção e demolição, sendo a primeira referente aos resíduos de demolição, os quais são provenientes de construções e outras estruturas derrubadas; e a segunda pertencente aos resíduos de construção, os quais são apontados como os resíduos oriundos de construções, remodelagens e reparos de residências, prédios comerciais e outras estruturas.

Diante dos fatos, os resíduos dessa natureza possuem basicamente duas fontes geradoras, a primeira seria referente a demolições tanto planejadas como as resultantes de desastres e a segunda dos resíduos provenientes de canteiros de obras.

Neste contexto, vale ressaltar que os resíduos provenientes de demolições resultantes de desastres e limpeza pública merecem uma atenção especial, em virtude de tais resíduos se encontrarem misturados com outros resíduos e/ou efluentes – RSD, RSS, RSI, resíduos de poda e capina, esgoto, efluentes industriais, dentre outros. Neste caso, esses resíduos podem ter diversas origens e classificações quanto a sua periculosidade.

Assim, para critérios de saneamento básico devemos utilizar o termo RCD – resíduos de construção e demolição – denominação esta que abrange os resíduos originários de serviços de construção e demolição tais como: construções, reformas, reparos de obras de construção civil em geral, resíduos da cadeia produtiva da indústria da construção civil, preparação de terrenos e obras de escavação, demolições planejadas⁵ ou demolições originadas em catástrofes⁶ e ainda resíduos dessa natureza coletados em logradouros por serviços de limpeza pública.

Portanto, para se referir a estes resíduos dentro do contexto abrangente do saneamento básico a presente pesquisa adotou a terminologia RCD – resíduos de construção e demolição – a qual se demonstra mais clara e abrangente facilitando a interpretação do leitor, pois esta aponta as fontes geradoras dos resíduos dessa natureza em sua terminologia e ainda está em consonância com os termos internacionalmente utilizados.

2.2.2 Classificação

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) classifica os diversos tipos de resíduos sólidos conforme os riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública, a fim de possibilitar um correto gerenciamento dos mesmos.

De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004) os resíduos de construção e demolição (RCD) podem ser classificados segundo seu grau de periculosidade, como resíduos de classe II B – não perigosos e inertes – e esta norma os define da seguinte forma:

quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo a ABNT NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de

⁵ Demolições previamente programadas pelo homem (demolição de obras, implosões e desmontagem seletiva)

⁶ Demolições ocorridas por catástrofes (ventos, terremotos, tsunamis, guerras e explosões)

água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez, e sabor, conforme anexo G.

Neste contexto, a normatização específica de projeto, implantação e operação de aterros de RCD reitera que apenas uma parte dos RCD pertence a essa classificação. De acordo com a NBR 15.113 (ABNT, 2004) essa parte dos RCD – denominada de resíduos classe A – devem ser dispostos nos mesmos aterros de resíduos inertes.

Segundo Ângulo e John (2006), os RCD são mencionados como resíduos inertes em trabalhos nacionais e internacionais em virtude destes resíduos possuírem aproximadamente 90% em massa de materiais compostos por silicatos, aluminatos e carbonatos provenientes de rochas naturais, cimento e cerâmica, os quais possuem características análogas aos agregados naturais e solos.

Atualmente, essa classificação dos RCD encontra-se em discussão, pois muitos pesquisadores questionam essa tendência de denominar os RCD como resíduos inertes.

Tal questionamento é baseado na hipótese que os RCD possuem composição bastante heterogênea, assim podem ser encontradas pequenas quantidades de materiais não inertes na composição destes com presença de substâncias como metais pesados e produtos químicos perigosos.

Em concordância com esses fatos, Townsend, Jang e Thurn (1999) assinalam que pequenas quantidades de outros tipos de resíduos não pertencentes aos resíduos de construção e demolição podem ser encontradas nos aterros de RCD, e ainda ressaltam que dentre estes resíduos podem ser encontradas pequenas quantidades de produtos químicos perigosos.

Ângulo e John (2006) apontam que a existência de materiais como plásticos, asfaltos, pinturas, selantes, madeira tratada, compósitos de fibras orgânicas, lâmpadas fluorescentes, baterias, equipamentos elétricos, carpetes, telha de cimento amianto, pisos laminados, resinas, resíduos de poda e capina, matéria orgânica, soldas e componentes a base de gesso tornam possíveis a contaminação do solo e recursos hídricos.

De acordo com CIWMB (2003), os resíduos oriundos de gesso em contato com umidade e em condições anaeróbias, pH baixo e auxiliado por bactérias que realizam a redução de sulfatos podem formar o gás sulfídrico (H_2S), o qual possui as seguintes características: forte odor, inflamável e tóxico.

Neste sentido, uma classificação dos RCD como inertes de um modo geral poderia ser equivocada, para tanto seria necessário verificar outros parâmetros de classificações como,

por exemplo, origem dos materiais, classificação antes ou após a triagem, eficiência do sistema de triagem, tipo de sistema construtivo adotado.

Para efeitos de caracterização, triagem, reaproveitamento, reciclagem, acondicionamento, transporte e destinação final a Resolução CONAMA nº 307/2002 (BRASIL, 2002) estabeleceu uma classificação dos RCD em quatro classes distintas. Cabe ressaltar que a referida resolução foi complementada pela Resolução CONAMA nº 348 de 16 de agosto de 2004 (BRASIL, 2004), a qual incluiu o amianto na classe D – resíduos perigosos.

Diante deste contexto, as respectivas resoluções classificam os RCD como:

- Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
- Classe D – são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde – complementada pela Resolução CONAMA nº 348 (BRASIL, 2004, grifo nosso).

Embora classificados como inertes, os RCD possuem suas exceções conforme discorrido anteriormente. Diante dos fatos, os resíduos “Classe C” e “Classe D” apresentam características distintas de resíduos considerados inertes, os quais podem ser considerados Classe I ou Classe II – A, depois de submetidos a ensaios de lixiviação e solubilização.

2.2.3 Origem e Geração dos RCD

Segundo Pinto e Gonzalez (2005), a primeira iniciativa para a elaboração de um Plano Integrado de Gerenciamento de RCD, em consonância com a Resolução CONAMA nº 307/2002, é a realização um levantamento dos RCD produzidos, segundo as características da região onde estes se inserem.

Para tanto, os RCD, como os demais resíduos sólidos, necessitam ser investigados quanto a sua origem, a fim de facilitar a compreensão da dinâmica geradora e com isso realizar estudos das características qualitativas e quantitativas desses resíduos.

Assim, a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) definiu os RCD quanto a sua origem. Nesta resolução os RCD ficaram definidos como os provenientes de:

- Materiais de edificações e obras de infra-estrutura novas;
- Materiais de reformas e reparos de edificações e obras de infra-estrutura;
- Materiais de demolição de edificação e obras de infra-estrutura;
- Matérias de preparação e escavação de terrenos.

Neste contexto, alguns autores complementam essa classificação das fontes geradoras de RCD, podemos citar Levy (1997); John e Agopyan (2000); Leite (2001); Cabral (2007) e Santos (2007), que especificaram alguns processos e acontecimentos que podem originar resíduos dessa natureza. São eles:

- Catástrofes naturais ou artificiais – incêndios, terremotos, tsunamis, desabamentos e guerras (LEVY, 1997; Cabral, 2007; Santos, 2007);
- Descarte de materiais considerados RCD que atingiram o final de sua vida útil e por isso necessitaram ser substituídos (JOHN; AGOPYAN, 2000);
- Falta de qualidade dos materiais e serviços que acabam remetendo a correções dessas patologias as quais geram RCD (JOHN; AGOPYAN, 2000; LEITE, 2001);
- Deficiências inerentes ao processo construtivo atual e a baixa qualificação profissional da mão de obra (LEVY, 1997);
- Reformas ou modernização das edificações, as quais necessitem de demolições parciais (JOHN; AGOPYAN, 2000).

De acordo com Pinto e Gonzalez (2005), os RCD podem ter diversas origens, mas para efeitos facilitação de identificação dessas origens os autores propõem dividi-las, de forma simplificada, em apenas três origens. São elas:

- Reformas, ampliações e demolições, que representam grande quantidade dos RCD produzidos;
- Edificações novas, térreas ou de múltiplos pavimentos com áreas de construção maior que 300m²;
- Residências novas, que representam tanto as de grande porte, geralmente formalizadas, como as residências pequenas resultantes de atividades de autoconstrução e informais.

A Figura 2.2 ilustra as principais origens dos RCD em alguns municípios do Brasil, denotando uma grande participação dos RCD em reformas, ampliações e demolições.

Figura 2.2 – Origem dos RCD em algumas cidades brasileiras (% da massa total)
Fonte: Pinto e Gonzalez (2005)

Diante dos fatos, pode ser dito que com o conhecimento das origens dos RCD é possível traçar planos que contemplem a redução destes resíduos em sua fonte geradora, o que possibilitaria a redução dos volumes produzidos nos municípios, bem como a valorização dos resíduos produzidos tanto com a sua reutilização como reciclagem na obra.

Em concordância com o quadro exposto, Marques Neto (2009) ressalta a importância da adoção deste tipo de medida por meio da implantação de planos de gerenciamento de RCD em canteiros de obra, a fim de mitigar a falta de compromisso com práticas de redução, reutilização e reciclagem. Segundo o autor, os canteiros de obra brasileiros ainda trabalham embasados na lógica do desperdício.

De acordo com John e Agopyan (2000), a geração dos RCD ocorre em virtude de perdas no processo construtivo. Entretanto, Zordan (2002) ressalta que parte dessa perda no processo construtivo fica incorporada na obra, não se transformando efetivamente em resíduo.

Em concordância com esse fato, Moraes (2006) afirma que as perdas podem ser distinguidas quanto a sua natureza. São elas:

- Perda incorporada: parcela da perda que fica incorporada na obra como, por exemplo, excesso de espessura dos revestimentos e pisos;
- Perda não incorporada: parcela da perda não aproveitada ou agregada na obra como, por exemplo, RCD que são removidos por caçambas coletoras.

De acordo com Zordan (2002), dentre as quantidades de materiais desperdiçados, cerca de 50% acaba convertido em RCD. Pinto (1999) estima que essas perdas não incorporadas geradas por processos construtivos convencionais, correspondem a 150 kg por metro quadrado da obra.

Neste contexto, Marques Neto (2003) efetuou um cálculo dessa geração de RCD no município de São Carlos, o qual obteve uma taxa de 137,02 kg por metro quadrado construído.

Para Pinto (1999), a afirmação que as perdas em processos construtivos variam entre 20 a 30% da massa total de materiais é plausível, porém depende da característica tecnológica da obra.

De acordo com John e Agopyan (2000), mudanças tecnológicas nos canteiros de obra podem favorecer a redução de perdas e a geração de RCD. Os autores afirmam que processos como a incorporação de instalações em paredes de alvenaria devem ser evitados, pois geram RCD pela quebra de paredes recém construídas.

Entretanto, John e Agopyan (2000) afirmam que algumas tecnologias novas também podem gerar perdas significativas nos canteiros, como acontece na realização de revestimentos internos a base de gesso, que atingem a perdas de até 120%.

A Tabela 2.2 apresenta alguns índices médios de perdas em processos construtivos em obras convencionais, na qual se observa a variabilidade dos índices de perdas, os quais são dependentes de diversos fatores como, por exemplo, a tecnologia empregada pelo construtor, característica da mão de obra e fatores regionais.

Tabela 2.2 – Perdas de materiais em processos construtivos convencionais (%)

MATERIAIS	AGOPYAN et al. ¹	PINTO ²	SOILBELMAN ²	SKOYLES ²
Areia	76	39	46	12
Cimento	95	33	84	12
Pedra	75	-	-	-
Cal	97	-	-	-
Concreto	9	1	13	6
Aço	10	26	19	4
Blocos e Tijolos	17	27	13	13
Argamassas	18	91	87	12

Fonte: AGOPYAN et al. (1998) ¹; ZORDAN (2002) ²

Morais (2006) afirma que a crescente urbanização dos municípios provocou um crescimento nas atividades do setor da construção civil e, por conseguinte a geração de RCD atingiu índices preocupantes, a qual é produto de desperdícios em obras de construção civil em geral.

Neste sentido, o referido desenvolvimento da construção civil nos últimos anos foi afetado por alguns fatores como, por exemplo, elevação do nível de vida, aumento da população e desenvolvimento tecnológico, os quais impulsionaram a geração de resíduos no país, com aumento em quantidades, heterogeneidade e volume (BIDONE, 2001).

Para Bidone (2001), esses aumentos gerados na cadeia produtiva da construção civil elevaram o consumo de energia e de matéria-prima, o que pode causar impactos ao meio ambiente pela excedente produção de resíduos desse setor.

Neste contexto, é apontada a relevância da gestão e gerenciamento deste tipo de resíduo, o qual possui uma grande participação dentre os resíduos sólidos urbanos (RSU). Segundo Pinto (1999), a massa de RCD pode representar de 41 a 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos (RSU) para cidades de pequeno e médio porte.

No Brasil, a geração per capita varia entre 230 a 760 kg/hab.ano considerando as médias realizadas em algumas cidades brasileiras (PINTO, 1999; CARNEIRO et al., 2001 e PINTO e GONZALEZ, 2005).

Segundo ABRELPE (2008), os RCD coletados por serviços de limpeza pública dos municípios tiveram um aumento de 10% de 2007 para 2008, totalizando em valores absolutos 80 mil toneladas de RCD recolhido diariamente somente de logradouros públicos. A Figura 2.3 apresenta o resultado das quantidades RCD coletadas no Brasil e nas

Macrorregiões pelos serviços de limpeza pública nas pesquisas de 2007 e 2008 (ABRELPE, 2008).

Figura 2.3 – Total de RCD coletados no Brasil e por Macrorregiões (t/dia)

Fonte: ABRELPE, 2008

Nos Estados Unidos, a Environmental Protection Agency (USEPA) estimou que em 1996 os EUA produziram 136 milhões de toneladas de RCD (TOWNSEND, JANG e THURN, 1999).

Essa grande geração parece ocorrer em outras partes do mundo. John e Agopyan (2000) relataram que a Itália gerou cerca de 35 a 40 milhões de toneladas ano, a Alemanha produziu de 79 a 300 milhões de toneladas ano e o Japão 99 milhões de toneladas ano.

Diante deste quadro, Poon, Shui e Lam (2004) apontaram que a produção de RCD em Hong Kong é quatro vezes maior que os resíduos sólidos domiciliares gerados no local, o que representa em valores absolutos 37 mil toneladas diárias de RCD. Segundo os autores essa grande produção é agravada pela escassez de áreas de destinação final, com isso Hong Kong tem impulsionado diversos estudos em busca do uso alternativo dos RCD.

Estimativas internacionais apontam que em diversos países essa geração varia de 130 a 3000 kg/hab.ano, conforme apresentado na Tabela 2.3. Os autores ainda enfatizaram que essa variação às vezes é grande para um mesmo país, devido à inexistência de metodologias unificadas para a estimativa desta geração, na qual alguns autores quantificam solos de escavação e outros não, e ainda diversos fatores locais influenciam como características construtivas, idade das edificações, importância da atividade da construção, dentre outros (JOHN; AGOPYAN, 2000).

Tabela 2.3 – Estimativa da geração de RCD no mundo

País	Quantidade Anual		
	Milhões t/ano	Kg/hab.ano	Fonte
Suécia	1,2 – 6	136 – 680	TOLSTOY, BÖRKLUND & CARLSON (1998); EU (1999)
Holanda	12,8 – 20,2	820 – 1300	LAURITZEN(1998); BROSSINK; BROUWERS & VAN KESSEL (1996); EU (1999)
EUA	136 – 171	463 – 584	EPA (1998); PENG, GROSSKOPF, KIBERT (1994)
UK	50 – 70	880 – 1120	DETR (1998); LAURITZEN (1998)
Bélgica	7,5 – 34,7	735 – 3359	LAURITZEN (1998), EU (1999)
Dinamarca	2,3 – 10,7	440 – 2010	
Itália	35 – 40	600 – 690	
Alemanha	79 – 300	963 – 3658	
Japão	99	785	Kasai (1998)
Portugal	3,2 – 4,4	325 - 447	EU (1999); Ruivo e Veiga ⁷ (apud Marques Neto (2009), p. 67)
Brasil	-	230 – 760	Pinto(1999); Carneiro et al.(2001); Pinto e Gonzalez (2005)

Fontes: JOHN; AGOPYAN (2000); PINTO (1999); CARNEIRO et al.(2001); PINTO E GONZALEZ (2005), MARQUES NETO (2009), adaptada pelo autor

Outro fato pertinente quanto à geração de RCD, refere-se a países que sofreram impactos devido a guerras como, por exemplo, o Kuwait que segundo Kartam⁸ (2004 apud Cabral, 2007 p.53) apresenta uma taxa de geração per capita que varia de 1.100 a 1.800 kg/hab.ano, valor esse considerado acima da média internacional (CABRAL, 2007).

Segundo Santos (2007), a geração de RCD por desastres naturais e guerras constitui em outra fonte geradora de RCD nos países. Segundo o autor, um terremoto que atingiu Los Angeles em 1994, gerou aproximadamente 3 milhões de toneladas de RCD.

De acordo com Pinto (1999), dados sobre a geração de RCD são escassos e neste sentido o autor realizou um estudo da geração desses resíduos em seis cidades brasileiras de

⁷ RUIVO, J.; VEIGA, J. **Resíduos de construção e demolição: estratégia para um modelo de gestão**. 2004. Trabalho de conclusão (Licenciatura em Engenharia do Ambiente). Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2004.

⁸ KARTAM, N.; AL-MUTAIRI N.; AL-GHUSAIN, I.; AL-HUMOUND, J. Environmental Management of construction and demolition waste in Kuwait. Waste Management, Vol. 24, p. 1049-1059, 2004.

médio e grande porte. Neste sentido, o autor utilizou um método de quantificação baseado na construção de indicadores sobre a produção a partir de três bases de informação. São elas:

- Estimativas de área construída licenciadas – serviços executados e perdas efetivadas;
- Movimentação de cargas por agentes coletores;
- Monitoramento de descartes nos destinos finais dos RCD.

Pinto (1999) enfatiza que a obtenção do terceiro indicador de produção – monitoramento dos destinos finais – trata-se de um processo custoso, devido existirem diversos pontos de descarga tanto licenciados como clandestinos distribuídos na malha urbana e a impossibilidade do acompanhamento físico dessas áreas por um período de tempo representativo. Quanto os dois primeiros indicadores, o autor ressalta que permitem uma estimativa segura e factível para a maioria dos municípios que possuem registros básicos de suas construções licenciadas.

Neste sentido, Schalch et al. (1997) apontaram que estudos realizados pela Prefeitura Municipal de São Carlos por meio de convênio com a Escola de Engenharia de São Carlos e FIPAI, embasados na mesma metodologia descrita anteriormente, estimaram a produção de RCD em 400 t/dia para o município de São Carlos.

De acordo com Schalch et al. (1997), o estudo da geração dos RCD em São Carlos foi realizado por meio do uso dos três indicadores básicos de produção de RCD: levantamento da geração por áreas licenciadas, levantamento da geração por quantidades transportadas e levantamentos de dados nas áreas de descarte final.

A Tabela 2.4 apresenta a estimativa da geração de RCD por meio dos três indicadores:

Tabela 2.4 – Estimativa da geração de RCD e volumosos no município de São Carlos

Parâmetros	São Carlos (1997)			
	Volume Gerado ¹ (m ³ /dia)	Massa Gerada (t/dia)	População SEADE (1997) ⁴	Geração per capita (L/hab.dia)
Áreas licenciadas ²	94,03	126,00	180.906	0,52
Movimento de Cargas	325,00	435,00	180.906	1,80
Disposição Final ³	377,61	506,00	180.906	2,09
Média Estimada na Pesquisa	298,51	400,00	180.906	1,47

¹ Massa unitária adotada no estudo 1,34 t/m³

² Taxa de Geração de RCD adotada no estudo 0,16 t/m²

³ Disposição Final: Aterro de Cidade Aracy II, Bicão, Córrego do Tijucu Preto e áreas de empresas

Fonte: SEADE (2009) ⁴; SCHALCH et al. (1997) adaptada pelo autor

Marques Neto (2003) efetuou uma nova estimativa da geração dos RCD no município de São Carlos em 2003, o qual utilizou em sua pesquisa os mesmos parâmetros utilizados por Schalch et al. (1997).

De acordo com Marques Neto (2003), o município de São Carlos possuía em 2003 uma taxa de geração per capita elevada com relação a outros municípios brasileiros. Neste trabalho, o autor estimou que a provável geração de RCD em São Carlos foi de 380,73 t/dia.

A Tabela 2.5 apresenta a estimativa da geração de RCD no município de São Carlos no período de 2003.

Tabela 2.5 – Estimativa da geração de RCD no município de São Carlos

Parâmetros	São Carlos (2003)			
	Volume Gerado ¹ (m ³ /dia)	Massa Gerada (t/dia)	População SEADE (2003)	Geração per capita (L/hab.dia)
Áreas licenciadas ²	671,42	402,85	204.532	3,28
Movimento de Cargas	660,18	396,11	204.532	3,23
Disposição Final ³	572,05	343,23	204.532	2,80
Média Estimada na Pesquisa	634,55	380,73	204.532	3,10

¹ Massa Unitária adotada no estudo 0,60 t/m³

² Taxa de Geração de RCD adotada no estudo 0,137 t/m²

³ Disposição Final: Aterro de Cidade Aracy II e Aterro de Antenor Garcia

Fonte: SEADE (2009) ⁴; MARQUES NETO (2003) adaptada pelo autor

Atualmente, o Brasil conta com diversas pesquisas que estimaram a geração dos RCD nos municípios. Neste contexto, vários pesquisadores realizaram tais estimativas em municípios isolados ou em todos os municípios de uma bacia hidrográfica.

Marques Neto (2009) efetuou uma pesquisa voltada a estudar a gestão municipal dos RCD na Bacia Hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15), nesta pesquisa o autor apontou a geração de RCD dos 64 municípios pertencentes a esta unidade de gerenciamento.

A Tabela 2.6 apresenta os resultados das estimativas de geração de RCD realizadas por alguns pesquisadores em alguns municípios brasileiros.

Tabela 2.6 – Estimativa da geração em alguns municípios brasileiros

Municípios	População (mil)	Massa Gerada (t/dia)	Volume Gerado (m³/dia)	Geração per capita (L/hab.dia)	Fonte
Catanduva – SP ¹	112	150	125	1,11	MARQUES NETO (2009)
Fernandópolis – SP ¹	65	82	68	1,05	
Ituitaba – MG ²	89	67	61	0,68	TAVARES (2007)
Lavras – MG ¹	87	56	47	0,57	TROCA (2006)
Macedônia – SP ¹	4	6	5	1,25	MARQUES NETO (2009)
Mirassol – SP ¹	53	77	64	1,21	
Olímpia – SP ¹	50	76	63	1,26	
Paulo de Faria – SP ¹	9	17	14	1,56	
Presidente Prudente – SP ³	202	342	263	1,30	PINTO (2008)
Santa Maria – RS ¹	242	127	106	0,43	PIOVESAN JUNIOR (2007)
Santos – SP ¹	418	434	362	0,86	CASTRO (2003)
São Carlos – SP ⁴	197	381	635	3,22	MARQUES NETO (2003)
São José do Rio Preto – SP ¹	413	1267	1056	2,56	MARQUES NETO (2009)

¹ Massa Unitária adotada no estudo 1,20 t/m³; ² Massa Unitária adotada no estudo 1,10 t/m³

³ Massa Unitária adotada no estudo 1,30 t/m³; ⁴ Massa Unitária adotada no estudo 0,60 t/m³

Fontes: CASTRO (2003); MARQUES NETO (2003); TROCA (2006); PIOVESAN JUNIOR (2007); TAVARES (2007); PINTO (2008) e MARQUES NETO (2009), adaptada pelo autor

2.2.4 Caracterização dos RCD

A realização de um estudo que determine a participação de cada tipo de material, na quantidade total de resíduos sólidos produzida é de fundamental importância para que sejam traçadas estratégias de gestão e gerenciamento.

De acordo com a NBR 10.007 (ABNT, 2004) esse estudo é denominado de caracterização dos resíduos e pode ser definido como: “determinação dos constituintes e de suas respectivas porcentagens em peso e volume, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico e biológico”.

Segundo Gomes (1989) a caracterização física dos resíduos sólidos constitui em um processo bastante laborioso, mas de fundamental importância para qualquer trabalho na área de resíduos sólidos.

Castro et al. (1997) apontam que o conhecimento da composição física dos RCD viabiliza estudos que contemplam a redução, reutilização e reciclagem, o que pode favorecer a um adequado gerenciamento dos resíduos dessa natureza.

Para Santos (2007) a composição dos RCD pode variar de forma significativa de um município para outro, tais diferenças são influenciadas por características locais como, por exemplo, fatores históricos, condições topográficas, desenvolvimento econômico e panorama político.

Segundo Carneiro et al. (2001), vários são os fatores que influenciam nas características dos RCD. São eles:

- O nível de desenvolvimento da indústria da construção civil da região;
- Qualificação da mão de obra;
- Técnicas de construção e demolição adotadas;
- Existência de programas de incentivo a minimização da geração de RCD e qualidade;
- Existência de processos que visam à reutilização e reciclagem na fonte geradora;
- Tipologia dos materiais da região;
- Desenvolvimento de obras de infra-estrutura (metrô, esgotamento sanitário, restauração de centros históricos, entre outras);
- Desenvolvimento da economia da região;
- Necessidade de novas construções.

Em concordância com esses fatos, Carneiro et al. (2001) afirmam que a composição dos RCD possuem características peculiares de acordo com a região geradora. Os autores enfatizaram que em países desenvolvidos, a presença de materiais como papel e plásticos são significativos em virtude dos materiais utilizados nas obras possuírem embalagens, porém em obras semelhantes, nos países em desenvolvimento são constatados grandes percentuais de concreto, argamassa, blocos.

De acordo com Bidone (2001), os RCD podem ser considerados um dos resíduos sólidos mais heterogêneos, pois são oriundos de um setor que possui vários métodos construtivos que geram resíduos compostos por materiais como: argamassa, areia, solo, componentes cerâmicos, concretos, madeiras, papel, pedras, asfalto, tintas, gesso, plástico, borracha e matéria orgânica.

No Brasil, diversos pesquisadores têm realizado caracterizações qualitativas dos RCD tanto em canteiros de obras como aterros e usinas de reciclagem. Castro et al. (1997) realizaram a caracterização física e granulométrica dos RCD e volumosos gerados no município de São Paulo, a qual coletou nove amostras destinadas ao aterro de Itatinga, no período de julho a setembro de 1996.

A caracterização física do entulho destinada ao aterro de inertes de Itatinga revelou a supremacia de materiais formados pela mistura solo, areia e pedra (82,54%), que depois de submetidos a peneiramento em uma peneira com malha de 5 mm apresentaram predominância de solo/areia (64%), seguida por “cacos” de outros materiais (36%).

A Tabela 2.7 apresenta os resultados da caracterização realizada por Castro et al. (1997) no aterro de Itatinga-SP.

Tabela 2.7 – Caracterização do entulho destinado ao aterro de inertes de Itatinga-SP

Grupos	Média (%)
Ferro	0,28
Concreto e Argamassa	11,43
Mistura Solo, Areia e Pedra	82,54
Material de Acabamento	1,01
Tijolo, Telha e Manilha	2,57
Espuma, Couro, Borracha e Trapo	0,21
Papelão e Plástico	0,33
Poda de Jardim	0,23
Madeira	0,85
Pneu ¹	-
Asfalto	0,29
Concreto Armado	0,26
Total	100

¹ a quantidade de pneus destinada ao aterro foi quantificada por unidade/dia

Fontes: CASTRO et al. (1997)

Marques Neto (2003) caracterizou qualitativamente os RCD destinados ao aterro de Cidade Aracy II, situado no município de São Carlos-SP. O autor coletou 90 litros de amostras de caçambas provenientes de diferentes locais desse município.

A caracterização quantitativa dos RCD (Figura 2.4) revelou uma predominância de cerâmicas (26%), concreto (19%) e cerâmicas polidas (14%).

Figura 2.4 – Composição percentual dos RCD do município de São Carlos-SP
Fonte: MARQUES NETO (2003)

As Figuras 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 e 2.9 apresentam os resultados das caracterizações quantitativas realizadas em canteiros de obra, usinas de reciclagem e em escala municipal. Pode-se observar que há uma grande variabilidade das caracterizações, tal fato pode ser explicado pelos fatores regionais que influenciam na caracterização dos RCD como também pelo que foi considerado como RCD. Alguns autores consideram os solos oriundos de obras de escavações e terraplanagem, enquanto outros excluem estes resíduos.

Figura 2.5 – Participação dos materiais no entulho de Salvador - BA
Fonte: LIMPURB (1999) citado por CARNEIRO et al. (2001)

Figura 2.6 – Participação dos materiais no entulho de Recife - PE

Fonte: PROJETO ENTULHO LIMPO (2004) citado por CARNEIRO (2005)

Figura 2.7 – Porcentagem média dos constituintes do RCD produzidos pela usina de reciclagem de Ribeirão Preto – SP

Fonte: ZORDAN (1997)

Figura 2.8 – Porcentagem em massa dos RCD de dois bairros de Uberlândia - MG

Fonte: MORAIS (2006)

Figura 2.9 – Composição gravimétrica dos RCD do Rio de Janeiro - RJ

Fonte: COMLURB (2002) citado por NUNES (2004)

Das caracterizações apresentadas percebe-se, a supremacia de concreto, materiais cerâmicos e argamassas dentre todos RCD gerados, o que revela que a cultura construtiva brasileira ainda possui traços artesanais.

Marques Neto (2005) enfatiza que a supremacia desses materiais que compõe os RCD pode ser explicada pelo fato das grandes perdas e desperdícios ocorrerem na realização concretagem, alvenarias, revestimentos, na qual se faz uso de materiais básicos e cerâmicos.

2.2.5 Sistemas de Armazenamento, Coleta e Transporte de RCD

A Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), preconiza que os Planos Integrados de Gerenciamento devem conter diretrizes que considerem os diversos atores envolvidos na coleta e transporte dos RCD. A referida resolução aponta a necessidade da definição de critérios para o cadastramento dos transportadores de RCD, como também ressalta a importância de orientar, fiscalizar e controlar esses agentes coletores.

De acordo com Pinto (1999), a definição de estratégias adequadas para uma correta gestão dos RCD está correlacionada com a compreensão dos fluxos desses resíduos, para tanto se faz necessário um entendimento detalhado das características desses agentes coletores.

Por esses motivos, os Planos Integrados de Gerenciamentos de RCD buscam estabelecer diretrizes que visam disciplinar os fluxos de RCD desde seu armazenamento até a destinação final.

2.2.5.1 *Sistemas de Armazenamento, Coleta e Transporte Formal*

Segundo a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), os geradores são os responsáveis pelo manejo e destinação ambientalmente correta dos RCD. Entretanto, a maioria dos geradores de grandes volumes acaba por optar pela terceirização deste sistema de coleta e transporte.

Em geral, as empresas que assumem a responsabilidade pelo manejo dos RCD consistem em empresas privadas, devidamente cadastradas para o transporte de resíduos dessa natureza. Essas empresas geralmente dispõem no local das construções ou demolições caçambas metálicas que viabilizam o armazenamento e o transporte dos RCD para a sua destinação final.

Segundo Parellada (2001), os recipientes que armazenam temporariamente os RCD até sua remoção podem ser denominados de caçambas estacionárias. Segundo o autor, essas caçambas ficam assentadas em locais internos – canteiro de obras – ou externos – logradouros públicos – junto das áreas onde estão se desenvolvendo as atividades de construção ou demolição.

Parellada (2001) esclarece em seu trabalho, que as caçambas metálicas são construídas com chapas de aço soldadas em formato de tronco de pirâmide invertido, as quais possuem capacidade útil, em volume de 3 m³, 4 m³ ou 5 m³.

Algumas regras para dispor o recipiente no espaço urbano devem ser seguidas como, por exemplo, em locais privados estas devem ficar restritas somente na área delimitada por tapumes, já em locais públicos ou externos estas deverão possuir prévia autorização e estar sujeitas às determinações das leis do município.

Porém, a disposição de caçambas estacionárias em áreas externas pode gerar transtornos. São eles:

- Acumulação de água das chuvas nos vazios formados pela disposição dos RCD nas caçambas, o que permite o desenvolvimento de larvas *Aedes aegypti*, vetor do agente etiológico da dengue (MARQUES NETO, 2005);
- Contaminação por outros resíduos, como resíduo sólido domiciliar, lâmpadas, animais mortos, resíduos de poda e capina e outros volumosos;
- Depredação e roubo dos recipientes metálicos;
- Obstrução de boca-de-lobo, e outros equipamentos públicos,

- Interferência nos locais destinados a pedestres e/ou veículos (PARELLADA, 2001).

Medidas para evitar a contaminação dos RCD dispostos em caçambas localizadas em logradouros públicos vêm sendo adotadas como, por exemplo, a cobertura destas por lonas. Contudo, os municípios que adotaram essa prática enfrentaram problemas quanto à depredação e roubo destas lonas.

Neste sentido, a adoção de recipientes cobertos ou com tampa preservariam os RCD da contaminação por outros resíduos, da ação de agentes externos e ainda coibiriam a disposição dos RCD além dos limites de altura das caçambas, favorecendo o transporte adequado das mesmas.

Para o transporte das caçambas estacionárias, são utilizados veículos do tipo “Brooks”, “Multi-Brend”, “multicaçambas” ou “poliguindastes”, que possuem carroceria metálica com capacidade para carregar uma e/ou mais caçambas, as quais são manobradas com auxílio de um mecanismo hidráulico aporticado (PARELLADA, 2001).

Pinto (1999) enfatiza que a coleta e o transporte dos RCD também são feitos por veículos da administração municipal que executam serviços de limpeza pública, segundo autor, esses agentes coletores coletam os RCD de áreas clandestinas.

Segundo Marques Neto (2009), em alguns municípios brasileiros de pequeno porte os sistemas de transporte e coleta de RCD são geridos pelo poder público. Segundo o autor, estas acabam por deter todo o controle e fiscalização sobre o destino final dos RCD.

Portanto, medidas que aperfeiçoem o armazenamento, coleta e transporte compatíveis com a realidade local, devem ser incentivadas na elaboração dos novos modelos de gerenciamento dos municípios.

2.2.5.2 Sistemas de Coleta e Transporte Informal

Segundo Marques Neto (2003), os RCD gerados por pequenos geradores – originários de construções e demolições informais – nem sempre utilizam os serviços de coleta e transporte de empresas de caçambas estacionárias.

O fato desses pequenos geradores não optarem pela contratação de empresas licenciadas para o transporte de RCD deve-se a pequena quantidade produzida e ao custo do aluguel de tais caçambas, o que leva a estes a realizarem a remoção dos RCD em seus veículos ou ainda contratarem serviços de carroceiros ou particulares.

Pinto (1999) ressalta que em alguns municípios pode ser significativa a existência de coletores autônomos informais e carroceiros, os quais realizam a coleta e o transporte dos RCD por meio de veículos com carroceria basculante, carroceria de madeira, “caminhonetes” ou ainda carroças de tração animal.

De acordo com Marques Neto (2003), esses pequenos geradores acabam por optar por medidas impróprias de descarte como, por exemplo, deposição dos RCD ao longo de vias públicas, nas áreas periféricas do município, margens de rios e córregos, as quais causam grandes danos ao meio ambiente e saúde pública.

Diante desse contexto, a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) preconiza que os Planos de Gerenciamento Integrado de RCD devem efetuar o cadastro desses agentes coletores e propiciar áreas de transbordo e triagem de pequeno porte que facilitem a disposição desses RCD transportados. Essa resolução ainda enfatiza a necessidade de orientação, fiscalização e controle desses coletores.

Estudos realizados por Pinto (1999) no município de Belo Horizonte demonstraram que 70% das entregas efetivadas em unidades de recebimento de pequenos volumes – ecopontos – eram representadas por carroceiros.

Diante desses fatos, o município de Belo Horizonte criou o Programa Carroceiros, o qual tem por finalidade realizar o cadastro, orientação ambiental e gerar assistência veterinária, que inclui vacinação e exame de doenças aos animais. Outro fator importante desse programa foi o disque coleta para os carroceiros envolvidos no programa, os quais vêm atuando acoplados a essas unidades de recebimento de pequenos volumes (PMBH, 2010).

Diante deste quadro, fica claro que estes coletores e transportadores merecem atenção especial no planejamento sistemas de gerenciamento de RCD, pois estes constituem em parceiros importantes da administração pública por atuar diretamente no sistema de limpeza urbana.

2.2.6 Áreas de Transbordo e Triagem dos RCD

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) recomenda que os Planos de Gerenciamento Integrado contemplem em suas diretrizes o cadastramento de áreas,

públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporários dos RCD, as quais deverão ser planejadas em consonância com a realidade de cada município.

A referida resolução faz alusão em especial a áreas de transbordo e triagem para pequenos volumes, as quais remetem que os Planos de Gerenciamento Integrado de RCD deverão estabelecer diretrizes e procedimentos para a instalação destas em áreas urbanas, a fim de possibilitar o cumprimento das responsabilidades dos agentes coletores de pequenos volumes.

Neste contexto, a ABNT elaborou em 2004 uma norma técnica específica, em consonância com a Resolução CONAMA nº 307/2002, para estabelecer diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de RCD e volumosos, para pequenos e grandes geradores. A referida normatização é a seguinte:

- NBR 15.112/2004: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação (ABNT, 2004).

Dentro deste contexto, a referida normatização deixa clara a importância das ATT – áreas de transbordo e triagem – e dos pontos de entrega de pequenos volumes na rede física de captação de RCD dos municípios.

Diante disso, Marques Neto (2005) ressaltou a importância do planejamento estratégico na distribuição das áreas de transbordo e triagem dos municípios, a fim de possibilitar um equacionamento dos problemas gerados por descartes clandestinos e ao mesmo tempo favorecer a reciclagem dos RCD.

2.2.6.1 Áreas de Transbordo e Triagem para Grandes Volumes

De acordo com a NBR 15.112 (ABNT, 2004), as áreas de transbordo e triagem para grandes volumes de RCD podem ser definidas da seguinte forma:

área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

Segundo Pinto e Gonzalez (2005), essas instalações para manejo de RCD, quando implantadas de modo perene e duradouro a luz das normas técnicas propiciam a substituição de bota-foras, os quais causam impactos negativos ao meio ambiente.

Pinto e Gonzalez (2005) enfatizam que a localização destas áreas de triagem deve ser planejada levando em consideração os seguintes fatores básicos:

- uso e ocupação do solo, baseadas no Plano Diretor do município;
- localização em áreas com maior concentração de geradores de grandes volumes de RCD;
- fácil acessibilidade ao local, para favorecer o deslocamento de veículos de carga de maior porte.

De acordo com Brasil (2005), alguns municípios brasileiros possuem em seus sistemas integrados de gerenciamento de RCD áreas de transbordo e triagem geridas pelo poder público ou pela iniciativa privada.

A Tabela 2.8 apresenta as características das ATT de alguns municípios brasileiros quanto a seu sistema de gestão.

Tabela 2.8 – Características das áreas de transbordo e triagem de alguns municípios do Brasil

Municípios	Quantidade de ATTs privadas	Quantidade de ATTs públicas
Belo Horizonte – MG ¹	1	-
Guarulhos – SP ¹	3	1
Joinville – SC ¹	1	-
São Paulo – SP ²	5	-

Fontes: BRASIL (2005) ¹; PMSP (2010) ²

Brasil (2005) apontou que o município de São Paulo apresenta várias ATTs privadas e razão de uma portaria do poder executivo (Portaria 6.787/2005) que instituiu a LETP – Licença Especial a Título Precário, que facilita e agiliza o processo de ATTs privadas, as quais são consideradas como essenciais para o município.

De acordo com Pinto e Gonzalez (2005), as áreas de transbordo e triagem podem ser alocadas junto aos aterros de RCD, principalmente em municípios pequenos. Porém, em municípios maiores as ATT devem ser instaladas em áreas exclusivamente destinadas ao transbordo e triagem nas proximidades da malha urbana, segundo os autores, neste caso os aterros de RCD acabam situados em áreas distantes da zona urbanizada.

Portanto, municípios de grande porte que possuem aterros de RCD situados a grandes distâncias dos centros geradores, ou ainda que possuam condições de tráfego extremamente lentas devem prever em seus sistemas de gerenciamento de RCD áreas de transbordo e triagem que permitam promover a disposição temporária adequada dos RCD.

2.2.6.2 *Áreas de Transbordo e Triagem para Pequenos Volumes*

Em municípios que possuem sistemas de gerenciamento integrado devidamente implantados existem áreas de transbordo e triagem para pequenos volumes, as quais são popularmente denominadas de pontos de apoio, pontos de descarga de entulho (PDE) ou ecopontos.

De acordo com a NBR 15.112 (ABNT, 2004), essas áreas de transbordo e triagem para pequenos volumes são denominadas de pontos de entrega de pequenos volumes e definidas da seguinte forma:

áreas de transbordo e triagem de pequeno porte, destinada a entrega voluntária de pequenas quantidades de resíduos de construção civil e resíduos volumosos, integrante do sistema público de limpeza urbana.

Essas áreas são destinadas a recepção das quantidades transportadas por veículos de agentes informais de coleta – carroceiros, coletores autônomos – ou veículos particulares (PINTO, 1999). As legislações e normatizações vigentes nada informam sobre a limitação de recebimento de RCD e volumosos nessas áreas, porém a maioria dos municípios restringe essa capacidade de recebimento em um ou dois metros cúbicos por transportador.

A implantação de áreas que contemplem os pequenos volumes tem por finalidade equacionar a problemática dos descartes clandestinos e promover substituição do sistema de gestão corretiva por um sistema formal de gerenciamento de RCD.

De acordo com Santos (2007), vários países europeus têm investido nesses sistemas formais de gerenciamento, a fim de minimizar as disposições ilegais e reduzir as distâncias de transporte dos RCD. Diante deste contexto, D’Almeida e Vilhena (2000) ressaltaram que os ecopontos possuem função semelhante aos “amenity sites” da Inglaterra e aos “déchèteries” da França.

Pinto e Gonzalez (2005) recomendam que os pontos de entrega voluntária devam ser instalados em áreas públicas ou privadas entre 200 m² e 600 m². Segundo os autores, as áreas

públicas destinadas a instalações destes ecopontos poderão ser áreas dominicais, áreas institucionais ou ainda parcelas de áreas verdes deterioradas.

Para a definição de uma rede de pontos de entrega em um município, inicialmente deve-se possuir um diagnóstico sobre a situação dos RCD, o qual deverá contemplar diversos fatores como, por exemplo, perfil atual dos geradores e coletores de pequenos volumes e localização dos depósitos clandestinos (PINTO; GONZALEZ, 2005).

De acordo com Pinto (1999), o planejamento geográfico dos limites de atendimento dos ecopontos deverá levar em conta alguns fatores como, renda da população, características dos RCD gerados, barreiras naturais e/ou artificiais que impedem o acesso aos pontos e capacidade de alcance dos agentes coletores de pequenos volumes. Assim, o autor recomenda a adoção do conceito de bacias de captação de drenagem urbana para efetuar o planejamento das “bacias de captação de resíduos”, conforme os critérios anteriormente expostos.

Pinto e Gonzalez (2005) sugerem que as instalações dos ecopontos sejam situadas em áreas próximas ao centro geométrico das “bacias de captação de resíduos”, a fim de reduzir as distâncias percorridas pelos agentes coletores. Os autores também contemplam que estas áreas de recepção sejam localizadas em locais onde ocorrem deposições clandestinas, de modo que formalizem e disciplinem as atividades já desenvolvidas no local.

Para que os ecopontos alcancem a eficiência devida são necessárias estruturas físicas que favoreçam o descarte, segregação, remoção dos materiais segregados e ainda propiciem o bem estar dos funcionários do local (PINTO; GONZALEZ, 2005). Para tanto, a NBR 15.112 (ABNT, 2004) contempla em seu texto as condições específicas de projeto, implantação e operação dessas áreas.

De acordo com Tavares (2007), no município de Ituiutaba-MG os ecopontos foram concebidos sem planejamento da demanda de RCD que estes contemplariam e dos impactos causados em seu entorno, com isso, tais áreas se tornaram apenas em depósitos provisórios de RCD, o que contribuiu para atração de outros resíduos e proliferação de vetores. A autora ainda revelou que a estrutura física de tais áreas não foram elaboradas em concordância com a NBR 15.112 (ABNT, 2004),

A Figura 2.10 apresenta um esquema básico de um ponto de entrega de pequenos volumes, conforme as recomendações da NBR 15.112 (ABNT, 2004).

Figura 2.10 – Esquema sugerido para construção de ecopontos

Fonte: PINTO; GONZALEZ (2005)

De acordo com Pinto (1999), esses sistemas de coleta interrompem a irracionalidade do modelo de Gestão Corretiva, nos quais os resíduos de diversas naturezas são misturados não restando alternativa senão destiná-los a aterros. Já os ecopontos quando bem geridos podem promover a facilitação de captação, diferenciação e melhor valorização dos RCD.

Portanto, os ecopontos quando bem gerenciados podem favorecer o processo de reciclagem, pois estes dão suporte para a segregação dos RCD e geram uma ligação importante entre o gerador e a usina de reciclagem.

Segundo PINTO (1999), a eficiência deste sucesso dependerá da definição de alguns critérios como:

- Propiciar o constante incentivo à entrega voluntária dos RCD pelos geradores e coletores de pequenos volumes;
- Agrupar os pequenos coletores – carroceiros e transportadores autônomos – junto dessas áreas;
- Planejar a disposição geográfica das áreas de atração de RCD em “bacias de captação de resíduos”;
- Promover a participação das instituições locais – associações, escolas, universidades – como parceiros multiplicadores de programas de educação ambiental;
- Introduzir núcleos permanentes de gestão que visem orientar os processos e monitorar os resultados, a fim de propiciar soluções eficazes no gerenciamento dos RCD.

As Figuras 2.11 e 2.12 ilustram alguns detalhes do Ecoponto 31 de Março situado em São José dos Campos-SP, o qual está em consonância com as recomendações das legislações e normatizações vigentes, e realiza a segregação e armazenamento dos RCD conforme a classificação da Resolução CONAMA nº 307/2002.

Figura 2.11 – Ecoponto 31 de Março com caçambas para resíduos densos – São José dos Campos -SP

Fonte: Autor, 23 de dez. 2009

Figura 2.12 – Baías de armazenamento de resíduos leves do Ecoponto 31 de Março

Fonte: Autor, 23 de dez. 2009

Cabe ressaltar, que para atingir as metas de redução das deposições clandestinas, a implantação dos ecopontos deverá ser seguida de medidas que contemplem fiscalização ostensiva, orientação da população e dos agentes coletores – carroceiros, transportadores autônomos – para que realizem o descarte em áreas autorizadas para esses fins.

Por fim, os ecopontos facilitam a transformação de pequenos em grandes volumes devidamente segregados viáveis para definição de circuitos de coleta, que favorecem o processo de reciclagem e destinação final adequada (PINTO; GONZALEZ, 2005).

2.2.7 Reciclagem dos RCD

Segundo relatos da história, o reaproveitamento de resíduos de atividades de construção é realizado desde o Império Romano e Grécia antiga, com a utilização de restos de telha, tijolos e utensílios de cerâmica como agregados em concretos (LIMA, 1999).

Porém, a partir de 1946 a tecnologia de reciclagem de RCD se consolidou após o final da Segunda Guerra Mundial. Segundo Bidone (2001), tal fato ocorreu da necessidade da

reconstrução das cidades européias, que precisavam remover os escombros e possuíam demanda por agregados.

Diante deste contexto, vários países por razões de escassez de jazidas de agregados naturais, do elevado custo desses agregados ou ainda como equacionamento pela falta de áreas de disposição final de RCD, continuaram a direcionar seus estudos na reciclagem desses resíduos.

Neste sentido, Poon, Shui e Lam (2004) apontaram que em Hong Kong a falta de áreas para novos aterros e a necessidade de projetos de recuperação ambiental incentivaram os pesquisadores a encontrar usos alternativos para os RCD, neste contexto, os autores enfatizaram o uso de RCD reciclados como agregados para concreto, como medida para reduzir as quantidades de RCD nos aterros.

De acordo com Marques Neto (2005), a reciclagem dos RCD tem como objetivo precípuo colocar o resíduo de volta a cadeia produtiva da construção civil, o que gera uma série de benefícios como, por exemplo, a extensão da vida útil dos aterros, redução do uso de recursos naturais, geração de empregos, redução do consumo de energia, redução da poluição e criação de alternativas para mineradoras.

John (1996) enfatiza que a reciclagem dos RCD poderá favorecer políticas habitacionais, pela adoção de incentivos ao uso de produtos reciclados de desempenho comprovado em habitações de baixa renda.

Porém, cabe informar que a reciclagem apesar de ser considerada uma atitude ambientalmente correta, nunca deverá ser a primeira hipótese a ser adotada pelos gestores e sim a terceira, pois a primeira e a segunda seriam a não geração e reutilização respectivamente.

Neste contexto, muitas pesquisas nessa temática foram desenvolvidas tanto em âmbito nacional como internacional. No Brasil, estudos relacionados aos RCD e seu processo de reciclagem tiveram início com as pesquisas de Cincotto (1983) e Pinto (1986).

Segundo Santos (2007), atualmente são realizadas diversas pesquisas que envolvem reciclagem para utilização em concretos, argamassas, artefatos de cimento e uso em pavimentação. Porém, segundo o autor, novas temáticas do aproveitamento dos RCD reciclados foram desenvolvidas no país.

Dentre essas temáticas podemos exemplificar trabalhos que investigam o uso de RCD reciclados para camadas drenantes de aterros de resíduos sólidos, utilização como material de cobertura ou ainda aplicação em estruturas de solo reforçado (SANTOS, 2007). Cabe

ressaltar que estudos da viabilidade do uso de RCD para uso agrícola também vem sendo desenvolvidos.

De acordo com Santos (2007), a indústria da construção civil possui um grande potencial de para aplicação de resíduos reciclados tanto os oriundos de atividades de canteiros de construção civil como também os resíduos provenientes de outras atividades.

Dentre as principais aplicações para os RCD reciclados podemos citar as seguintes:

- Base para pavimentações;
- Agregados para concretos sem função estrutural;
- Fabricação de artefatos de cimento como, por exemplo, blocos, bloquetes, bancos, pisos em concreto;
- Argamassas de assentamento de tijolos ou revestimentos.

No Brasil, a ABNT elaborou duas normas técnicas para disciplinar essas principais aplicações dos agregados reciclados de RCD. Essas normas estabeleceram diretrizes para o uso desses agregados em camadas de pavimentação e concreto sem função estrutural. São elas:

- NBR 15.115/04 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- NBR 15.116/04 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

Neste sentido, cabe ressaltar que vários países possuem leis e regulamentações que classificam os agregados reciclados, as quais apontam diretrizes para a utilização desses resíduos. Segundo Zordan (1997), a Holanda instituiu duas regulamentações neste sentido a *CUR - VB Recommendations 4* e a *CUR - VB Recommendations 5*.

Cabral (2007) elencou algumas leis e regulamentações internacionais sobre a classificação dos agregados reciclados. A saber:

- Norma Britânica: *BS EM 8500-2: 2002 Concrete – complementary British Standart to BS EM 260-1: Specification for constituent materials and concrete*;
- Norma Alemã: DIN 4226-100 (2002) *Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel - Teil 100: Rezyklierte Gesteinskörnungen*, cujo título em inglês é: *Aggregates for concrete and mortar - Part 100: Recycled aggregates*

Diante desse contexto, fica clara a necessidade de normatizações que norteiem o beneficiamento dos RCD, a fim de propiciar a fabricação de produtos com agregados reciclados padronizados e com maior controle de qualidade.

2.2.7.1 Reciclagem na Fonte Geradora

Segundo D’Almeida e Vilhena (2000), existem diferenças entre os RCD reciclados no próprio local gerador e os RCD reciclados em usinas de entulho dos municípios. Os autores enfatizam que os RCD coletados em municípios apresentam uma composição bastante heterogênea podendo estar contaminados por solos, matérias orgânica, plástico, entre outros, o que causa dificuldades na segregação e na qualidade do agregado reciclado.

Entretanto, os RCD reciclados no próprio canteiro de obras podem ser segregados antes da contaminação por outros resíduos e assim proporcionar um agregado reciclado de melhor qualidade (D’ALMEIDA; VILHENA, 2000).

Em concordância com esses fatos, Marques Neto (2009) enfatiza que os planos de ações municipais devem direcionar seus esforços para minimizar a geração de RCD, para tanto esses planos deverão incentivar a reutilização e reciclagem desses resíduos no processo produtivo.

De acordo com Pinto (2005), para se executar a reciclagem em canteiros de obra é necessário uma análise pormenorizada de alguns aspectos técnico-operacional da obra, bem como um exame cuidadoso da viabilidade econômica e financeira.

Assim, Pinto (2005) apontou os principais aspectos a serem considerados na implantação da reciclagem de resíduos de alvenaria, concreto e materiais cerâmicos na fonte geradora. São eles:

- Estimar o volume e o fluxo de resíduos gerados;
- Estudar o investimento e custos para reciclagem – equipamentos, mão-de-obra, consumo de energia, treinamento entre outros;
- Identificar os tipos de equipamentos disponíveis no mercado e especificações;
- Dispor de áreas no canteiro de obras para armazenamento dos RCD, reciclagem e estoque de agregados;
- Planejar possíveis aplicações para os agregados reciclados no próprio canteiro;

- Estabelecer o controle tecnológico dos agregados produzidos;
- Identificar o custo dos agregados naturais;
- Identificar o custo da remoção dos RCD.

Segundo Bidone (2001), o emprego da reciclagem no canteiro pode favorecer ao aproveitamento do entulho na própria obra, com resultados econômicos satisfatórios e possibilitar um gerenciamento moderno na construção.

Enquanto as usinas de reciclagem fazem uso de equipamentos adaptados de mineração, os canteiros de obras utilizam equipamentos de pequeno porte que propiciam fácil instalação e mobilidade. Dentre os principais equipamentos podemos citar os moinhos com argamassadeira, o britador de mandíbulas, moinho de martelos, moedor de calça e moinho de bolas.

Bidone (2001) apresentou as características básicas de um moinho com argamassadeira que apresenta uma produção horária de 2 m³ de argamassa. Segundo o autor, dentro de uma caçamba com capacidade volumétrica de 500 litros existem dois rolos que giram em torno de um eixo que moem os RCD, depois de moídos duas pás raspadeiras direcionam os RCD para baixo dos rolos moedores onde é processada a argamassa.

Pinto (1986) em seus estudos utilizou um britador de mandíbula, segundo o autor, é um equipamento que favorece soluções práticas e simples que buscam ganhos econômicos mesmo que em detrimento de um melhor desempenho mecânico.

Pinto (1986) enfatizou que o britador de mandíbulas é um equipamento rústico e rápido, que se alimentado por uma esteira rolante poderia proporcionar uma produtividade de até 4 m³ por hora. Segundo o mesmo autor, existem moinhos que realizam moagem intensa como, por exemplo, os moinhos de bola, porém estes são custosos e lentos, o que pode inviabilizar seu uso em locais que exijam soluções economicamente viáveis.

Atualmente, existem usina móveis de reciclagem de RCD como a usina de Ciríaco-RS, a qual pode processar de 40 a 70 m³ diários de bica corrida (MIRANDA, 2005). Essas usinas móveis de maior porte podem ser utilizadas em grandes obras de infra-estrutura, e os agregados produzidos poderiam reutilizados nas mesmas, a fim de possibilitar ganhos com a redução de custos na compra de agregados naturais e ainda possibilitar economias na remoção, transporte e disposição final dos RCD.

Diante dos fatos, é importante salientar que medidas que favoreçam a reciclagem na fonte geradora devem ser priorizadas pelos construtores, independente da existência de

planos de gerenciamentos de RCD no município, pois os RCD como os demais resíduos sólidos, quando segregados corretamente em suas fontes geradoras permitem uma maior eficiência e controle de qualidade na produção dos reciclados, essenciais para garantir a competitividade no mercado.

2.2.7.2 Áreas de Reciclagem de RCD

No Brasil, a ABNT elaborou uma norma técnica para nortear a elaboração de projetos, implantação e operação das áreas para reciclagem. A referida normatização é a seguinte:

- NBR 15.114/04 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas para reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

De acordo com a NBR 15.114 (ABNT, 2004), as áreas de reciclagem para grandes volumes de RCD podem ser definidas da seguinte forma: “área destinada ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A, já triados, para a produção de agregados reciclados”

Porém no país as experiências com usinas de reciclagem de RCD foram iniciadas antes do surgimento da normatização citada anteriormente. Neste sentido em 1991, foi inaugurada no Brasil a primeira usina de reciclagem de entulho, denominada de Usina de Reciclagem de Itatinga, situada no Bairro de Santo Amaro, na zona sul de São Paulo (ZORDAN, 1997).

Pinto (1999) afirmou que a referida usina representou o primeiro marco do Hemisfério Sul que realizava reciclagem de RCD com equipamentos de maior porte, a qual foi projetada para processar 1.000 t/dia .

Segundo Zordan (1997), a usina não contemplou em seu plano de gestão um sistema de coleta ou postos intermediários de recepção de RCD, que somado a localização em uma área periférica do município resultaram em uma produção bem abaixo da capacidade de projeto da usina.

Zordan (1997) enfatizou que para mitigar esse problema de localização da usina foi adotada uma medida emergencial que visou estabelecer um ponto intermediário de recepção de RCD, porém, segundo o autor, esse depósito possuía baixa capacidade de armazenamento que culminou na operação da usina em somente 50% de sua capacidade de projeto.

Fato semelhante ao da Usina de Itatinga ocorreu na Usina de Reciclagem de Ribeirão Preto, SP em virtude desta também estar situada em um ponto distante com relação malha urbana. Segundo Rino e Maran (2005), os agentes coletores de RCD não destinavam os RCD a usina de reciclagem devido à grande distância, o que gerou ociosidade e contribuiu para paralisação das atividades desta unidade.

Diante desse quadro, fica evidenciada a importância de um bom planejamento dos modelos de gestão e gerenciamento de RCD, para que estes integrem as redes de serviços privadas e particulares que envolvem o manejo dos RCD desde a sua produção até seu beneficiamento, a fim de propiciar uma infra-estrutura adequada de reciclagem que equacione os problemas de RCD.

Segundo Angulo et al. (2003), em meados de 2002 o Brasil possuía 12 usinas de reciclagem de RCD “Classe A”, sendo algumas públicas e outras privadas com produção pequena da ordem de 100 toneladas de RCD processados/dia.

Desde 2003, o Brasil vem sofrendo mudanças significativas quanto à implantação de sistemas de tratamento de RCD, tal fato pode ser explicado pela aprovação da Resolução CONAMA nº 307/ 2002 e pelo conjunto de normas da ABNT que orientam e disciplinam a implantação destas unidades e ainda regulamentam a utilização dos agregados reciclados.

No Brasil já foram implantadas ao menos 47 usinas de reciclagem de RCD, sendo 24 públicas e 23 privadas (Miranda; Ângulo; Careli, 2008). Segundo os autores, o país possuía até 2002 apenas 16 usinas, com uma taxa de inauguração de três usinas por ano.

Atualmente, o país possui uma taxa de instalação de nove usinas por ano, isto ocorreu devido à implantação da Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) somada a exemplos de gestão bem sucedidos no país (Miranda; Ângulo; Careli, 2008). Podemos observar pela Tabela 2.9 que a partir de 2004 – ano do prazo estipulado pela Resolução CONAMA nº 307/2002 para que os municípios implantassem seus Planos Integrados de Gerenciamento de RCD – o número de usinas instaladas aumentou.

Contudo pode-se observar que dos 5.565 municípios existentes no país, menos de 1% possuem unidades de tratamento dos RCD.

Neste quadro, também pode-se observar que a partir de 2004 houve uma crescente participação do setor privado na instalação de usinas de reciclagem de RCD, devido estas proporcionarem vantagens econômicas, com a produção de agregados de baixo custo.

Tabela 2.9 – Usinas de reciclagem de RCD instaladas em alguns municípios do Brasil

Municípios ¹	Propriedade	Início da Atividade	Capacidade (t/h)
São Paulo – SP	Prefeitura	1991	100
Londrina – PR	Prefeitura	1993	20
Belo Horizonte – MG (Estoril)	Prefeitura	1994	30
Belo Horizonte – MG (Pampulha)	Prefeitura	1996	20
Ribeirão Preto – SP	Prefeitura	1996	30
Piracicaba – SP	Autarquia/Emdhap	1996	15
São José dos Campos – SP	Prefeitura	1997	30
Muriae – MG	Prefeitura	1997	8
São Paulo – SP	ATT Base	1998	15
Macaé – RJ	Prefeitura	1998	8
São Sebastião – DF	Adm. Regional	1999	5
Socorro – SP	Irmãos Preto	2000	3
Guarulhos – SP	Prefeitura/ Proguaru	2000	15
Vinhedo – SP	Prefeitura	2000	15
Brasília – DF	Caenge	2001	30
Fortaleza – CE	Usifort	2002	60
Ribeirão Pires – SP	Prefeitura	2003	15
Ciríaco – SP	Prefeitura	2003	15
São Gonçalo – RJ	Prefeitura	2004	35
Jundiaí – SP	SMR	2004	20
Campinas – SP	Prefeitura	2004	70
São Bernardo do Campo – SP	Urbem	2005	50
São Bernardo do Campo – SP	Ecoforte	2005	70
São José do Rio Preto – SP	Prefeitura	2005	30
São Carlos – SP	Autarquia/PROHAB	2005	20
Belo Horizonte – MG (BR-040)	Prefeitura	2006	40
Ponta Grossa – PR	P. Grossa Amb.	2006	20
Taboão da Serra – SP	Estação Ecologia	2006	20
João Pessoa – PB	Prefeitura/ Emlur	2007	25
Caraguatatuba – SP	JC	2007	15
Colombo – PR	Soliforte	2007	40
Limeira – SP	RL Reciclagem	2007	35
Americana – SP	Cemara	2007	25
Piracicaba – SP	Autarquia/Semae	2007	20
Santa Maria – RS	GR2	2007	15
Osasco – SP	Inst. Nova Angra	2007	25
Rio das Ostras – RJ	Prefeitura	2007	20
Brasília – DF	CAENGE	2008	30
Londrina – PR	Kurica Ambiental	2008	40
São Luís – MA	Limpel	2008	40
São José dos Campos – SP	RCC Ambiental	2008	70
Paulínia – SP	Estre Ambiental	2008	100
Guarulhos – SP	Henfer	2008	30
Barretos – SP	Prefeitura	2008	25
São José dos Campos – SP	Julix - Enterpa	2008	25
Petrolina – PE	Prefeitura	2008	25
Itaquaquecetuba – SP	Entrec Ambiental	2008	40

¹ há também usinas em Canoas, Caxias do Sul, Charquedas e São Leopoldo no Estado do RS, porém estas não foram contabilizadas pelos autores em função da falta de informações mais detalhadas.

Fontes: MIRANDA; ÂNGULO; CARELI (2008) adaptada pelo autor

2.2.7.3 Usina de Reciclagem de Ribeirão Preto – SP

Em 1996, o poder público do município de Ribeirão Preto implantou a primeira central de reciclagem de RCD, localizada na zona norte do município próxima à Via Norte. De acordo com Bidone (2001) esta usina foi criada com o intuito de minimizar o problema da falta de áreas disponíveis para aterros de RCD.

Segundo Rino e Maran (2005), para a construção da usina foram investidos cerca de R\$ 96.000,00 em obras civis e R\$ 130.000,00 em equipamentos instalados, totalizando um custo total de R\$ 226.000,00. Segundo os mesmos autores a usina apresentava um custo mensal de operação e manutenção de, aproximadamente, R\$ 1.000,00.

Com capacidade de 240 t/dia, a usina chegava a beneficiar 20% da produção gerada no município, o qual produzia em média 900 t/dia (NUNES, 2004). Tal capacidade de processamento nunca foi atingida no município, devido aos fatores apresentados anteriormente, os quais se referem à grande distância desta usina dos pontos de coleta e a falta de legislação que estabeleça critérios para os caçambeiros depositarem entulho no local (NUNES, 2004; RINO; MARAN, 2005).

Segundo Nunes (2004), a usina produzia reciclados na forma de bica corrida, um material de granulometria irregular, ideal para recuperação de estradas rurais e vicinais que não possuem pavimentação asfáltica, material esse consumido em sua maioria pela própria prefeitura.

Nunes (2004) apontou que no final de 2001 as atividades da usina de reciclagem foram paralisadas, pois alguns equipamentos foram roubados. De acordo com Rino e Maran (2005), em meados de 2004 a usina ainda se encontrava desativada com alguns equipamentos em estado de abandono, segundo os autores a desativação da área foi motivada pela falta de contratação de segurança patrimonial e pela ausência de políticas públicas que obrigassem os agentes coletores depositarem os RCD recolhido nesta usina.

Por fim, em 2007 o município reativou a referida usina, por meio de uma das frentes de seu projeto de gestão e gerenciamento de RCD, que contou com uma ação conjunta que envolveu as secretarias de Infra-estrutura, Obras e Planejamento, Gestão Ambiental e a Assistência Social da Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto.

2.2.7.4 Usina de Belo Horizonte – MG

Desde 1993, o município de Belo Horizonte tornou-se uma referência na gestão dos RCD, por ter desenvolvido um plano pioneiro de gestão diferenciada (Pinto, 1999). Segundo Bidone (2001), a gestão dos RCD se dá de forma diferenciada, com a união da reciclagem e a captação ordenada dos RCD.

Esse tipo de programa adotado em Belo Horizonte visou eliminar o uso da lógica irracional da gestão corretiva, promovendo a redução dos descartes clandestinos com a captação planejada que contemple a diferenciação dos resíduos, e conseqüentemente, proporcione uma melhor valorização dos RCD no processo de reciclagem.

Em 1995, o processo de implantação deste plano foi iniciado com a instalação da primeira das quatro usinas de reciclagem de RCD previstas para o município, a qual começou a operar em novembro de 1995 e atingiu em 1996 o processamento de aproximadamente 100 toneladas de RCD diariamente (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

Segundo Miranda (2005), para a construção desta usina foi investido, na época, cerca de R\$ 200.000,00, sendo que R\$ 50.000,00 representavam custos das obras civis e os demais R\$ 150.000,00 eram custos dos equipamentos instalados (britador).

Pinto (1999) ressaltou que essa estação de reciclagem alcançou uma eficiência produtiva muito próxima da usina de reciclagem de Itatinga em São Paulo, que possui capacidade de produção muito superior, além disso, o autor enfatizou que os equipamentos desta usina de reciclagem custaram apenas 5% do valor gasto na instalação da usina de São Paulo.

Atualmente, o programa possui uma rede de atração de RCD que conta com 29 Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV), instaladas em pontos estratégicos da cidade e três estações de reciclagem (Estoril, Pampulha e BR-040) (PMBH, 2010).

Segundo Catapreta, Pereira e Almeida (2008), a usina de reciclagem Estoril, a mais antiga, possuía um maquinário adaptado de equipamentos de mineração, com capacidade inicial de 10 t/h, porém segundo os autores essa capacidade foi ampliada para uma capacidade nominal de 25 t/h. Neste contexto, vale informar que a usina da Pampulha e a usina BR-040 possuem capacidade nominal de britagem de 30 t/h e 50 t/h, respectivamente.

Assim, de acordo com Catapreta, Pereira e Almeida (2008) as três usinas de reciclagem de RCD juntas possuem capacidade nominal de processamento de 1000 t/dia.

Conforme Miranda (2005), as usinas Estoril e Pampulha trabalham acima da capacidade nominal, segundo o autor, tal fato deve-se a baixa dureza e elevada porosidade de resíduos de cerâmica vermelha existentes nos RCD.

Segundo Bidone (2001), a usina produz materiais reciclados que são utilizados como sub-base ou recuperação de ruas, agregados para “rip-rap”, contenção de encostas, canalizações, produção de artefatos de cimento como, por exemplo, guias, tubos, briquetes e blocos.

De acordo com Miranda (2005), essas usinas contam com apoio das Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV) – conhecidas também como ecopontos – que recebem até 2 m³ de RCD e volumosos, segundo o autor, nessas unidades os RCD recicláveis são segregados e encaminhados para as usinas de reciclagem.

Neste contexto, Catapreta, Pereira e Almeida (2008) apontaram que essas unidades de recebimento de pequenos volumes coletaram em 2007 cerca de 65.650 t/ano de resíduos.

Segundo Pinto (1999) foram incluídos no plano de gestão de RCD ações de facilitadoras da disposição que consistiam na alteração do comportamento de geradores e coletores. Para tanto, foram adotadas medidas como programas de informação ambiental para os carroceiros.

A Prefeitura Municipal de Belo Horizonte em parceria com a UFMG vem realizando um projeto – Projeto Carroceiros – que visa cadastrar os carroceiros e inserí-los no sistema de disque coleta de entulho. Tal projeto tem por finalidade criar ações que orientem estes agentes coletores nos cuidados com o meio ambiente e de seus animais, e com isso fornecer suporte veterinário que incluem desde vacinação a programas de prevenção de doenças (PMBH, 2010).

Volto a ressaltar que segundo Pinto (1999), os carroceiros representavam na época de sua pesquisa, aproximadamente 70% dos agentes coletores que utilizavam os postos de entrega de pequenos volumes. Com isso, verifica-se a importância de programas que envolvam esse tipo de transportador, que se bem orientado pode ser um importante aliado no sistema de limpeza pública municipal.

Diante desses fatos, fica claro que a reciclagem dos RCD vai além da implantação de usinas de reciclagem, o que enfatiza a necessidade da implantação de uma rede física de infra-estrutura associada ao disciplinamento dos agentes coletores, de forma a constituir um sistema integrado que facilite captação e diferenciação dos RCD assegurando condições de reciclagem dos mesmos.

2.2.7.5 Usina de São Carlos, SP

Instalada em 2005, a Usina de Reciclagem de Entulho de São Carlos (URESC), foi concretizada com base em projeto desenvolvido pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia e a autarquia Progresso da Habitação de São Carlos (PROHAB).

A usina foi instalada com intuito de acabar com a aglomeração de RCD em áreas clandestinas, além de permitir a transformação de um enorme concentrado de RCD em agregados, para serem utilizados na Fábrica de Artefatos de Cimento da PROHAB.

Atualmente a usina não conta com uma rede de ecopontos que possa facilitar captação e diferenciação dos RCD, a qual auxiliaria no fornecimento de matéria prima para esta unidade. Entretanto, o material utilizado na usina é obtido através de parcerias com várias empresas coletoras de RCD do município, a qual recebe uma média de 10 caçambas por dia.

Cabe informar que esta usina possui capacidade de produção de 160 toneladas por dia, quantidade esta que representa a massa de resíduos “Classe A” produzidas pelo município em 2003 (MARQUES NETO, 2003).

Ao chegar à usina os RCDs passam por um processo de triagem inicial, onde os resíduos provenientes de construções e demolição são classificados conforme a sua composição (material cimentício ou material misto) para posteriormente sofrer os processos de britagem e peneiramento. O material após o beneficiamento é transferido para a fábrica da PROHAB, que produz blocos, canaletas, pisos de concreto e sub-base para pavimentação.

Cabe ressaltar que no capítulo 4 dessa pesquisa será apresentado um estudo da dinâmica operacional da usina de reciclagem de São Carlos, no qual serão apresentados dados pormenorizados de sua operação e produção.

2.2.8 Disposição Final dos RCD

2.2.8.1 Disposição Final Irregular dos RCD

De acordo com Pinto e Gonzalez (2005) existem duas formas de disposição final irregular, a primeira seria o descarte em bota-foras clandestinos e a outra consiste em áreas de deposição irregular.

Segundo Pinto e Gonzalez (2005), os bota-foras clandestinos surgem da ação desregrada de empresas que coletam grandes volumes de RCD, as quais descarregam esses resíduos em áreas não licenciadas. De acordo com os autores, inúmeras vezes esses bota-foras acabam sendo de conhecimento das administrações locais.

As áreas de deposição irregular resultam de pequenos geradores de RCD, os quais dispõem seus resíduos em áreas livres como, por exemplo, áreas institucionais, margens de córregos, vias urbanas e áreas verdes degradadas.

No entanto, em alguns municípios os RCD acabam sendo destinados a aterros sanitários, o que causa diminuição da vida útil desses, devido a grande quantidade gerada desses resíduos associada a seu grande volume. Nos municípios que existem lixões, observa-se a presença de grandes quantidades de RCD nestas áreas, os quais colaboram para o comprometimento ambiental desses locais de lixões.

Neste contexto, a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) instituiu que os municípios brasileiros deveriam cessar a disposição de RCD em aterros sanitários, aterros controlados e em áreas de bota-fora até junho de 2004.

De acordo com D'Almeida e Vilhena (2000), os RCD causam diversos transtornos tanto a saúde pública como na qualidade do ambiente urbano como, por exemplo:

- Proliferação de insetos e roedores;
- Deslizamentos pelo descarte em encostas ou terrenos instáveis;
- Obstruções de vias públicas;
- Obstrução do escoamento das águas, pelo lançamento de RCD em terras baixas, drenagens ou margens de córregos.

Neste sentido, as prefeituras assumem a co-responsabilidade pelos RCD depositados em áreas clandestinas, e estas acabam por dispor veículos oficiais para realizarem a remoção destes entulhos, realizando a chamada gestão corretiva, a qual consiste em limpar as áreas após o descarte clandestino.

Segundo CABRAL (2007), a gestão corretiva é marcada por ações não preventivas, repetitivas e custosas, que acabam por gerar resultados ineficientes. Tal fato deve-se ao ciclo de descarte e limpeza das áreas. Porém, a gestão corretiva consiste na estratégia mais adotada pela maioria dos municípios para minimizar o descarte clandestino.

As deposições ilegais oneram os cofres das prefeituras, como por exemplo, deste prejuízo podemos citar o setor de limpeza pública paulistano que consome de 4% a 7%, cerca de quatrocentos milhões de reais por ano (CABRAL, 2007).

Neste sentido, estima-se que o setor de limpeza pública do município de São Carlos gaste cerca de 500 mil por ano para efetuar a limpeza dessas áreas de descarte irregular (FOLHA DE SÃO PAULO, 2006)

Para Castro (2003), a disposição irregular dos RCD torna-se mais evidente em municípios que não contemplam em seus modelos de gestão políticas que incentivam a fiscalização.

Segundo os dados obtidos através da pesquisa realizada pela Prefeitura Municipal de São Carlos sobre a situação dos RCD no município, em 1997 foram detectados 20 pontos de descarte clandestino distribuídos na malha urbana (SCHALCH et al., 1997).

Em 2003, o diagnóstico dos RCD realizado por Marques Neto nos revelou que a questão dos descartes clandestinos em São Carlos ainda atingia a contornos gravíssimos, uma vez que foram constatadas 27 áreas de descarte irregulares (MARQUES NETO, 2003).

Desta forma medidas de gestão e gerenciamento que contemplem a redução do uso da lógica irracional da gestão corretiva e emergencial devem ser incentivadas, a fim de reduzir os gastos com a limpeza pública e ainda promover uma redução de riscos a saúde da população e ao meio ambiente.

2.2.8.2 Disposição Final Adequada para os RCD

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) estipulou que os RCD deverão ter destinação final adequada de acordo com a categoria de classificação estabelecida por esta resolução. Assim, a referida resolução propõe que os municípios contemplem em seus Planos de Gerenciamento Integrado ao menos quatro destinos finais para os RCD.

Para tanto, os geradores deverão encaminhar para a destinação final seus resíduos últimos conforme sua classe da seguinte maneira:

- Classe A: deverão ser encaminhados para áreas de aterro de resíduos de construção e demolição classe A e de resíduos inertes, de forma a possibilitar a utilização ou reciclagem futura dos materiais;

- Classe B: deverão ser encaminhados a áreas de armazenamento temporário, de modo a permitir a utilização ou reciclagem futura dos materiais;
- Classe C: deverão ser destinados em conformidade com as normas técnicas específicas – tais resíduos deverão ser submetidos a tratamento e disposição final específica, conforme a sua classificação quanto sua periculosidade segundo a NBR 10.007 (ABNT, 2004);
- Classe D: deverão ser encaminhados em conformidade com as normas técnicas específicas – tais resíduos deverão ser submetidos a tratamento e disposição final conforme a sua classificação quanto sua periculosidade segundo a NBR 10007 (ABNT, 2004).

A partir de 2004, a ABNT elaborou uma norma técnica específica, em consonância com a Resolução CONAMA nº 307/2002, para estabelecer diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas que possibilitassem o armazenar e confinar os resíduos classe A sem causar danos ao meio ambiente e a saúde humana. A referida normatização é a seguinte:

- NBR 15.113/2004: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação (ABNT, 2004).

Diante dessa norma, ficou claro que destinação final dos RCD classe A, que não possam ser reutilizados ou reciclados, devem ser feitas em aterros de resíduos da construção civil e de inertes ⁹. Para tanto, a NBR 15.113 (ABNT, 2004) definiu essa destinação final da seguinte forma:

aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes: Áreas onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil classe A, conforme classificação da Resolução CONAMA nº 307, e resíduos inertes no solo, visando a reservação de materiais segregados, de forma a possibilitar o uso futuro dos materiais e/ou futura utilização da área, conforme princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

Quanto aos resíduos Classe B, Classe C e Classe D as normatizações somente apontam critérios que recomendam o armazenamento temporário dos mesmos, enfatizado que os resíduos Classe D deverão ser armazenados em área específica dotada de cobertura.

⁹ Resíduos Classe II-B, segundo a classificação da NBR 10.004 (ABNT, 2004).

Porém, a destinação final dos resíduos Classe C e Classe D segue as normas que regulamentam aterros de resíduos classe I ou classe II-A, a qual dependerá da classificação desses resíduos segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004). Contudo esses resíduos, geralmente não são classificados conforme a NBR 10.004 e acabam dispostos em aterros industriais.

2.2.9 Marcos Regulatórios e Normatizações Vigentes

2.2.9.1 No Âmbito Federal

Elaborada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente, a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, está em vigor em todo território Nacional desde janeiro de 2003. Em 2004, a referida resolução foi complementada pela Resolução CONAMA nº 348 que acrescentou em sua classificação o amianto na classe dos resíduos perigosos.

Considerada no âmbito Federal como o primeiro marco regulatório consolidado para a gestão dos resíduos de construção e demolição, esta resolução estabeleceu as principais diretrizes, critérios e procedimentos para gestão adequada dos resíduos dessa natureza, a fim de equacionar os impactos ambientais gerados por estes.

Marques Neto (2003) apontou que essa resolução foi criada a fim de avançar no sentido da superação dos problemas decorrentes da grande geração dos RCD e dos impactos ambientais, sociais e econômicos associados a esses resíduos.

Pinto (2005) assinala que a referida resolução ao disciplinar as ações necessárias que envolvem a gestão e gerenciamento de RCD reafirmou o cumprimento da Lei de Crimes Ambientais – Lei Federal nº 9.605, 12 de fevereiro de 1998 – a qual admite penalidades aos responsáveis pela inadequada disposição final de resíduos.

Neste sentido, a resolução em questão tem por finalidade precípua promover a não geração de RCD, e enfatiza de modo secundário a redução, reutilização, reciclagem e disposição final adequada.

Schneider (2003) afirma que a Resolução CONAMA nº 307/2002 atua de forma a coibir a disposição dos RCD em aterros sanitários, áreas de bota-fora, encostas, corpos d'água, lotes vagos e áreas protegidas por Lei.

A Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) contempla em seu teor inicial algumas considerações que a justificam. São elas:

- O Estatuto das Cidades, Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, o qual considera a política urbana em pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana;
- Necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos causados pelos RCD;
- A disposição de RCD em locais inadequados contribui para degradação da qualidade ambiental;
- Os RCD representam uma parcela significativa dos resíduos sólidos gerados nas áreas urbanas;
- Os geradores de RCD são responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos;
- A viabilidade técnica e econômica de produção e uso de matérias provenientes da reciclagem de RCD;
- A gestão integrada deverá propiciar benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

Com status de Lei Federal, em seu Art. 11º, a resolução estabeleceu prazos para os municípios e o Distrito federal elaborarem e implantarem seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, os quais deverão apresentar em seu teor o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil.

Segundo Tavares (2007), constam nessa resolução as responsabilidades e prazos para que os municípios e grandes geradores efetivem seus planos e projetos de gerenciamento integrado de RCD, nos quais deverão constar diretrizes de coleta, triagem, transporte e destinação final, com critérios que possibilitem o aproveitamento dos RCD.

Cabe informar que atualmente o prazo estabelecido findou-se, sendo que a partir de julho 2004 todos os municípios deveriam possuir seus Planos Integrados e Programas Municipais devidamente elaborados e implantados. Além disso, os Projetos de Gerenciamento deveriam estar em prática desde janeiro de 2005.

Segundo Marcondes (2007), a resolução apresenta dois tipos de geradores de resíduos: os geradores de grande porte e os geradores de pequeno porte. A autora ainda esclarece que os grandes geradores deverão ser contemplados nos Projetos de

Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil e os pequenos em Programas Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil.

Neste contexto, a Figura 2.13 apresentada a seguir permite a visualização da estrutura do Plano Integrado de Gerenciamento de RCD.

Figura 2.13 – Estrutura do Plano Integrado, prevista na Resolução CONAMA nº 307/2002
Fonte: MARCONDES (2007), adaptada pelo autor

Alguns autores apontam algumas falhas na resolução, as quais se referem a critérios de diferenciação de pequenos geradores e grandes geradores, correlação da classificação sugerida com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), ausência de limites e processos que possibilitem estimar o teor máximo de contaminantes incorporados a frações minerais ou ainda a distinção de diretrizes para municípios de grande e pequeno porte.

Neste sentido, Pucci (2006) relata a inexistência de um critério que diferencie os municípios quanto ao seu tamanho ou capacidade que possibilitem um correto cumprimento dessa resolução. Segundo o autor muitos municípios não possuem destinos finais adequados para seus RSD, neste sentido seria difícil estabelecerem quatro destinos diferentes aos RCD, conforme recomenda a referida resolução.

Segundo Pucci (2006) a resolução diferencia os geradores em pequenos e grandes, porém não estabelece critérios técnicos para essa distinção.

Marcondes (2007) aponta que as classificações Resolução CONAMA nº 307/2002 e da NBR 10.004 (ABNT, 2004) são utilizados termos parecidos como, por exemplo,

“resíduos perigosos”, porém um resíduo específico de construção e demolição pode possuir diferentes classificações, segundo essas normas. Diante desse fato, a autora ressalta a necessidade de um estudo que contemple uma correlação entre as referidas classificações.

Outro ponto discorrido pela autora seria a inexistência de critérios técnicos nesta resolução que elucidassem o valor máximo permitido de contaminante agregado a frações minerais, por exemplo, uma fração mineral que contenha uma parcela de gesso incorporado (MARCONDES, 2007).

Contudo, a Resolução CONAMA nº 307/2002 representa marco para a gestão e gerenciamento de resíduos de construção e demolição, pois esta balizou diversas ações no âmbito Nacional, e fundamentou os primeiros Sistemas Integrados de Gerenciamento de RCD em diversos municípios.

Entretanto, é possível observar que a referida resolução apresenta algumas falhas e lacunas, porém cabe aos municípios complementarem estas de acordo com a sua realidade em seus Planos Integrados de Gerenciamento de RCD.

2.2.9.2 No Âmbito Estadual

No Estado de São Paulo, a principal legislação vigente que versa sobre os RCD é a Resolução nº 41, de 17 de outubro de 2002, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SÃO PAULO, 2002). A referida resolução surgiu da necessidade de estabelecer procedimentos para o licenciamento ambiental de aterros de resíduos sólidos da construção civil Classe A e resíduos inertes no Estado de São Paulo.

Neste sentido, a Resolução SMA nº 41 deu suporte para o cumprimento da Resolução CONAMA nº 307/2002, a qual estabeleceu critérios complementares de acordo com a realidade Estadual vislumbrando nortear a elaboração dos Planos Integrados de Gerenciamento de RCD.

De acordo com Pucci (2006), a resolução SMA nº 41 promove a formação de redes locais para a disposição final de RCD, pois esta distingue os aterros de RCD conforme a capacidade dos mesmos, a fim de facilitar a regulamentação de aterros de pequeno porte. Além disso, segundo o autor, a resolução dispensa de licenciamento ambiental áreas de até 1000 m² que se destinem a nivelamento de terreno com resíduos Classe A e ainda prevê o uso de cavas de mineração como aterro.

Neste contexto, a Resolução nº 41 da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SÃO PAULO, 2002) permite o uso de cavas de mineração para instalação de aterros de RCD Classe A e resíduos inertes, a qual visa utilizar os RCD Classe A como instrumentos de mitigação da degradação ambiental causada pela atividade mineraria.

Diante dos fatos, a Resolução da nº 41 da Secretaria Estadual de Meio Ambiente aperfeiçoou a gestão e gerenciamento dos RCD, pois estabeleceu critérios facilitadores para diferenciação dos municípios quanto a sua capacidade de geração. Com isso, acabou por complementar algumas lacunas existentes na Resolução CONAMA nº 307/2002, segundo a realidade dos municípios do Estado.

2.2.9.3 No Âmbito Municipal

Conforme abordado anteriormente, a Resolução CONAMA nº 307/2002 (BRASIL, 2002) estabeleceu a obrigatoriedade da existência de uma legislação específica para cada município. Essa legislação foi denominada de Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, o qual incorporará em seu conteúdo o Programa Municipal de Gerenciamento de RCD e os Projetos de Gerenciamento de RCD.

Pinto e Gonzalez (2005), afirmaram que o Plano Integrado de Gerenciamento de RCD deve contemplar soluções eficientes e duradouras mediante a adoção de diretrizes que levem em consideração a realidade física, social e econômica de cada município.

Essas medidas duradouras criam estruturas que visam à redução do uso da lógica irracional da gestão corretiva e emergencial, ou seja, somente a limpeza das áreas após o descarte irregular, medida esta sempre ineficaz pela atração de novos descartes.

Neste sentido, Pinto e Gonzalez (2005) enfatizam que um primeiro passo para elaborar um Plano Integrado de Gerenciamento dos RCD que esteja em consonância com a Resolução CONAMA nº 307/2002, seria a realização de um bom inventário da realidade local, no qual seriam identificados a quantidade de resíduos gerados, os agentes envolvidos com a geração, coleta e transporte dos resíduos, modelo de operação dos agentes públicos e privados do setor e ainda os impactos causados pelos processos atuais.

Neste contexto, coube aos municípios a responsabilidade de elaborar critérios e diretrizes para criação de um Plano Integrado de Gerenciamento de RCD a luz de suas

realidades locais, o qual daria suporte legal para orientar os geradores, transportadores e a destinação final de tais resíduos.

Segundo Pinto e Gonzalez (2005), os planos devem seguir a três critérios básicos. São eles:

- Facilitar a ação correta dos agentes envolvidos;
- Disciplinar a ação dos agentes envolvidos e os fluxos dos resíduos;
- Incentivar o uso de procedimentos novos.

Os critérios anteriormente expostos buscam medidas de caráter preventivo e dão arcabouço para os agentes envolvidos na cadeia produtiva desse resíduo cumprirem suas responsabilidades e reduzirem os impactos sociais gerados por suas atividades. Segundo os autores, esses novos critérios propiciariam a superação dos modelos de gestão atuais, que são baseados em medidas emergenciais (PINTO; GONZALEZ, 2005).

Assim, a Resolução CONAMA nº 307/2002 (BRASIL, 2002) em seu art. 5º ressalta que os Planos Integrados de Gerenciamento de RCD deverão conter as seguintes considerações:

- As diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de RCD e para os Projetos de Gerenciamento de RCD a serem criados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades dos agentes envolvidos;
- Cadastramento de áreas, públicas ou privadas, adequadas para o recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, de acordo com o porte da área urbana, possibilitando a destinação dos RCD provenientes de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;
- Dar arcabouço elaboração de processos de licenciamento para áreas de beneficiamento e de disposição final de RCD;
- A proibição da disposição de RCD em áreas não licenciadas;
- Incentivo a reutilização e/ou reciclagem de RCD;
- Definição de critérios para o cadastramento de agentes transportadores de RCD;
- Desenvolvimento de ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- Desenvolvimento de ações educativas que visam minorar a geração de RCD e favorecer a sua segregação.

O Plano Integrado de Gerenciamento de RCD deverá contemplar os pequenos geradores através do Programa Municipal de Gerenciamento de RCD, o qual definirá as diretrizes técnicas e procedimentos para esses geradores, de acordo com os critérios do sistema de limpeza pública do município.

Neste sentido, os Programas Municipais de Gerenciamento impulsionaram o surgimento de redes de captação de pequenos volumes, denominadas de pontos de entrega voluntária de pequenos volumes ou ecopontos, o que favoreceu a redução de descartes clandestinos em muitos municípios.

Por fim, os Planos Integrados de Gerenciamento de RCD, deverão estabelecer as principais etapas a serem contempladas no Projeto de Gerenciamento de RCD. São elas:

- Caracterização: deverão ser identificados e quantificados os RCD;
- Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, na origem, ou em áreas de destinação devidamente licenciadas para tal finalidade, de acordo com as classes dos RCD;
- Acondicionamento: o gerador deverá garantir um correto acondicionamento dos RCD desde sua geração até o transporte;
- Destinação: em consonância com a Resolução CONAMA nº 307/2002.

Atualmente, diversos municípios já possuem seus Planos Integrados de Gerenciamento de RCD. Porém, nem todos conseguiram implementarem as medidas constantes em seus planos.

Marques Neto (2009) aponta que dentre os 5.564 municípios brasileiros menos de 1% estabeleceram seus respectivos planos. Segundo, o autor, constatou-se que apenas municípios de médio e grande porte obtiveram êxito em colocar em prática os modelos preconizados pela Resolução CONAMA nº 307/2002. Dentre esses municípios exemplificados pelo autor estão: Jundiaí, São José do Rio Preto, Campinas, Diadema, Guarulhos, Londrina, Piracicaba, Ribeirão Pires, Ribeirão Preto, São José dos Campos e Santo André.

A Tabela 2.10 apresenta alguns municípios que possuem legislação específica referente aos RCD. Dentre os municípios elencados observa-se que a maioria das legislações sobre RCD foram instituídas após o encerramento do prazo estipulado pela Resolução CONAMA nº 307/2002.

Tabela 2.10 – Municípios brasileiros com Planos Integrados de Gerenciamento de RCD

Municípios	Política
Araraquara	Lei 6.352/2005
Curitiba	Decreto 1.068/2004
Caxias do Sul	Lei 6.359/2005
Guarulhos	Lei 6.126/2006
Rio de Janeiro	Decreto 27.078/2006
Ribeirão Preto	Decreto 332/2008
São Carlos	Lei 13.867/2006
São José do Rio Preto	Decreto 12.765/2005
São José dos Campos	Lei 7.146/2006
São José dos Pinhais	Lei 958/2006
São Paulo	Lei 14.803/2008
Tremembé	Lei 3.327/2008

Fonte: MARQUES NETO (2009) e I&T (2010), adaptada pelo autor

Em São Carlos, o poder público aprovou a primeira legislação específica referente ao gerenciamento de RCD por meio da Lei Municipal nº 13.867, de 12 de setembro de 2006, que instituiu o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos.

Cabe ressaltar que desde 1993 o município possuía algumas legislações e decretos que regulamentavam os locais autorizados para o descarte de RCD e estabeleciam regras para as empresas de coleta e transporte dos resíduos dessa natureza.

Segundo Marques Neto (2003), tais leis e decretos não consistiam em legislações sobre gerenciamento de RCD. De acordo com o autor, as leis e decretos em vigentes na época eram estas:

- Lei nº 10.711, de 8 de novembro de 1993 – “*Dispõe sobre local apropriado para depósito de entulho de construções*”;
- Decreto nº 34, de 18 de abril de 1997 – “*Dispõe sobre local autorizado para depósito de entulho e dá outras providências*”;
- Lei nº 11.293, de 03 de junho de 1997 – “*Regulamenta a destinação de entulhos recolhidos na área urbana do município e dá outras providências*”;

- Decreto nº 61, de 24 de julho de 1997 – “*Altera o artigo 2º do Decreto nº 34, de 18 de abril de 1997 e dá outras providências*”;
- Lei nº 11.417, de 11 de dezembro de 1997 – “*Regulamenta a colocação de caçambas e containers destinadas ao recolhimento de entulho e similares*”.

Em 2003 e 2004, as legislações específicas vigentes na época foram complementadas e alteradas pelas seguintes leis:

- Lei nº 13.148, de 21 de maio de 2003 – “*Modifica o inciso III do Artigo 2º da Lei Lei nº 11.417 de 11 de dezembro de 1997 que regulamenta a colocação de caçambas e containers destinadas ao recolhimento de entulho e similares*”;
- Lei nº 13.316, de 5 de maio de 2004 – “*Dispõe sobre utilização de resíduos sólidos em ruas, estradas vicinais e como barreira de erosão de córregos e rios, e dá outras providências*”.

Diante dos fatos relatados pode-se observar que o referido município possuía alguns arcabouços legais que deram suporte para a elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de RCD nos moldes da realidade do município.

Fagury e Grande (2007) afirmaram que o respectivo plano de gerenciamento de RCD elaborado no município possibilita um avanço em termos econômicos, sociais e ambientais, pois este cria meios de facilitação de disposição, disciplina os fluxos e os agentes envolvidos e favorece a destinação correta dos RCD e volumosos. Os autores também apontaram que o plano abrange uma questão social, pois na referida legislação, estão previstos ecopontos nos quais serão formadas cooperativas de triagem de materiais que visam gerar emprego e renda.

Em particular, o Plano Integrado de Gerenciamento de RCD de São Carlos contemplou em seu teor a gestão de pequenos volumes adaptada a realidade local. Dentre as principais considerações podemos citar:

- Limitação ao descarte 1 (um) metro cúbico de RCD e/ou volumosos nos ecopontos;
- Proibição do descarte de resíduos sólidos domiciliares não inertes, resíduos sólidos industriais e resíduos de serviço de saúde;
- Utilização dos ecopontos de forma compartilhada com grupos que desenvolvem coleta seletiva;
- Criação do serviço de disque coleta para pequenos volumes, os quais serão feitos por transportadores privados sediados nos ecopontos;

- Instalação de áreas de recebimento de pequenos volumes em áreas degradadas, visando à recuperação dessas áreas.

Quanto às diretrizes para os Projetos de Gerenciamento de RCD, o plano prevê em obras com atividades de demolição a realização de uma desmontagem seletiva dos componentes da edificação, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA nº 307/2002. Com isso, o plano cria mecanismos que favorecem a não geração, seguida de reutilização e reciclagem.

2.2.9.4 *Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H*

Instituído em 18 de dezembro de 1998 pela Portaria nº 134, do então Ministério do Planejamento e Orçamento, o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), consiste em um instrumento do Governo Federal que visa cumprir os compromissos firmados na Conferência do Habitat II/1996, com a assinatura da Carta de Istambul. Esse programa tem duas metas principais, a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010).

Segundo Bidone (2001), o PBQP-H busca uma melhoria na cadeia produtiva da construção civil por intermédio de projetos específicos para a qualificação de empresas do setor da construção civil, a produção de materiais voltada a atender as normas técnicas vigentes, aperfeiçoamento de normatizações, aprimoramento de laboratórios e ainda ressalta a busca pela qualificação profissional.

Um dos projetos inseridos dentro do PBQP-H é Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras (SiAC) instituído pela Portaria nº 118, de 15 de março de 2005, o qual substitui o antigo SiQ (Sistema de Qualificação de Empresas Serviços e Obras).

O SiAC tem por objetivo estabelecer níveis de avaliação de caráter evolutivo, considerando as peculiaridades dessas empresas envolvidas no setor da construção civil, a fim de contribuir para o aprimoramento da qualidade do setor envolvendo especialidades técnicas de execução de obras, serviços especializados de execução de obras, gerenciamento de obras e empreendimentos e na elaboração de projetos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010).

Segundo Bidone (2001), os sistemas de qualificação do PBQP-H avaliam os impactos gerados pelos resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra como, por exemplo, RCD, esgoto, águas servidas, os quais consideram a destinação final desses resíduos.

A Figura 2.14 ilustra a classificação das 1.500 construtoras ativas nos quatro níveis de avaliação do SiAC/PBQP-H.

Figura 2.14 – Avaliação das empresas de construção qualificadas por nível no Brasil
Fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010

Em 2009, foi instituído no âmbito do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), o Sistema de Qualificação de Materiais Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC) (Portaria nº 310, do Ministério das Cidades), este programa busca uma melhoria da qualidade dos materiais e dos sistemas construtivos, em prol da segurança, economia, durabilidade e sustentabilidade ambiental.

Neste sentido, o PBQP-H também passou a integrar em suas diretrizes um selo socioambiental. O programa Selo ABPC de Responsabilidade Socioambiental tem por objetivo identificar e diferenciar as empresas envolvidas na cadeia produtiva de cal – hidratada e virgem – que estão em conformidade com a gestão de qualidade, meio ambiente, saúde e segurança, ética e responsabilidade social (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010).

Segundo o Ministério das Cidades (2010), as empresas produtoras de cal para construção civil que visam ter algum elo com responsabilidade socioambiental, em qualquer categoria, serão submetidas obrigatoriamente a qualificação no PBQP-H.

Neste contexto, é importante informar que Brasil ainda não possui um sistema de certificação ambiental próprio para a cadeia produtiva da construção civil como um todo.

Segundo Triana et al. (2000), alguns modelos internacionais de certificação ambiental

vem sendo adotados aqui no Brasil como referência quando se deseja obter uma edificação que possa ser caracterizada como sustentável.

Vários países possuem sistemas de avaliação ambiental como nos Estados Unidos o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), no Reino Unido o REEAM e ECOHOMES (BRE *Environmental Assessment Method*), no Japão o CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*), na França o HQE (*Haute Qualité Environnementale des Batiments*) e na Austrália o GREEN STAR.

2.2.9.5 Normas Técnicas Brasileiras sobre RCD

Em 2004, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou um conjunto de normas técnicas para estabelecer diretrizes disciplinadoras do manejo dos RCD, bem como o uso de agregados reciclados de RCD em obras de pavimentação e na produção de concretos sem função estrutural, as quais estão em concordância com a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002). A saber:

- NBR 15.112/04 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.113/04 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.114/04 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas para reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.115/04 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- NBR 15.116/04 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia desta pesquisa dividiu o estudo do sistema de gerenciamento integrado de RCD em quatro etapas, sendo a primeira referente à descrição dos indicadores básicos e estudos da gestão dos RCD no município, a segunda consistiu na estimativa da geração destes resíduos, já a terceira apresentou à caracterização qualitativa dos RCD, no qual foram estabelecidas técnicas para análise desses resíduos. Por fim, a quarta etapa apresentou um estudo e acompanhamento de projetos de gerenciamento que estão em atividade, na qual foi discutida a implantação de ecopontos como instrumentos de redução das áreas de descarte clandestino.

3.1 Indicadores Básicos e Estudos da Gestão dos RCD

A metodologia proposta de descrição de indicadores básicos e estudos anteriores sobre a gestão dos RCD é importante devido esta proporcionar um conhecimento específico dos aspectos locais, que são fundamentais para análise da geração e evolução dos RCD.

Para tanto, esses indicadores básicos e estudos de gestão foram obtidos por meio de consulta a projetos de recuperação, ocupação, encerramento e monitoramento dos destinos finais, entrevistas junto às secretarias responsáveis pela gestão e gerenciamento dos RCD (vide Apêndice A), levantamento bibliográfico de dissertações, teses e observações pessoais.

Segundo Marques Neto (2003), as principais diretrizes a serem consideradas neste tipo de estudo são:

- Histórico do desenvolvimento da cidade;
- Estudo dos aspectos físicos: localização, relevo, hidrografia e vegetação;
- Estudo dos aspectos populacionais: crescimento demográfico, migração e processo de urbanização local;
- Estudo dos aspectos sociais: nível educacional, cultural, habitacional, de renda, de saneamento básico e de saúde.

Assim, o presente projeto analisou as diretrizes citadas anteriormente e ainda contemplou estudos anteriores de gestão dos RCD realizados no município a partir de 1997,

bem como considerou as propostas que serão implantadas no município para a gestão dos resíduos dessa natureza.

3.2 Caracterização Quantitativa dos RCD

A presente etapa teve por finalidade apresentar uma estimativa dos resíduos de construção e demolição gerados no município de São Carlos, SP. Portanto, foram elencados os resultados da utilização de três bases de informações confiáveis, as quais contemplaram o monitoramento dos sistemas de tratamento e áreas de destinação final dos RCD, movimento de cargas dos agentes coletores e estimativas de RCD gerados em áreas licenciadas para construção. Por fim, foi apresentada uma análise dessas estimativas, na qual foi apontado um valor referência para a geração total dos RCD do município, a qual foi comparada com dados de pesquisas anteriores.

No estudo da geração dos RCD foi considerada a metodologia descrita no item anterior, a qual forneceu subsídios e índices para obtenção de um histórico seguro da evolução dos RCD ao longo dos anos.

O método proposto para o levantamento dos volumes de RCD nesta pesquisa foi fundamentado na construção de indicadores sobre a produção de RCD. Esse método foi utilizado por Schalch et al. (1997), Pinto (1999), Marques Neto (2003) e outros pesquisadores da área, em trabalhos semelhantes.

Esta metodologia consiste na análise através de três parâmetros que nos geram informações confiáveis. São eles:

- Monitoramento das áreas de transbordo, triagem, transformação e disposição final dos RCD;
- Quantidades de RCD transportados pelos agentes coletores envolvidos;
- Estimativa da geração dos RCD por meio das áreas construídas licenciadas.

Assim, baseado nesta metodologia apresentada foi possível estimar a geração de RCD do município, a qual forneceu indicadores úteis para traçar estratégias futuras de gestão e gerenciamento dos RCD da fonte geradora a disposição final.

Nos itens seguintes serão expostas as principais diretrizes adotadas na determinação de cada parâmetro.

3.2.1 Determinação do Volume Descartado nas Áreas de Reciclagem e Destinação Final

Esse indicador foi obtido mediante quantificação dos volumes de RCD que tem como destino à usina de reciclagem e a central de triagem e aterro de Cidade Aracy I. Cabe ressaltar que tanto na usina como no aterro foram efetuados levantamentos *in loco* por um período de sete e quatro meses respectivamente.

Segue abaixo as diretrizes utilizadas para quantificação dos RCD nesta pesquisa:

- Amostragem dos RCD destinados a central de triagem e aterro de Cidade Aracy I por um período de quatro meses;
- Amostragem dos RCD destinados a usina de reciclagem por um período de sete meses;
- Levantamento dos volumes dispostos diariamente nesses destinos, mediante a quantificação dos volumes descartados pelos veículos;
- Cálculo da massa total/dia através da massa unitária dos RCD em São Carlos-SP, obtida através de pesagem e medição de volume de algumas caçambas amostradas na usina de reciclagem.

3.2.2 Determinação do Volume Movimentado pelos Agentes Coletores

O indicador obtido através do cálculo do movimento de cargas por transportadores é um importante parâmetro para a realização do diagnóstico referente à quantificação dos RCD em um município, pois tais agentes coletores podem remover grandes volumes de RCD gerados em diversos tipos de obras e demolições.

Para a obtenção de dados junto a empresas coletoras e transportadoras de RCD foi utilizado a metodologia de entrevistas com aplicação de questionário, o qual foi previamente estabelecido, conforme apresentado no Apêndice A. Com isso, estas perguntas foram direcionadas de forma a contribuir diretamente com o estudo a ser realizado.

Nesta pesquisa, também foram considerados os dados de movimentação de cargas por coletores de pequenos volumes. Tais dados foram mensurados através de duas bases de informação, sendo que a primeira foi obtida mediante entrevista realizada com alguns

carroceiros que transportavam RCD e a outra base foi fornecida pela Prefeitura Municipal, a qual possui um cadastro desses agentes coletores.

No questionário aplicado tais empresas e agentes coletores foram expostas tais diretrizes:

- Tipos de veículos e recipientes;
- Número de caçambas/dia ou veículos/dia retirada das obras;
- Estimativa do percentual de RCD dentre os resíduos transportados;
- Percentagem de RCD removida de reformas, ampliações e demolições pelas empresas de caçambas e terraplanagem;
- Número de carroceiros existentes no município;
- Percentagem de RCD removida de reformas, ampliações e demolições pelos carroceiros;
- Número de carroceiros que trabalham somente com remoção de RCD;
- Quantidade transportada/dia de RCD pelos carroceiros;

Com base nos dados obtidos nessas entrevistas foram determinados os seguintes itens:

- Cálculo do volume total/dia através dos volumes transportados pelos veículos e recipientes;
- Cálculo da massa total/dia através da massa unitária dos RCD em São Carlos-SP, obtida através de pesagem e medição de volume de alguns veículos que transportam RCD.

3.2.3 Determinação do Volume de RCD por meio das Áreas Licenciadas para Construção

Esse indicador foi realizado por meio de coleta de dados referentes às áreas licenciadas para a construção no município de São Carlos-SP em 2009, dados estes fornecidos pela Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano da PMSC.

Assim, para a quantificação através de áreas legalizadas para a construção, foram adotadas algumas diretrizes, as quais se encontram descritas abaixo:

- Levantamento de áreas construídas legalizadas junto a PMSC no período de estudo;
- Obtenção do índice de RCD gerado por metro quadrados em obras do município, por meio de dados coletados de pesquisas e entrevistas;
- Cálculo do volume total produzido através do índice adotado de RCD gerado por metro quadrado em obras legalizadas do município;
- Cálculo da massa total/dia através da massa unitária dos RCD em São Carlos-SP, obtida através de pesagem e medição de volume de alguns veículos que transportam RCD.

3.2.4 Estimativa Total dos Volumes de RCD

Com a determinação dos três indicadores de produção pode-se estimar um valor referência de geração dos RCD no município de São Carlos-SP.

O indicador referente ao cálculo dos volumes descartados na usina de reciclagem e na central de triagem e aterro de RCD de Cidade Aracy será definido através do seguinte somatório:

- Volume de RCD descartado pelos agentes coletores na central de triagem e aterro de RCD de Cidade Aracy I;
- Volume de RCD descartado pelos agentes coletores na usina de reciclagem de RCD;
- Volume de RCD descartado pelos agentes coletores no aterro sanitário.

O indicador das quantidades movimentadas por agentes coletores foi obtido através do seguinte somatório:

- Volume de RCD coletado por empresas de caçambas;
- Volume de RCD coletado por empresas de terraplenagem;
- Volume de RCD coletado por carroceiros;
- Volume de RCD coletado pela prefeitura;
- Volume de RCD coletado por particulares e empresas.

O indicador das áreas legalizadas de construção foi definido através do seguinte somatório:

- Volume de RCD gerado pelas áreas de legalizadas;
- Volume de RCD gerado em reformas, ampliações e demolições que foram movimentados pelos agentes coletores – empresas de caçambas, terraplanagem e carroceiros;
- Volume de RCD gerado em reformas, ampliações e demolições que foram coletados por particulares e outras empresas;
- Volume de RCD coletado pelo serviço de limpeza pública do município;

Por fim, foi efetuada a análise destes três indicadores e obtido um valor referência para a geração total dos RCD no município.

3.3 Caracterização Qualitativa dos RCD

O presente item tem por finalidade apresentar os procedimentos metodológicos utilizados para a determinação qualitativa dos resíduos de construção e demolição gerados no município de São Carlos, SP. Para tanto, serão apresentadas duas metodologias simplificadas para a caracterização dos RCD, as quais foram aplicadas nos resíduos gerados por grandes geradores levando em consideração o destino final como a central de triagem e aterro de Cidade Aracy I; e o sistema de tratamento de RCD como a usina de reciclagem de RCD da PROHAB. Por fim, cabe ressaltar que ambas as metodologias adotadas neste estudo tiveram fundamentação na NBR 10.007 (ABNT, 2004).

3.1.1 Caracterização Qualitativa dos RCD Destinados à Usina de Reciclagem

Nesta etapa de estudo foi realizado um trabalho de campo junto à usina de reciclagem de RCD do município de São Carlos, SP, cuja finalidade foi obter amostras físicas e imagens dos resíduos destinados a esta unidade de tratamento.

Para tanto, foram adotados dos seguintes procedimentos:

- Seleção de três veículos de origens diferentes destinados à usina de reciclagem de RCD;
- Pré-classificação dos resíduos quanto sua origem e/ou categoria – “RCD cinza” e “RCD mistos”;
- Determinação do volume transportado pelo veículo selecionado;
- Direcionamento do veículo selecionado para medição de sua massa em uma balança rodoviária eletrônica;
- Encaminhamento do veículo para uma área de descarga pré-estabelecida;
- Coleta de imagens dos RCD antes da descarga;
- Descarga de aproximadamente 50% do volume transportado e coleta de imagens;
- Descarga total e coleta de imagens das quatro faces da pilha formada;
- Medição da massa do veículo após a descarga;
- Coleta de seis amostras de 18 litros da pilha, de acordo com os procedimentos de amostragem da NBR 10.007 (ABNT, 2004);
- Separação manual e peneiramento dos materiais;
- Medição da massa e volume dos materiais;
- Análise das imagens e separação por áreas comuns;
- Cálculo das percentagens volumétricas de materiais presentes no veículo mediante o uso da Metodologia 1 ¹⁰;
- Cálculo das percentagens em massa e volume dos materiais amostrados na Metodologia 2 ¹¹;
- Cálculo da massa específica aparente real dos RCD transportados, massa específica aparente da Metodologia 1, massa específica aparente Metodologia 2 e ainda determinação das massas específicas aparente por tipo de material amostrado na metodologia 2;
- Cálculo da média aritmética das duas metodologias;
- Agrupamento dos resultados das amostras segundo a origem e/ou categorias de classificação – “RCD cinza” e “RCD mistos”;

¹⁰ A Metodologia 1 refere-se ao procedimento metodológico para caracterização qualitativa dos RCD proposto nesse trabalho.

¹¹ A Metodologia 2 refere-se ao procedimento metodológico utilizado por PINTO (1986) e Marques Neto (2003) para caracterização qualitativa dos RCD no município de São Carlos, SP.

- Cálculo percentual das quantidades de resíduos destinados ao local segundo sua categoria;
- Cálculo da estimativa percentual em massa e volume dos RCD destinados ao local.

A fim de demonstrar detalhadamente o procedimento descrito será apresentado a seguir um relato do processo de amostragem e aplicação das metodologias 1 e 2.

Para a caracterização dos RCD foram selecionados três veículos de origens diferentes, de acordo com as recomendações contidas no trabalho de Marques Neto (2003). Os veículos amostrados consistiram em dois caminhões e uma caçamba, nos quais os caminhões apresentavam capacidade volumétrica de 10 m³ e a caçamba apresentava capacidade volumétrica de 5 m³.

Dentre os resíduos amostrados efetuou-se uma pré-classificação, na qual os resíduos dos veículos selecionados foram classificados por sua origem e/ou categoria, conforme apresentado na Figura 3.1.

Figura 3.1 – Seleção e pré-classificação do veículo selecionado

Fonte: Autor, 30 de nov. 2009

Assim, os três veículos escolhidos para a amostragem foram direcionados para serem pesados em uma balança de rodoviária, a fim de determinar a massa real dos resíduos transportados. Para isso foi efetuada a pesagem dos caminhões antes e depois de descarregarem os resíduos estabelecendo a medida correta dos RCD transportados, conforme pode ser visualizado nas Figuras 3.2 e 3.3.

Figura 3.2 – Pesagem do veículo selecionado em uma balança rodoviária

Fonte: Autor, 30 de nov. 2009

Figura 3.3 – Massa do veículo antes da descarga

Fonte: Autor, 30 de nov. 2009

Os veículos amostrados foram destinados ao pátio de triagem da usina de reciclagem de RCD em uma área pré-estabelecida, na qual se iniciou o procedimento de coleta de imagens *in loco*, a fim de aplicar uma metodologia para caracterização volumétrica dos RCD mediante análise de imagens.

Neste trabalho o procedimento metodológico para a caracterização volumétrica dos RCD mediante a análise de imagens será denominado de Metodologia 1, tal método foi proposto pelo autor, a fim de contemplar nas caracterizações qualitativas os resíduos volumosos existentes nos RCD como, por exemplo, vigas, pilares, tábuas, caibros, latas, dentre outros.

Atualmente, o uso de caracterizações visuais é realizado por meio de observações diretas ou fotográficas das pilhas RCD, nas quais se estima a predominância dos diversos materiais existentes.

Entretanto, devemos salientar que tal procedimento não possui um roteiro bem definido e depende da análise de cada pesquisador, o que pode gerar distorções nos resultados quando replicada a referida técnica para a mesma amostra.

Neste sentido, a Metodologia 1 visa estabelecer uma padronização para caracterização qualitativa de RCD por meio de análise visual, a qual foi realizada por meio de documentação fotográfica e uso de programas de uso corriqueiro nos estudos de engenharia. Cabe informar que tal metodologia servirá também de apoio para realizações de pré-caracterizações dos RCD em município que não possuam esta, a fim de proporcionar estudos prévios de gestão e gerenciamento de RCD.

Para a coleta de dados da Metodologia 1 efetuou-se registros fotográficos da área superior da caçamba antes do resíduo ser descarregado – tal imagem neste estudo foi denominada de “Base”, pois consiste na base da pilha de resíduos descartada.

Depois de registrada a área superior foi realizado um descarregamento lento da caçamba até aproximadamente metade do volume desta, a qual era parada e novamente efetuado o registro fotográfico – tal imagem foi considerada de “Meio”, pois refere-se ao meio da pilha de resíduos.

Os resíduos da caçamba eram totalmente descarregados, sendo posteriormente efetuados quatro registros fotográficos – denominados “Topo” neste estudo – no qual cada registro correspondia a uma das faces da pilha de resíduos, que geralmente aparentava um formato piramidal.

Neste sentido, a metodologia visou contemplar a amostragem mínima de três seções (do topo, do meio e da base, conforme recomenda a NBR 10.007 (ABNT, 2004) na amostragem de monte ou pilhas de resíduos.

Por fim, tais registros fotográficos eram processados em laboratório no programa AutoCAD® (AUTODESK, 2004) e separados por áreas comuns de materiais, na qual era calculada a percentagem de área de cada tipo de material (Figura 3.4). Posteriormente tais dados eram compilados em uma tabela e estimadas as percentagens volumétricas dos materiais existentes na amostra.

Visando estabelecer um estudo da eficiência da metodologia de caracterização volumétrica, mediante a análise de imagens, foi utilizada em paralelo uma metodologia de caracterização qualitativa que contempla a amostragem física junto à pilha de resíduos.

A referida metodologia de caracterização qualitativa mediante amostragem física adotada foi utilizada por Pinto (1986) e Marques Neto (2003) para determinação da composição percentual dos RCD no município de São Carlos, SP, a qual se demonstrou representativa para municípios de médio e pequeno porte.

Cabe informar que neste trabalho o procedimento metodológico para a caracterização qualitativa dos RCD, mediante amostragem física de alíquotas de RCD, foi denominado de Metodologia 2.

Figura 3.4 – Resíduos separados por áreas comuns

Fonte: Autor, 30 de nov. 2009

Considerando a Metodologia 2 foram coletadas seis amostras de 18 litros de cada pilha de resíduos formada pela descarga dos veículos amostrados, as quais totalizavam uma amostra física por pilha de 108 litros.

Neste procedimento também foram seguidas as recomendações de amostragem da NBR 10.007 (ABNT, 2004), a qual preconiza a amostragem de pelo menos três seções (do topo, do meio e da base) da pilha de resíduos. Para tanto, foram coletadas 2 amostras de 18 litros para cada seção – meio, topo e base da pilha.

É necessário informar que devido à grande heterogeneidade dos materiais tanto granulométrica quanto do tipo de materiais existentes não foi possível fazer uso de um amostrador, assim foi procedido o desmonte da pilha e amostradas alíquotas eqüidistantes de diversos pontos em cada seção, conforme recomenda a NBR 10.007 (ABNT, 2004).

A partir de então, iniciou-se a segregação dos materiais por tipo, nos quais os materiais de maior granulometria foram segregados daqueles de menor granulometria mediante separação manual. Os materiais de baixa granulometria como solo/areia também foram segregados de outros de maior granulometria por meio do uso de uma peneira de areia.

Depois de segregados os materiais foram pesados e quantificados volumetricamente, por meio do uso de uma balança e um recipiente graduado.

Para finalizar tais dados foram compilados em uma tabela e estimadas as percentagens em massa e volume de materiais existentes na amostra.

A partir dos dados obtidos nas duas metodologias foi possível estabelecer um estudo comparativo da Metodologias 1 e Metodologia 2, que permitiu verificar a eficiência de ambas as metodologias.

Para tanto, foram efetuados cálculos para determinação da massa específica aparente da amostra para as duas metodologias, as quais foram comparadas com a massa específica aparente real da amostra.

Para a obtenção da massa específica aparente das amostras pela metodologia 1 foram utilizadas as percentagens volumétricas obtidas nas análises das imagens e as massas específicas de cada componente obtidas na metodologia 2.

É necessário ressaltar que tais massas específicas na metodologia 2 contemplam os vazios existentes nas amostras de entulho, para tanto tais amostras foram medidas volumetricamente em um recipiente graduado, no qual os resíduos segregados eram simplesmente despejados em tal recipiente, não havendo ajustes e compactação dos materiais.

Para a determinação da massa específica aparente calculada da Metodologia 1 foi utilizada a Equação 1, a qual é apresentada a seguir:

$$\rho_{1 \text{ calculada}} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i \cdot \rho_{mi}}{100} \quad (1)$$

$\rho_{1 \text{ calculada}}$ (kg/L): massa específica aparente calculada da Metodologia 1

$\rho_{1 \text{ m}}$ (kg/L): massa específica aparente de cada material analisado

V_i (%): percentagem em volume obtida na Metodologia 1

A massa específica aparente da Metodologia 2 foi obtida mediante a razão entre a massa total dos seis recipientes amostrados e o volume total coletado. A Equação 2 define o procedimento de cálculo utilizado.

$$\rho_{2 \text{ calculada}} = \frac{M_{total}}{V_{total}} \quad (2)$$

$\rho_{2 \text{ calculada}}$ (kg/L): massa específica aparente calculada da Metodologia 2

M (kg): massa total da alíquota amostrada nos seis recipientes

V (L): volume total da alíquota amostrada nos seis recipientes (108 L)

Para determinação da provável composição final dos RCD destinados a usina de reciclagem, tomou-se como base a quantificação dos RCD quanto à origem e a categoria de classificação RCD – “RCD cinza” e “RCD misto”. Tal consideração foi inspirada no estudo de Castro et al. (1997) sobre a caracterização física e granulométrica dos entulhos gerados na construção civil na cidade de São Paulo, no qual os autores demonstraram a importância da correlação entre caracterização quantitativa e caracterização qualitativa, a fim de obter resultados coerentes.

Neste sentido, foram utilizadas médias das caracterizações qualitativas para amostras de mesma categoria, e posteriormente tais caracterizações resultantes por categoria foram ponderadas segundo a participação percentual realizada com base nos valores quantitativos levantados na usina.

Neste sentido, para a determinação da estimativa final da caracterização gravimétrica e volumétrica dos RCD destinados a usina foi utilizada a Equação 3, a qual é apresentada a seguir:

$$C_{fm} = \frac{Q_{m_{cinza}} \cdot C_{m_{cinza}} + Q_{m_{misto}} \cdot C_{m_{misto}}}{100} \quad (3)$$

C_{fm} (%): composição percentual final do material

$C_{m_{cinza}}$ (%): composição percentual média do material classificado como “RCD cinza”

$C_{m_{misto}}$ (%): composição percentual média do material classificado como “RCD misto”

$Q_{m_{cinza}}$ (%): composição percentual dos RCD quantificados como categoria “RCD cinza”

$Q_{m_{misto}}$ (%): composição percentual dos RCD quantificados como categoria “RCD misto”

3.1.2 Caracterização Qualitativa dos RCD destinados à Central de Triagem e Aterro de RCD de Cidade Aracy I

Essa etapa da pesquisa foi desenvolvida a partir de um trabalho de campo realizado junto à central de triagem e aterro de RCD do município, cuja finalidade foi obter amostras físicas e imagens dos resíduos destinados a área.

Para tanto, foram adotados procedimentos análogos ao apresentado no item anterior com algumas modificações necessárias, a fim de representar melhor esse destino final.

Neste item adotou-se a seleção de cinco veículos de diferentes origens, do qual foram escolhidos aleatoriamente três veículos provenientes de empresas de caçambas oriundas de construção, demolição, reformas e reparos de edificações e os demais representavam os resíduos gerados em obras de escavação e terraplenagens.

Os veículos amostrados consistiram em três caçambas e dois caminhões nos quais os caminhões apresentavam capacidade volumétrica variando de 5 a 10 m³ e as caçambas apresentavam capacidade volumétrica variando de 3 a 5 m³.

Nesse contexto, os veículos selecionados foram destinados a uma área pré-estabelecida, na qual se iniciou o procedimento de coleta de imagens e amostras de maneira semelhante ao procedimento descrito na caracterização física dos resíduos da usina de RCD.

Neste sentido, será apresentado a seguir, de forma didática, o roteiro operacional detalhado da Metodologia 1.

Primeiramente foram efetuados os registros fotográficos da área superior da caçamba antes do resíduo ser descarregado – tal imagem neste estudo foi denominada de “Base”, conforme apresentado na Figura 3.5.

Figura 3.5 – Imagem da área superior antes do descarregamento – base

Fonte: Autor, 04 de jun. 2009

A partir daí, foi realizado um descarregamento da metade do volume da caçamba e efetuado o registro fotográfico – tal imagem foi denominada de “Meio”, conforme apresentado na Figura 3.6.

Figura 3.6 – Imagem do meio da pilha – meio

Fonte: Autor, 04 de jun. 2009

Posteriormente os resíduos da caçamba eram totalmente despejados formando uma pilha que apresentava um formato piramidal, no qual eram efetuados registros fotográficos de suas quatro faces (Figura 3.7).

Figura 3.7 – Imagem de uma das faces da pilha – topo 3

Fonte: Autor, 04 de jun. 2009

Para finalizar, tais registros fotográficos eram processados em laboratório no programa AutoCAD® (AUTODESK, 2004) e separados por áreas comuns de materiais, conforme apresentado na Figura 3.8.

Figura 3.8 – Resíduos separados por áreas comuns – meio
Fonte: Autor, 04 de jun. 2009

Neste item também foi efetuado um comparativo das duas metodologias, a fim de verificar a eficiência de ambas.

Assim, nessa análise foi efetuado um comparativo das massas específicas aparente calculadas para as duas metodologias, as quais foram obtidas de mediante o uso da Equação 1 e Equação 2, descritas anteriormente.

Cabe informar que para determinação da provável composição final dos RCD destinados à central de triagem, tomou-se como base somente a origem dos RCD.

Para tanto, os RCD foram determinados quanto sua origem em três grupos, sendo o primeiro referente a resíduos de obras e serviços como, por exemplo, construções, reformas, demolições e reparos, o segundo grupo por resíduos provenientes de serviços de terraplenagem e obras de escavação e por fim o terceiro grupo referente aos serviços de limpeza pública que compõe os resíduos cuja origem são os descartes clandestinos.

É importante ressaltar que neste procedimento os resíduos não foram classificados quanto sua categoria em virtude desses possuírem composição bastante heterogênea, quando comparados com os resíduos destinados à usina de reciclagem.

Neste sentido, para a determinação da estimativa final da caracterização gravimétrica e volumétrica dos RCD destinados a central de triagem e aterro de RCD foi utilizada a Equação 4, a qual é apresentada a seguir:

$$C_{fm} = \frac{Q_{m_{const}} \cdot C_{m_{const}} + Q_{m_{terr}} \cdot C_{m_{terr}} + Q_{m_{LP}} \cdot C_{m_{LP}}}{100} \quad (4)$$

C_{fm} (%): composição percentual final do material

$C_{m_{const}}$ (%): composição percentual média do material com origem em obras de construção, reformas, reparos ou demolição

$C_{m_{terr}}$ (%): composição percentual média do material com origem em obras de escavação ou terraplenagem

$C_{m_{LP}}$ (%): composição percentual média do material com origem em serviços de limpeza pública

$Q_{m_{const}}$ (%): composição percentual dos RCD quantificados com origem em obras de construção, reformas, reparos ou demolição

$Q_{m_{terr}}$ (%): composição percentual dos RCD quantificados com origem em obras de escavação ou terraplenagem

$Q_{m_{LP}}$ (%): composição percentual dos RCD quantificados com origem em serviços de limpeza pública

3.1.3 Caracterização Qualitativa dos RCD no Município de São Carlos-SP

Para finalizar o estudo da caracterização qualitativa em massa e volume dos RCD foi efetuada uma compilação dos resultados das caracterizações da usina de reciclagem e aterro de Cidade Aracy I em função da quantidade destinada a cada área.

Neste sentido, para a determinação da estimativa final da caracterização gravimétrica e volumétrica dos RCD no município de São Carlos fez-se uso da Equação 5, a qual é apresentada a seguir:

$$C_{fRCD} = \frac{Q_{u \sin a} \cdot C_{m_{u \sin a}} + Q_{aterro} \cdot C_{m_{aterro}}}{100} \quad (5)$$

$C_{fRCD}(\%)$: composição percentual final dos RCD do município de São Carlos

$C_{m \sin a}(\%)$: composição percentual dos materiais da caracterização física da usina de reciclagem

$C_{m \ aterro}(\%)$: composição percentual dos materiais da caracterização física do aterro Cidade Aracy I

$Q_{usina}(\%)$: composição percentual média dos RCD quantificados na usina de reciclagem

$Q_{aterro}(\%)$: composição percentual média dos RCD quantificados no aterro Cidade Aracy I

3.4 Metodologia para o Estudo das Redes de Captação de Pequenos Volumes (Ecopontos)

Esta etapa da pesquisa visou estudar a implantação de ecopontos no município de São Carlos-SP.

O estudo realizado contemplou a análise das áreas de deposição clandestina de RCD antes da implantação dos ecopontos. Tal medida teve por finalidade analisar a eficiência da implantação destes ecopontos na redução dos depósitos irregulares de RCD.

Para tanto foram adotadas as seguintes diretrizes:

- Análise do histórico das áreas de descarte clandestino;
- Análise do Programa Municipal de Gerenciamento de RCD;
- Cadastramento e mapeamento dos depósitos clandestinos de RCD existentes no município antes da implantação dos ecopontos, através de visitas *in loco*;
- Caracterização das estruturas implantadas no município para recebimento de pequenos volumes;
- Identificação dos agentes coletores que fazem uso de estruturas para o recebimento de pequenos volumes;
- Análise do modelo de operação e triagem adotados nos ecopontos existentes;
- Critérios adotados na escolha dos locais a serem instalados os novos ecopontos;
- Análise das áreas de descarte clandestino que serão atendidas pelos ecopontos;
- Estudo dos programas de informação e fiscalização dos RCD do município;

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Indicadores Básicos do Município de São Carlos

Fundado em 1857, o município de São Carlos está situado na porção central do Estado de São Paulo, na região sudeste do Brasil, entre os paralelos 21° 30' e 22° 30' de latitude sul e os meridianos 47° 30' e 48° 30' de longitude oeste. O referido município possui uma área territorial de 1.140,92 km², sendo aproximadamente 6,0% (67,25 km²) desta área compreendida pelo perímetro urbano do município (IBGE, 2008).

A unidade territorial em estudo faz divisa com 11 municípios: Analândia, Américo Brasiliense, Araraquara, Brotas, Descalvado, Ibaté, Itirapina, Luiz Antônio, Ribeirão Bonito, Rincão e Santa Lúcia (PMSC, 2009).

Segundo o IBGE (2000), o último censo apontou que São Carlos possuía 192.998 habitantes, com taxa de urbanização de aproximadamente 95% e uma taxa de alfabetização de 94,8%.

Atualmente, o município possui 226.789 habitantes (SEADE, 2009), com um crescimento demográfico de aproximadamente 2,4% ao ano e uma população flutuante de aproximadamente 20.000 habitantes (PMSC, 2009).

De acordo com IBGE (2008), o PIB per capita do município em 2007 era de R\$16.441,00. Neste contexto, as principais atividades econômicas desenvolvidas pelo município são: o setor de serviços, com cerca de 67%; o setor de indústria, com 31% e por fim o setor da agropecuária com aproximadamente 2%.

No município, estão instaladas duas universidades de projeção internacional: Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a Universidade de São Paulo (USP), na qual esta última abriga a Escola de Engenharia de São Carlos, o Instituto de Ciências Matemáticas e Computação, o Instituto de Química de São Carlos, o Instituto de Física de São Carlos, Centro de Divulgação Científica e Cultura (CDCC) e o Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA).

De acordo com dados da Prefeitura Municipal, o município está situado a uma altitude média de 856 metros acima do nível do mar (PMSC, 2009). O clima do município segundo a

classificação de Köppen é o Cwa, o qual abrange toda área central do Estado de São Paulo e é definido como clima tropical de altitude, que apresenta verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média máxima de 23°C e temperatura média mínima de 18°C (CEPAGRI, 2009).

A área em estudo pertence a duas grandes Bacias Hidrográficas, as quais são divididas em duas Unidades de Recursos Hídricos a UGRHI-9 e a UGRHI-13, referentes à Bacia Hidrográfica do Mogi-Guaçu e a Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré respectivamente (Figura 4.1).

Dentre as duas Bacias Hidrográficas na qual está inserido o município em estudo, a Bacia do Tietê-Jacaré (UGRHI-13) abriga a maior parte da área urbana, portanto esta seria adotada como unidade de planejamento para estudos desenvolvidos dentro da malha urbana.

Na Bacia do Tietê-Jacaré estão presentes três micro bacias, a saber, a micro bacia do Feijão, a micro bacia do Monjolinho e a micro bacia do Jacaré-Guaçu. Das três micro bacias as duas primeiras merecem destaque, pois estas são responsáveis por parte do abastecimento de água do município e ainda a micro bacia do Monjolinho recebe a sua jusante o esgoto do município para seu tratamento.

O tratamento e abastecimento de água são de responsabilidade de uma autarquia municipal denominada de Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Carlos – SAAE – que realiza a captação, tratamento e distribuição da água no município. Quanto ao tratamento do esgoto sanitário, foi inaugurada em 01/12/2008 a Estação de Tratamento de Esgoto do Monjolinho, a qual visa tratar o esgoto produzido pelo município com uma vazão de tratamento de 600 L/s.

De acordo com Marques Neto (2003) a ocupação das áreas urbanas desenvolveu-se de forma não planejada, o que causou graves problemas devido ao crescimento da área urbana em áreas impróprias para estes fins como, por exemplo, problemas de drenagem, erosão e de preservação de mananciais e encostas. O autor, ainda expõe que a partir da década de setenta, essa expansão desordenada atingiu contornos graves pela invasão de áreas de proteção ambiental a beira de córregos.

Em 2005, foi aprovada a Lei Municipal 13.691, de 25 de novembro de 2005, a qual instituiu no município o Plano Diretor, o qual tem por finalidade definir diretrizes para disciplinar o planejamento urbano municipal.

Figura 4.1 – Localização do município de São Carlos na UGRHI -13 e UGRHI - 9
Fonte: SÃO PAULO (2005)

4.2 Estudo dos Destinos Finais dos RCD e Volumosos (1997-2009)

O presente item contempla o estudo de áreas de descarte de RCD e volumosos de 1997 a 2009, o qual visou estabelecer um estudo detalhado da evolução da gestão e gerenciamento das áreas autorizadas para destinação final de RCD no município de São Carlos-SP. Tal estudo possibilitou uma análise comparativa de dados com outras pesquisas realizadas no município, com os dados obtidos no levantamento elaborado nesta investigação sobre RCD e volumosos.

4.2.1 Antigo depósito de RCD e resíduos volumosos de Antenor Garcia

4.2.1.1 Caracterização do Antigo Depósito de Antenor Garcia

A área objeto de estudo do presente tópico está situada no Bairro Antenor Garcia limitada pela frente na Pedro Pauka (antiga Rua Sete), s/n, possuindo como confrontantes à esquerda a Rua Izak Falgén (antiga Rua Seis), a direita uma Área de Preservação Permanente (APP) e aos fundos por um fio afluente do Córrego da Água Quente. As Figuras 4.2 e 4.3 ilustram a localização da área.

Figura 4.2 – Imagem aérea do local do Antigo Depósito de RCD
Fonte: Google Earth, 03 de jun. 2005, adaptada pelo autor

Figura 4.3 – Localização da área do Antigo Depósito de RCD
Fonte: Mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Antigamente, esta área servia de depósito para os RCD gerados no município de São Carlos. Segundo Marques Neto (2003), este local foi fechado para disposição final de RCD devido a impactos ambientais causados ao Córrego da Água Quente.

Segundo relatos de moradores do local, nesta área eram descartados resíduos como cimento, concreto, argamassas, madeira, cerâmicos, ferro, plásticos, asfaltos, telhas de cimento amianto, matéria orgânica, componentes a base de gesso, móveis, lâmpadas, equipamentos domésticos inutilizados, grandes embalagens e peças de madeira, resíduos de poda e capina.

Com base em informações obtidas com moradores da região, no local havia a presença de catadores, os quais separavam os materiais recicláveis destinados a este depósito.

Marques Neto (2003) relatou em seu trabalho que as empresas coletoras de RCD continuavam a descartar resíduos no local, mesmo após o fechamento da área. Em 2000, Marques Neto realizou um registro fotográfico da área (Figura 4.4), na qual é possível visualizar o descarte irregular de RCD por agentes coletores e verificar a presença de catadores no local.

Figura 4.4 – Antigo depósito de Antenor Garcia em 2000
Fonte: MARQUES NETO (2000)

4.2.1.2 *Estimativa do Descarte de RCD (2003)*

A estimativa do descarte de RCD nesta área foi baseada no estudo realizado por Marques Neto (2003). O estudo consistiu em uma dissertação intitulada de “Diagnóstico para Estudo de Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição do Município de São Carlos-SP”. Neste trabalho Marques Neto (2003) adotou uma metodologia de quantificação baseada em investigação direta e intensiva no depósito de Antenor Garcia e Aterro de Cidade Aracy II, no período de 2002 e 2003. O pesquisador levantou os volumes diários descartados nestas áreas mediante a quantificação do número de veículos e seus respectivos volumes transportados.

De acordo com o estudo foram descartados irregularmente **38,80 m³/dia** no depósito de Antenor Garcia.

A Tabela 4.1 aponta os dados obtidos através do referido trabalho de campo sobre os volumes descartados pelos agentes coletores em janeiro de 2003.

Tabela 4.1 – Volume de RCD descartados no depósito de Antenor Garcia

Transportador	Descarte de RCD (2003)		
	Volume Descartado (m³/dia)	Massa Descartada ¹ (t/dia)	Porcentagem Descartada (%)
Empresas de caçambas	38,80	23,28	100
Particulares, empresas e PMSC	-	-	-
Total	38,80	23,28	100

¹ Massa unitária adotada no estudo 0,60 t/m³

Fonte: MARQUES NETO (2003) adaptada pelo autor

4.2.1.3 Situação Atual do Antigo Depósito e das Áreas de seu Entorno

Atualmente este depósito está encerrado e coberto por vegetação. Pode-se observar que essa vegetação coíbe descartes de grandes volumes de RCD, porém durante a visita de campo realizada nesta pesquisa foi possível verificar pequenas quantidades de RCD dispostas pelos moradores da região no entorno da área, conforme aponta a Figura 4.5.

Na área junto ao córrego pode-se observar que existe uma faixa de proteção coberta por vegetação, a qual reduziu as erosões observadas em registros fotográficos anteriores.

No entorno do antigo depósito não foram constatados pontos de coleta para pequenos geradores, o que favorece ao surgimento de descartes clandestinos nas imediações dessas áreas de preservação do local.

Figura 4.5 – Antigo depósito de Antenor Garcia em 2009

Fonte: AUTOR (2009)

4.2.2 Antigo Aterro de RCD e Resíduos Volumosos de Cidade Aracy II

4.2.2.1 Caracterização do Aterro de Cidade Aracy II

A área objeto de estudo do presente tópico está situada entre os bairros Antenor Garcia e Cidade Aracy II limitada pela frente na Rua Pedro de Paula, s/n, possuindo como confrontantes a esquerda uma Área de Preservação Permanente (APP), a direita uma escola e uma galeria de drenagem de águas pluviais e aos fundos por um fio afluente do Córrego da Água Quente. As Figuras 4.6 e 4.7 ilustram a localização da área.

O local em questão consistia em uma antiga área de extração de areia, a qual após o esgotamento de tal jazida passou a ser utilizada como área para disposição final de RCD e resíduos volumosos.

Nesta área também foram descartados resíduos como cimento, concreto, argamassas, madeira, cerâmicos, ferro, plásticos, asfaltos, compósitos de fibras orgânicas, carpetes, telhas de cimento amianto, matéria orgânica, componentes a base de gesso, e resíduos volumosos não removidos pela coleta regular, como móveis e equipamentos domésticos inutilizados, grandes embalagens e peças de madeira, resíduos de poda e capina.

Figura 4.6 – Imagem aérea do local do aterro de Cidade Aracy II

Fonte: Google Earth, 03 de jun. 2005 adaptada pelo autor

Figura 4.7 – Localização da área do aterro de Cidade Aracy II.
Fonte: Mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Com base em informações obtidas junto a Prefeitura Municipal havia no local a presença de um grupo de catadores de aproximadamente 40 pessoas, os quais efetuavam a separação manual de materiais recicláveis de maior valor econômico. Atualmente, uma parcela desses trabalhadores realiza este serviço na central de triagem e aterro de RCD de Cidade Aracy I, próximo a EMEI Afonso Fioca Vitalli (CAIC).

4.2.2.2 Estimativa do Descarte de RCD e Volumosos (1997)

Estudos realizados em 1997 pela Prefeitura Municipal de São Carlos (PMSC) e a Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP), por meio de convênio com a Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial (FIPAI) que visavam dimensionar a situação dos RCD no município para implantação da usina de reciclagem de resíduos de construção e demolição, apontaram que foram descartadas somente neste local um total de **280,81 m³/dia** de RCD e volumosos.

Desse total de resíduos descartados nessa área constatou-se que 128,36 m³ foram transportadas por empresas de caçambas e os demais 110,45 m³ por caminhões e caminhonetes particulares, empreiteiras e veículos oficiais da Prefeitura Municipal.

A Tabela 4.2 aponta os dados obtidos através do referido trabalho de campo sobre os volumes descartados por empresas coletoras, particulares, empreiteiras e por veículos

oficiais da Prefeitura Municipal no aterro de Cidade Aracy II, no período de 13 de agosto a 19 de setembro de 1997.

Tabela 4.2 – Volume de RCD e volumosos descartados no aterro de Cidade Aracy II

Transportador	Descarte de RCD e Volumosos (1997)		
	Volume Descartado (m ³ /dia)	Massa Descartada (t/dia) ¹	Porcentagem Descartada (%)
Empresas de caçambas	128,36	172	53,8
Particulares, empresas e PMSC	110,45	148	46,2
Total	238,81	320	100

¹ Massa unitária adotada no estudo 1,34 t/m³

Fonte: SCHALCH et al. (1997) adaptada pelo autor

De acordo com o relatório foi constatado que apenas 4 das 6 empresas de caçambas faziam uso do local autorizado para disposição final de entulho, pois as demais empresas que não faziam descarte no local possuíam área própria para o descarte de RCD e volumosos. Cabe informar que as referidas empresas juntas transportavam cerca de 160 toneladas diariamente, o que representa cerca de 120 m³/dia.

Neste período de operação do aterro não existiam outros dispositivos de apoio ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição como, por exemplo, central de triagem de RCD, usina de reciclagem de RCD, ecopontos e coleta seletiva de materiais volumosos.

Com isso, ficou evidenciado que em tal período não existia um Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção e Demolição no município.

4.2.2.3 *Estimativa do Descarte de RCD (2003)*

A estimativa do descarte de RCD e volumosos no aterro de Cidade Aracy II no período de 2003 foi baseada no estudo realizado por Marques Neto (2003).

Neste estudo Marques Neto (2003) adotou como metodologia de quantificação a investigação direta e intensiva no Aterro de Cidade Aracy II – local autorizado neste período para a disposição final de RCD – por um período de quatro meses, no qual o autor levantou os volumes diários descartados mediante a quantificação do número de caçambas metálicas e caminhões que eram destinadas ao local.

Segundo Marques Neto (2003) esse período de amostragem foi considerado significativo para quantificar a geração de RCD, em virtude de este período representar 33,33% de um ano. Assim, o referido diagnóstico foi realizado de novembro de 2002 a fevereiro de 2003.

A Figura 4.8 ilustra a situação do aterro de Cidade Aracy II em junho de 2005.

Figura 4.8 – Antigo aterro de Cidade Aracy II em 2005

Fonte: MARQUES NETO (2005)

De acordo com o estudo foram descartados **533,23 m³/dia** de RCD no aterro de Cidade Aracy II, no qual 262,85 m³/dia foram transportados por empresas de caçambas, 200,55 m³/dia descartados por empresas de terraplanagem, particulares e os demais 69,83 m³/dia por veículos oficiais da prefeitura que faziam a limpeza urbana.

A Tabela 4.3 aponta os dados obtidos através do referido trabalho de campo sobre os volumes descartados por empresas coletoras, particulares, empreiteiras e por veículos oficiais da Prefeitura Municipal no aterro de Cidade Aracy II no período de 2003.

Tabela 4.3 – Volume de RCD descartados no aterro de Cidade Aracy II

Transportador	Descarte de RCD (2003)		
	Volume Descartado (m ³ /dia)	Massa Descartada ¹ (t/dia)	Porcentagem Descartada (%)
Empresas de caçambas	262,85	157,71	49,3
Particulares, empresas e PMSC	270,38	162,23	50,7
Total	533,23	319,94	100

¹ Massa unitária adotada no estudo 0,60 t/m³

Fonte: MARQUES NETO (2003) adaptada pelo autor

Cabe informar, que neste período de estudo também não existiam estruturas de apoio ao gerenciamento dos resíduos de construção e demolição, como usinas de reciclagem, ecopontos e central de triagem.

4.2.2.4 Encerramento e Monitoramento da Área

Cabe destacar que em dezembro de 2006 foi elaborado um estudo de ocupação e encerramento do antigo aterro de Cidade Aracy II, neste estudo foi contemplado o monitoramento da área por meio de análises de estabilidade dos taludes e dos impactos dos resíduos no solo e na qualidade das águas.

No projeto de encerramento da área ficou inviabilizada a ocupação desta por uma horta comunitária, devido ao risco de contaminação desta horta pela água e solo do local, os quais estavam contaminados por materiais não inertes.

Outro projeto de ocupação apontado como não adequado para o local foi a construção de grandes estruturas, pois o material depositado na cava poderia sofrer recalques ao longo do tempo (PMSC, 2006).

Mediante os fatos apresentados acima, foi adotado como ocupação da área a construção de um Eco-Parque, o qual seguiria as restrições construtivas constatadas na área em virtude de recalques e altura dos taludes. Vale ressaltar que até o presente momento não foram executadas as obras do respectivo Eco-Parque na área em questão.

Segundo a PMSC (2006) foi constatado nas análises microbiológicas de amostras de água superficial tanto a jusante como a montante, um elevado grau de contaminação, sendo detectado a presença de *Staphylococos*. Nas amostras de água subterrâneas foi detectado

também um elevado grau de contaminação tanto a montante como a jusante, o que definiu esta água como imprópria para consumo humano sem tratamento.

No que se refere à análise de parâmetros de potabilidade para águas superficiais foram realizadas análises de pH, condutividade, sulfato, cádmio, chumbo, cobre, cloreto, cromo, ferro, níquel, zinco, manganês, nitrato e surfactantes, os quais foram comparados com o Padrão de Potabilidade da Portaria 518 do Ministério da Saúde (2004).

Neste relatório foram constatadas que as amostras de água superficial, tanto a montante como a jusante, apresentavam valores acima do máximo permitido pela Portaria 518, nas concentrações de chumbo, cromo, ferro e manganês, nos quais os teores de cromo, ferro e manganês da amostra a jusante possuíam concentrações superiores quando comparados com amostras a montante.

Segundos dados contidos no relatório de monitoramento da PMSC (2006) foram analisados também parâmetros de potabilidade de águas subterrâneas, nos quais foram efetuadas análises de pH, condutividade, sulfato, chumbo, cobre, cloreto, cromo, cobre níquel, zinco, nitrato e surfactantes.

Este relatório constatou que as amostras de água subterrânea, tanto a montante como a jusante, apresentavam concentrações acima dos valores máximos permitidos pela Portaria 518, sendo que a montante o cromo excedeu o parâmetro limite da Portaria 518 e a jusante o cromo novamente excedeu o padrão de potabilidade. Cabe informar que a jusante as amostras apresentaram concentrações superiores de cromo e chumbo quando comparados com amostras a montante.

Neste relatório foram contempladas também análises de amostras de solo, as quais visavam verificar a presença de metais e agrotóxicos, as quais constaram que as concentrações das amostras tanto de metais como agrotóxicos estavam abaixo dos valores orientados para solos e águas subterrâneas pela CETESB.

Portanto as análises das águas superficiais e subterrâneas constatarem o impacto negativo dos diversos tipos resíduos depositados na cava, que considerando os resultados analíticos apresentados no referido relatório detectaram a presença de substâncias que tornam as águas superficiais e subterrâneas inapropriadas para consumo humano.

Com base nas informações obtidas no relatório de ocupação e encerramento da área em questão, percebe-se que modelos de execução e controle de aterros de RCD merecem estratégias mais aprimoradas.

Assim, por meio do desenvolvimento de mecanismos eficientes de seleção e triagem seria possível propiciar a prevenção e controle da poluição, a fim de que os impactos negativos sejam minimizados, bem como prejuízos futuros.

4.2.2.5 Situação Atual do Aterro e das Áreas de seu Entorno

Atualmente este aterro está encerrado devido ter atingido a capacidade máxima de volume da cava. Segundo dados obtidos junto à Prefeitura Municipal, os RCD e resíduos volumosos descartados até 29/10/2006 eram dispostos no antigo aterro Cidade Aracy II, sendo que a partir desta data a Prefeitura Municipal proibiu o descarte de resíduos nesta área.

Com base em observações feitas durante uma visita realizada no local, em 15/07/2009, pode-se constatar que a área do aterro possuía taludes íngremes junto ao Córrego da Água Quente, os quais estavam em processo de erosão causando o assoreamento deste córrego.

No local pode-se observar que a área era relativamente plana e possuía cercamento em seu perímetro. Nesta área também foi verificado a existência de placas informativas que proibem a deposição ilegal de entulho e também foi constatado que a Prefeitura Municipal realizava obras de nivelamento e limpeza da área.

A Figura 4.9 ilustra a situação da área em julho de 2009.

Figura 4.9 – Vista do aterro pela Rua Pedro de Paula, s/n
Fonte: Autor, 15 de jul. 2009

Na visita da área em questão também foram observadas as áreas do entorno do antigo aterro, na qual foi constatada a existência de depósitos irregulares. A Figura 4.10 demonstra o descarte clandestino em uma área no perímetro do aterro, mais precisamente atrás de uma placa que proíbe o descarte de entulho, representada pela Figura 4.11.

Figura 4.10 – Deposição ilegal no entorno do aterro de Cidade Aracy II
Fonte: Autor, 15 de jul. 2009

Figura 4.11 – Placa de proibição de deposição de entulho a partir de 29/10/2006
Fonte: Autor, 15 de jul. 2009

Portanto, nesta visita ficou evidenciada a existência de pequenos descartes de RCD na área, mesmo após o encerramento desta.

Com essa observação também foi verificado a existência de erosões ao fundo da área do aterro junto ao córrego, as quais ocorrem em virtude dos grandes taludes e da ausência de sistemas de drenagem eficiente na área.

Diante desta realidade faz-se necessário ressaltar a necessidade de ações que coíbam os transportadores, empresas e veículos particulares de realizarem o descarte em áreas esgotadas, para tanto a fiscalização por parte de prefeitura consistem em um importante instrumento de apoio para coibir esse tipo de irregularidade.

Segundo a PMSC (2010) foi aberto em 03/06/2009 um edital de concorrência pública para a contratação de empresa especializada para a realização de uma investigação detalhada e avaliação de risco na área do antigo aterro de Cidade Aracy II, cujo orçamento foi estimado pela prefeitura em aproximadamente R\$ 337.666,67.

A Figura 4.12 ilustra a erosão existente em uma área próxima aos fundos do aterro, na qual foi constatada a deposição de RCD e volumosos.

Figura 4.12 – Erosão da área nos fundos do aterro

Fonte: Autor, 15 de jul. 2009

Deste modo é possível observar que medidas de monitoramento vêm sendo planejadas e executadas desde o encerramento da área, a fim de detectar os impactos gerados por um aterro de RCD e volumosos. Tais medidas podem propiciar a redução dos atuais impactos negativos e possibilitar um planejamento futuro que impeça o surgimento de novos problemas.

4.2.3 Central de Triagem e Aterro de RCD de Cidade Aracy I

De maneira análoga aos itens anteriores foi realizada uma caracterização da central de triagem e aterro de RCD de Cidade Aracy I, a qual foi feita por meio de consulta ao projeto de recuperação de área degradada com o uso RCD, entrevistas junto às secretarias responsáveis pela administração da área, levantamento bibliográfico de dissertações, teses e observações pessoais, enfatizando o estudo de gerenciamento de RCD após ter entrado em vigor a Resolução CONAMA nº 307/2002

Antigamente na respectiva área em estudo existia em uma enorme erosão que comprometia os fundos da EMEI “Afonso Fioca Vitalli”, a qual colocava em risco a população do bairro e as atividades da escola em questão.

Neste contexto foram realizados em 2004 estudos pela Prefeitura Municipal de São Carlos (PMSC), por meio de convênio com a Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial (FIPAI), que visavam elaborar um projeto de recuperação de área degradada mediante o uso de RCD.

Neste estudo foram propostas medidas que propunham mitigar os impactos gerados pela grande erosão no local e ainda criar condições para implantação do Programa Municipal de Gerenciamento de RCD.

De acordo com esse relatório de estudo, a expansão da erosão colocou a escola em situação de risco. Para agravar a situação foram constatadas no entorno da cava redes de esgoto e águas pluviais rompidas, o que ocasionou o lançamento de esgotos no interior desta cava contaminando o Córrego da Água Quente.

A Figura 4.15 apresenta a situação da área em 2006, na qual se observa a expansão da erosão próxima a escola.

Figura 4.15 – Área do Aterro de Cidade Aracy I em 2006
Fonte: MARQUES NETO (2006)

Segundo Lopes (2007), na erosão foram constatados afloramentos de água, nos quais foram necessários efetuar obras de drenagem para aprovação da licença de operação do aterro conforme exigiu a CETESB.

Cabe informar que no interior da cava também foram encontrados resíduos inservíveis dispostos clandestinamente como, por exemplo, plásticos, pneus, restos de móveis e de galhos depositados no local de maneira ilegal (PMSC, 2004).

Assim, segundo a PMSC (2004) para a solução de tais problemas detectados neste relatório deveriam ser adotadas medidas de disposição correta desses resíduos, as quais reduziriam os impactos ambientais negativos na respectiva área e garantiriam a preservação da escola.

4.2.3.2 Caracterização do Estudo de Implantação da Central de Triagem e Aterro de RCD

A central de triagem e aterro de RCD de Cidade Aracy I foram inaugurados em 16/09/2006, com tempo previsto para operação do aterro de três anos. Segundo Lopes (2007), o projeto levou cerca de um ano e meio para sua conclusão e começou sua operação apenas com a Licença de Instalação Provisória aguardando obras exigidas pela CETESB para obtenção da Licença de Operação.

No estudo para projeto do aterro de resíduos de construção e demolição apresentado a Prefeitura Municipal ficou estabelecido que somente os resíduos denominados Classe “A” pela Resolução CONAMA nº 307/2002 poderiam ser dispostos neste local.

Compondo a infra-estrutura do local foi indicada a construção de uma guarita de entrada na área, reservatório de água elevado, redes de água e esgoto, banheiros para as pessoas que trabalham no local, e galpão com 50 m² para triagem e estocagem de resíduos Classes “B”, “C” e “D”.

Segundo dados existentes no estudo, o aterro foi projetado com uma área de 12.750m² e volume de disposição na cava de 60.650 m³, o que segundo a NBR 15.113 (ABNT, 2004), classifica este como não sendo um aterro de pequeno porte. Assim, a referida normatização exige a construção de sistemas de monitoramento de águas subterrâneas e monitoramento de águas superficiais, podendo este sistema ser dispensado pelo órgão ambiental competente em função da condição hidrológica local.

Para a operação da unidade foi adotado uma central de triagem e armazenamento, a qual consistia em selecionar “*in loco*” os resíduos destinados a este local. Para a triagem foi sugerida as operações de recepção, classificação e avaliação, as quais deveriam ser coordenadas pelo gerente de operações e trabalhadores da Cooperativa de Catadores de RCD e serem devidamente posicionados em um espaço reservado a triagem dos resíduos.

Cabe informar que neste projeto de triagem ficou estabelecido que os recipientes, equipamentos, veículos autorizados e caçambas que contiverem um valor acima de 20% em volume de resíduos classificados como não sendo resíduos Classe “A” não poderão ser recebidos na área. No caso de descarte errôneo de resíduos inadequados no local ficou estabelecido que a responsabilidade pela retirada dos mesmos fosse do transportador responsável.

Segundo consta no projeto para atender as determinações estabelecidas pelas NBR 15.112 e NBR 15.113 (ABNT, 2004) a central de triagem e o aterro de RCD só poderiam aceitar os resíduos transportados por veículos que possuam guia devidamente preenchida denominada pelas referidas normas de “Controle de Transporte de Resíduos” (CTR). Segundo as normas NBR 15.112 e NBR 15.113 (ABNT, 2004) a CTR é o “*Documento emitido pelo transportador de resíduos que fornece informações sobre: gerador, origem, quantidade e descrição dos resíduos e seu destino, conforme diretrizes contidas no Anexo A*”.

Com isso, vale informar que a CTR visa ser um instrumento primordial na construção de índices para o acompanhamento da gestão e gerenciamento de RCD, tanto por geradores e transportadores como também para o poder público.

Na central de triagem e aterro de RCD foram previstas a construção de dispositivos de drenagem para garantir um correto escoamento da água superficial e ainda a construção de drenos profundos em virtude de afloramentos de água no interior da cava. Vale ressaltar que neste estudo foi indicada a reformulação de projetos de captação de água e esgotos situados nas proximidades da cava, a fim de não prejudicar a operação da área.

O projeto ainda contemplou recomendações de compactação do material, no qual foram recomendadas a remoção ou redução de tamanho de resíduos de maior volume como, por exemplo, vigas, pilares, pedras de mão e grandes peças de concreto.

Durante a operação o projeto privilegiou a compactação do material por veículos e equipamentos de esteira com o desejável umedecimento da superfície, a fim de propiciar uma melhor acomodação da camada e ainda reduzir a emissão de material particulado.

A Figura 4.16 apresenta o fluxograma elaborado no estudo para o sistema de triagem e destinação final dos resíduos encaminhados ao local.

Figura 4.16 – Fluxograma do Sistema de Triagem dos Resíduos e sua Destinação

Fonte: PMSC (2004) adaptada pelo autor

¹² Veículos, caçambas que contiverem mais de 20% de seu volume ocupado por esse tipo de resíduos não deverão ser aceitos

Segundo o projeto os resíduos deveriam ser dispostos em 3 (três) compartimentos, sendo o primeiro compartimento – o qual constitui o corpo do aterro – por resíduos granulares e finos Classe “A” e os dois outros compartimentos por material fino (solo ou solo orgânico) ou material selecionado (solo argiloso ou orgânico) respectivamente.

Neste projeto, foram também previstos alguns incidentes que podem ocorrer durante a operação como, por exemplo, a constatação de que algum resíduo inadequado foi disposto na cava. Assim, o projeto estipulou que neste caso tais resíduos deveriam ser removidos pelos funcionários e destinados a lugares que satisfaçam as condições de disposição final destes resíduos indesejáveis.

Este estudo ainda contemplou medidas de isolamento da área, de segurança no local, de segurança de trabalho e treinamento aos funcionários e de prevenção a emissão de ruídos e material particulado.

Por fim, o estudo da Prefeitura Municipal adotou como medida de ocupação, após o preenchimento da cava, a implantação de uma área verde no local mediante o plantio de um bosqueamento esparsa com árvores nativas, que sejam adequadas para as condições do local. Neste bosqueamento também foi recomendada uma forração com gramínea, a fim de evitar o carregamento do material e o surgimento de novas erosões no local.

Portanto através da análise do estudo para projeto do aterro verificou-se que este segue as determinações estipuladas pelas NBR 15.112 e NBR 15.113 (ABNT, 2004) propiciando ao município um instrumento adequado de manejo de RCD e disposição final de resíduos de construção e demolição Classe “A”.

4.2.3.3 *Caracterização da Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I (2009)*

Por meio da caracterização da área em estudo através de visitas feitas *in loco* pode-se constatar que a área está localizada próxima a um núcleo urbano denominado Bairro Cidade Aracy I, a área possui dois acessos fáceis e totalmente asfaltados, sendo o primeiro por meio da rota que se inicia no bairro Cruzeiro do Sul e termina na Avenida Integração que dá acesso ao bairro de Cidade Aracy I. A segunda rota utilizada inicia-se na Rodovia Washington Luiz (SP-310) no trevo com a Rodovia Luiz Augusto de Oliveira (SP-215), a qual segue esta última no sentido do município de Dourado acessando a Avenida José Antonio Migliato.

Atualmente, a central de triagem e aterro de Cidade Aracy I é de responsabilidade administrativa da Secretaria Municipal de Serviços Públicos, a qual definiu inicialmente que o horário de funcionamento do local seria de segunda a sexta das 7 às 18 horas e aos sábados das 7 às 12 horas.

Conforme observado na visita a área possuía sinalização adequada na entrada e em seu perímetro, também foi observada a existência de uma placa junto ao portão de acesso, na qual estão discriminados os resíduos que são permitidos e os que são proibidos.

A Figura 4.17 ilustra a placa de sinalização da unidade de triagem, a qual apresenta claramente o horário de funcionamento, bem como os tipos de resíduos com descarte permitido e proibido no local.

Figura 4.17 – Placa de sinalização na entrada identificando o local

Fonte: Autor, 25 de fev. 2009

Neste estudo foi constatado que a área em questão era apta para receber somente RCD Classe “A” – materiais de construção, ferragens, tijolos e blocos, concretos, caibros e madeiras – e resíduos de poda e capina – galhos e troncos de árvores. Quanto às proibições era restringida a entrada de resíduos como: resíduos sólidos industriais (RSI), resíduos sólidos domiciliares (RSD) e resíduos volumosos (isopor, pneus e móveis).

Dentre as proibições nada constava na sinalização quanto aos RCD Classe “C” e Classe “D”, os quais na prática eram impedidos de serem descartados no local. Porém pequenas quantidades de resíduos Classe “C” e Classe “D” acabavam por entrar na central de triagem de maneira despercebida, pois geralmente estavam misturados ou no fundo das caçambas.

Pode-se perceber que a unidade não possuía área para própria e sinalizada para o armazenamento temporário de resíduos Classe “C” e Classe “D”.

No tocante ao isolamento da área foi verificada a inexistência de cercamento e anteparos como cerca viva arbustiva ou arbórea no perímetro do local, o que por sua vez causou problemas de segurança e operacionais, pois permitiu o acesso de pessoas estranhas e animais.

Alguns casos observados durante a pesquisa foram o acesso de pessoas querendo cruzar a área, as quais foram devidamente notificadas e impedidas pelos funcionários. Outro fato relatado foram acessos de pessoas estranhas ao local durante o horário que o aterro estava fechado, as quais supostamente poderiam ter ocasionado um incêndio em uma caçamba que armazenava madeiras.

Na central de triagem pode-se verificar que atuava um grupo de catadores – atualmente 25 pessoas envolvidas, que efetuavam a separação de materiais que possam ser reutilizados como, por exemplo, tijolos, blocos e telhas em bom estado, ferragens e tubos; reciclados em geral como plásticos (PET, PVC, garrafas, embalagens), alumínio, vidros, ferro, cobre e ainda materiais passíveis de reaproveitamento energético como madeiras e galhos. Vale ressaltar que esses trabalhadores não possuíam uma organização baseada nos conceitos da Economia Solidária, cada um recebia pagamento individual pela quantidade separada.

Os trabalhadores que cooperavam com a triagem eram assessorados pela Secretaria do Trabalho Emprego e Renda, a qual orientava estes na comercialização dos materiais separados. Segundo informações da secretaria os cooperados chegavam a receber uma renda de um salário mínimo em média.

Durante as atividades da central de triagem não foram vistos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) como sapatos, óculos, máscaras, protetores auriculares, capacetes, luvas e identificação pessoal (crachás).

Cabe informar que o poder público responsável pelo gerenciamento de tais áreas deveria fornecer EPIs, bem como promover a realização de cursos de instrução e treinamento do pessoal quanto à necessidade e uso correto de tais equipamentos de proteção. Em contrapartida, o poder público poderia exigir o cumprimento dessas medidas de proteção à saúde do trabalhador, mediante fiscalização e advertência para os trabalhadores que insistam em não fazer uso dos EPIs.

Segundo dados da PMSC (2007) foram investidos R\$ 200.000,00 para a construção da central de triagem no local, a qual atualmente é composta por uma guarita na portaria e um galpão de 300 m² que visa dar suporte ao grupo de catadores do local, tanto no armazenamento do material triado como socialmente ao propiciar melhores condições de trabalho. Este galpão é composto por um escritório de administração e treinamento do pessoal, sanitários (feminino e masculino), copa/ cozinha e um pátio de operação e armazenagem de resíduos recicláveis.

Dentre a infra-estrutura da central de triagem existem redes de água, esgoto, iluminação, energia, comunicação e hidrante no acesso da área.

Na área do aterro existiam quatro poços de monitoramento de água subterrânea, sendo um montante e três a jusante. Vale ressaltar que tais poços não possuíam sinalização adequada e acabamento superficial em concreto, e segundo informações de funcionários alguns podiam estar obstruídos.

No aterro não existiam medidas de controle de prevenção a emissão de materiais particulados e dispositivos de controle de contenção de ruídos, os quais geravam impactos ambientais e eram motivos de reclamações por parte da população e da escola localizada no entorno.

Na parte mais baixa da área do aterro pode-se observar a existência de um corpo hídrico, denominado de Córrego da Água Quente, nas águas deste córrego deságuam dois drenos que compõem as obras de drenagem de afloramentos existentes no fundo da cava da antiga erosão. Cabe informar que tal área do Córrego da Água Quente faz parte de uma Área de Preservação Permanente (APP) localizada no interior dessa unidade.

4.2.3.4 Estudo da Dinâmica Operacional da Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I (2009)

Conforme estabelecido no projeto da central de triagem, todos os veículos eram submetidos a um procedimento de recepção, classificação e aceitabilidade dos resíduos antes de serem destinados à área de triagem, este procedimento era realizado através de vistoria coordenada pelo gerente de operações e funcionários.

A fim de verificar a procedência dos resíduos na área de recepção eram recebidas as guias de controle de transporte de resíduos (CTR), as quais estavam devidamente

preenchidas e assinadas. Visando o cumprimento do Plano de Gerenciamento Integrado de RCD somente veículos com CTR eram autorizados a entrar no recinto. As Figuras 4.18 e 4.19 ilustram a etapa de recepção, classificação e aceitabilidade dos resíduos.

Figura 4.18 – Sinalização da área de recepção da central de triagem
Fonte: Autor, 22 de mai. 2009

Figura 4.19 – Veículo aguardando a recepção e vistoria na área de recepção da central de triagem
Fonte: Autor, 22 de mai. 2009

Neste período pode-se observar que os veículos particulares geralmente não possuíam CTR, porém para estes eram disponibilizadas CTR para serem preenchidas, os quais após o preenchimento podiam adentrar na área de maneira regular.

A Figura 4.20 ilustra o modelo de CTR adotado na Prefeitura Municipal de São Carlos, a qual possui o conteúdo mínimo estabelecido pelas NBR 15.112 e NBR 15.113 (ABNT, 2004).

CTR - Controle de Transporte de Resíduos 1ª VIA					
GERADOR / ORIGEM					
Nome					RG, ou CNPJ
Endereço da retirada					
Volume (m³) ou peso (ton.) estimado					Data da retirada
Assinatura do Gerador					
DESCRIÇÃO DO RESÍDUO PREDOMINANTE					
Solo	Material Metálico	Madeira	Concreto/Argamassa/Alvenaria	Volumosos (inclui podas)	
Outros (especificar)					
TRANSPORTADOR					
Razão social					CNPJ
Veículo/Placa					
Motorista					
PARA PREENCHIMENTO NO LOCAL DE DISPOSIÇÃO					
Data de disposição					Horário
Visto de Recebimento					Nº Sequencial

Figura 4.20 – Modelo de CTR adotado pela Prefeitura Municipal de São Carlos
Fonte: PMSC, 2009

Cabe informar que durante as vitorias eram efetuadas rejeições de cargas que continham material proibido, gesso, resíduos com mais de 20% de material diferente do classificado como Classe “A”, resíduos de poda e capina que possuem fácil degradabilidade como folhas e aparas de grama ou ainda resíduos de poda e capina que possuam espinhos e características urticantes.

Os resíduos de poda e capina rejeitados eram encaminhados para a horta municipal, onde atualmente estão implantadas composteiras para o tratamento desses resíduos.

Durante o período do trabalho verificou que em média eram rejeitadas 4 caçambas de resíduos impróprios para serem destinados a central de triagem e aterro, que representavam cerca de **20 m³/dia**.

Depois da liberação do veículo da recepção, os funcionários realizavam uma triagem superficial do material retirando os materiais que estão no topo das caçambas como recicláveis, volumosos (isopor e pneus) e resíduos sólidos domiciliares (RSD). Após essa triagem superficial o funcionário responsável destinava o transportador para o descarte adequado dentro da área.

Na área objeto deste estudo não eram permitidos o recebimento resíduos volumosos como grandes embalagens, móveis e equipamentos domésticos inutilizados. Porém, pode-se verificar a existência de alguns volumosos no recinto, os quais eram armazenados em uma área junto à central de triagem, os quais seriam posteriormente reaproveitados, desmontados para reaproveitamento energético ou ainda destinados ao aterro sanitário.

Assim, cada resíduo era destinado para um setor da área, na qual se realizava uma triagem mais detalhada e/ou um beneficiamento. Os resíduos de construções e demolições eram destinados ao aterro de RCD situado após a área de triagem e os resíduos de poda e capina eram encaminhados para uma área próxima a área de recepção.

Posteriormente, os RCD encaminhados ao aterro eram basculados dos veículos formando pilhas, nas quais os catadores efetuam a seleção dos materiais que ficam nas faces destas como, por exemplo, materiais reutilizáveis, recicláveis ou de valor para recuperação energética (madeiras).

As Figuras 4.21 e 4.22 ilustram os resíduos volumosos armazenados na central de triagem no período de amostragem.

Figura 4.21 – Área de armazenamento de resíduos volumosos

Fonte: Autor, 16 de mar. 2009

Figura 4.22 – Resíduos RSD e embalagens encaminhados ao aterro sanitário

Fonte: Autor, 18 de mar. 2009

Depois de triados os resíduos eram levados para o galpão, onde seria feita uma nova seleção, triagem e armazenamento para posteriormente serem pesados e comercializados. O procedimento de transporte dos resíduos da cava para o galpão era feito mediante o uso de carrinhos de mão confeccionados pelos catadores que tornava cansativo, lento e pouco eficiente o processo de triagem, em virtude do peso dos resíduos e da grande distância e declividade existente entre a cava e o galpão.

As Figuras 4.23 e 4.24 ilustram a triagem dos RCD pelos catadores e o local de armazenagem desses materiais triados.

Figura 4.23 – Triagem do material nas faces da pilha de resíduos

Fonte: Autor, 19 de mar. 2009

Figura 4.24 – Galpão de triagem e armazenagem de resíduos comercializados

Fonte: Autor, 18 de mar. 2009

Aspectos práticos de operação da central de triagem demonstraram que apenas materiais de valor econômico eram separados pelos catadores, isto ocorre devido aos

trabalhadores não estarem organizados no conceito de gestão coletiva, os quais poderiam ser capacitados e treinados visando à formação destes como agentes ambientais capazes de avaliar o melhor aproveitamento dos resíduos que são destinados a central de triagem.

Segundo dados da Secretaria do Trabalho, Emprego e Renda da Prefeitura Municipal de São Carlos os materiais recicláveis como ferro, plástico e papel foram vendidos entre R\$0,20/kg e R\$ 0,44/kg. Já os galhos triturados e madeira foram vendidos a R\$ 20,00/t, resíduos este que eram recuperados energeticamente durante a queima em empresas de secagem de madeira, padarias e pizzarias.

Na prática, pequenas quantidades de resíduos Classe “B”, Classe “C”, Classe “D” e resíduos de poda e capina passavam pela triagem e eram destinados a cava do aterro, a qual é projetada para receber somente resíduos Classe “A”.

A área apresentava um constante risco de incêndio em virtude da existência de grandes quantidades de madeira, galhos, folhas e materiais combustíveis, tanto na área de triagem quanto na área do aterro, as quais são agravadas pelo não cercamento do local que facilita a ação de vândalos.

Segundo relato dos funcionários e catadores no local ocorreram incêndios devido a existência de materiais combustíveis no interior da cava como galhos secos, folhas e troncos. Segundo o grupo de catadores e funcionários o incêndio só pode ser extinto com a injeção de água no interior de valas abertas na cava.

As Figuras 4.25 e 4.26 ilustram os problemas da existência de grandes quantidades de madeira, galhos e raízes em aterros de RCD.

Figura 4.25 – Tocos, galhos e raízes de árvores junto ao aterro

Fonte: Autor, 16 de mar. 2009

Figura 4.26 – Incêndio na área do aterro de RCD

Fonte: Autor, 19 de mar. 2009

Durante o período de estudo, pode-se identificar que foram destinados grandes quantidades de resíduos de poda e capina a central de triagem, o que acabou por causar inúmeros problemas na área. Tais problemas detectados no gerenciamento destes resíduos geraram estudos e uma nova linha de pesquisa, a qual possuía como meta principal medidas de tratamento e disposição final dos resíduos de poda e capina.

Em virtude desta nova linha de pesquisa, Ramella (2009) desenvolveu um estudo dessa problemática, por meio da quantificação da geração média dos resíduos de poda e capina destinados a central de triagem de RCD do município e mediante o estudo de técnicas alternativas para o tratamento e disposição final para esse tipo de resíduo.

Portanto, pode-se verificar que um dos grandes problemas referente ao gerenciamento de RCD em centrais de triagem é a grande heterogeneidade destes resíduos que somadas ao volume e peso destes acabam por dificultar a seleção e triagem eficiente por meio de segregação manual.

Atualmente, o aterro de resíduos Classe “A” situado na antiga área da erosão encontra-se no limite de sua vida útil, sendo que alguns pontos do aterro já atingiram a cota recomendada em projeto.

Vale ressaltar que a vida útil deste aterro está sendo prolongada através de medidas de gerenciamento do local como, por exemplo, preenchimento das áreas que sofreram recalque, preenchimento de áreas junto ao perímetro do aterro e ainda manutenção das vias de acesso e áreas de recepção e triagem do local.

4.3 Estudo de Áreas de Tratamento para Grandes Volumes

O respectivo item deste trabalho avaliou de maneira detalhada a dinâmica operacional da Usina de Reciclagem de RCD do município de São Carlos-SP, no qual foi avaliado os ganhos obtidos com a introdução de um sistema de tratamento de grande volumes de RCD. Este estudo propiciou uma base de informação para a análise do balanço de massas apresentado no item 4.5 deste estudo.

4.3.1 Usina de Reciclagem de RCD

A caracterização da Usina de Reciclagem de RCD foi realizada por meio da aglutinação de informações obtidas de projetos da usina, entrevistas junto à autarquia municipal responsável pela administração desta unidade, denominada Progresso e Habitação de São Carlos S/A (PROHAB) e levantamento bibliográfico de dissertações, teses e observações pessoais focadas no estudo da dinâmica operacional do tratamento dos RCD.

4.3.1.1 Caracterização da Usina de Reciclagem de RCD e Fábrica de Artefatos de Cimento

O local objeto de estudo do presente tópico é uma área pertencente à autarquia Progresso e Habitação de São Carlos S/A, a qual está situada na Avenida Engenheiro Ayrton S. Leopoldino Junior, s/nº, Chácara das Flores, dentro do perímetro urbano na porção sudeste do município. Tal área é denominada Zona 2, segundo Plano Diretor do Município de São Carlos- SP – Lei nº 13691, de 25 de novembro de 2005 - a qual contempla em seu escopo atividades industriais, como a que esta sendo desenvolvida no local. As Figuras 4.27 e 4.28 ilustram a localização da área.

Figura 4.27 – Imagem aérea da Usina de Reciclagem e Fábrica de Artefatos de Cimento PROHAB

Fonte: Google Earth, 03 de jun. 2005 adaptada pelo autor

Figura 4.28 – Localização da área da Usina de Reciclagem e Fábrica de Artefatos de Cimento PROHAB

Fonte: Mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

No local em questão estão instaladas duas unidades sendo a primeira denominada Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e a outra Fábrica de Artefatos de Cimento (F.A.C.). As Figuras 4.29 e 4.30 ilustram respectivamente as áreas da usina de reciclagem e fábrica de artefatos de cimento.

Figura 4.29 – Área da Usina de Reciclagem

Fonte: Autor, 08 de jan. 2010

Figura 4.30 – Área da Fábrica de Artefatos de Cimento

Fonte: Autor, 30 de nov. 2009

Instalada em 2005, a Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil da PROHAB fez parte de um Programa de Sustentabilidade Ambiental e Social que visava

reduzir custos e aumentar os benefícios ambientais na fabricação dos produtos em sua fábrica de artefatos de cimento (PMSC, 2010). Para tanto, a PROHAB junto da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia desenvolveram o projeto desta unidade de transformação dos resíduos de construção e demolição.

O projeto tinha por finalidade atender a Resolução CONAMA nº 307 de 2002, na qual esta usina faria parte de um mecanismo importante para implantação do Plano Integrado de Gerenciamento de RCD do município.

Neste contexto, o projeto visava atingir metas ambientais, econômicas e sociais. Dentre o período de operação da usina constatou-se que esta gerou benefícios ambientais pela redução da extração de matéria prima de jazidas, aumento da vida útil de aterros de inertes e na redução de uma pequena parcela de descartes clandestinos.

Quanto aos benefícios econômicos podemos citar a fabricação de artefatos de cimento com materiais reciclados, barateando assim o custo total de algumas obras. Já os ganhos sociais podem ser representados pela construção de novas moradias e criação de um programa de ressocialização para detentos.

Segundo Lopes (2007), o processo de licenciamento de tal área levou aproximadamente um ano. A licença prévia foi obtida em setembro de 2005 junto a CETESB, sendo posteriormente obtidas as licenças de instalação em outubro de 2005 e a licença de operação no ano seguinte. Sendo assim, a usina foi oficialmente inaugurada em 08 de dezembro de 2006.

Lopes (2007) ressalta que foram gastos aproximadamente R\$300.000,00 para a instalação desta unidade, sendo que R\$60.000,00 foram gastos com obras de implantação, e os demais R\$ 240.000,00 em equipamentos como, por exemplo, alimentador vibratório, transportador de correia fixo, britador, transportador de correia móvel, peneira vibratória e pá carregadeira. Segundo Lopes (2007) foi incorporada a unidade alguns equipamentos pertencentes à PROHAB como compressor, máquina de solda e vibra-prensa para produção de artefatos de cimento.

Na usina foi constatado a existência de cercamento e anteparo de proteção como cerca viva arbustiva no perímetro da área de operação, resguardando a área de acesso de pessoas, animais e reduzindo a poluição do ar, sonora e visual, conforme recomenda a NBR 15.114 (ABNT, 2004).

A usina atualmente é composta por uma guarita na portaria, pátio de transbordo e triagem, pátio de operação e britagem, área de armazenamento de resíduos Classe “A”, área

de armazenamento de bica corrida e agregados, área de armazenamento de outros resíduos e rejeitos. Vale informar que existem outros dispositivos de infra-estrutura como: redes de água, esgoto, iluminação, energia e comunicação e vias de acesso interno e externo.

As Figuras 4.31 e 4.32 ilustram a área externa a usina destinada ao armazenamento de resíduos Classe “A”.

Figura 4.31 – Área externa de armazenamento de resíduos Classe “A”

Fonte: Autor, 30 de nov. 2009

Figura 4.32 – Área externa de armazenamento de resíduos Classe “A”

Fonte: Autor, 30 de nov. 2009

No pátio de operação (Figura 4.33) estavam instalados os equipamentos que compõe a usina de reciclagem, tais equipamentos foram situados em uma área sem cobertura, a qual possuía os seguintes componentes: sala de comando, alimentador vibratório, britador de impacto, imã permanente, transportador de correia fixa, transportador de correia móvel e peneira vibratória apoiada com quatro subdivisões em sua base.

Inaugurada em 2004, a fábrica de artefatos de cimento surgiu para dar suporte à Prefeitura Municipal, tanto para suprir demandas da própria prefeitura como reduzir custos de habitações e loteamentos do município.

Atualmente, a fábrica está situada junto à usina de reciclagem, a fim de favorecer a utilização dos resíduos reciclados na produção de artefatos de cimento, propiciando uma redução de custos e produtos com qualidade compatível com os padrões exigidos pelas normatizações.

Figura 4.33 – Pátio de operação da Usina de Reciclagem de RCD

Fonte: Autor, 26 de mai. 2009

A fábrica de artefatos era composta por três galpões, escritórios de administração e treinamento e sanitários. Cabe informar que atualmente só estão sendo usados dois galpões, pois um deles foi cedido uma cooperativa de coleta seletiva.

Dentre os equipamentos necessários para operação da fábrica foi adquirido um conjunto operante composto por uma vibroprensa para produção dos artefatos de cimento, a qual é composta por um misturador de concreto de ação forçada e eixo vertical com capacidade de 350 litros, um transportador de correia fixa e um quadro de comando.

Segundo a PMSC (2010), foram investidos R\$ 74.872,00 na aquisição deste conjunto. Outros equipamentos fazem parte desta fábrica como carriolas, carrinhos, caminhões, betoneiras e formas.

Hoje em dia a fábrica produz artefatos de cimento para diversos usos na construção civil, tais como: blocos, meio bloco, canaletas, meia canaleta, guias, mini-guias, bancos de praça, mesas de concreto, caixa de passagem, pisos intertravado de concreto (bloquete), concregrama, piso sextavado de concreto, ladrilho de concreto e piso desenhado. Vale ressaltar que a fábrica produz os artefatos em consonância com a NBR 15.116 (ABNT, 2004), não produzindo peças que possuem função estrutural.

A Figura 4.34 ilustra o galpão de fabricação e secagem dos artefatos de cimento.

Figura 4.34 – Galpão de operação da Fábrica de Artefatos de Cimento

Fonte: Autor, 26 de mai. 2009

Atualmente estão sendo produzidos produtos com 100% de agregados recicláveis com maior controle e qualidade, os quais visam complementar a gama de produtos produzidos pela fábrica. Tal evolução técnica concretizou a idéia de redução de custos, qualidade de produtos e benefício ambiental.

As Figuras 4.35 e 4.36 ilustram os pisos desenhados e pisos intertravados produzidos com uso de moldes de PVC e agregados reciclados sob maior controle técnico.

Figura 4.35 – Pisos desenhados com 100% de agregados recicláveis

Fonte: Autor, 26 de mai. 2009

Figura 4.36 – Pisos intertravado com 100% de agregados recicláveis

Fonte: Autor, 26 de mai. 2009

Por fim, vale informar que tanto a fábrica quanto a usina de reciclagem fazem parte de um programa de ressocialização de detentos da penitenciária “Dr. Antonio de Queiroz Filho” de Itirapina, as quais operam com auxílio da mão-de-obra de doze detentos que cumprem pena em regime semi-aberto. A unidade também é composta por dois funcionários da prefeitura e um engenheiro civil da PROHAB.

4.3.1.2 Estudo da Dinâmica Operacional da Usina de Reciclagem de RCD

No período de amostragem na Usina de Reciclagem foi realizado um estudo da dinâmica operacional de tal unidade, cujo objetivo foi analisar o atual modelo de tratamento para os RCD desenvolvido no município.

Segundo observado a área era apta a receber somente resíduos Classe “A” não misturados com outros resíduos, para tanto a PROHAB estabeleceu parcerias com os agentes coletores, de modo que estes somente destinem ao local resíduos de boa qualidade. Tal parceria consiste apenas no recebimento do material, não havendo nenhuma forma de cobrança para disposição. No modelo de gestão adotado pela usina o transporte do resíduo até a área ficou sob responsabilidade do gerador.

O primeiro estágio de operação da usina consistia na recepção dos agentes coletores junto à entrada da área, em tal estágio o responsável pela recepção fazia uma argüição breve ao transportador sobre quais os tipos de resíduos estava transportando e origem destes resíduos, após isso era realizada uma análise visual superficial dos RCD.

Conforme constatado na vistoria dos veículos, a usina não recebia gesso, materiais compostos por cimento amianto em grandes quantidades, madeira, resíduos de poda e capina, matéria orgânica facilmente degradável, papel, papelão, plástico, isopor, borracha, espuma sintética, metais, vidros, tintas, solventes e asfalto.

Depois da vistoria o transportador era designado ao local correto de disposição dos resíduos, sendo que os resíduos considerados impróprios para o recebimento na usina eram rejeitados e encaminhados para a Central de Triagem de Cidade Aracy I. Já os resíduos aptos a serem recebidos na unidade eram encaminhados ao pátio, onde se realizava a triagem dos RCD.

No pátio de transbordo e triagem (Figura 4.37) os resíduos eram descarregados junto a outras pilhas de resíduos conforme a natureza destes como, por exemplo, resíduos de

natureza cerâmica eram descartados junto a pilhas de resíduos mistos – como cerâmicos e pequenas quantidades de argamassas, concreto e areia – e resíduos de natureza cimentícia eram descarregados junto a pilhas de resíduos compostos basicamente por grande quantidades de concreto, argamassas, blocos de concreto e pisos de concreto.

Após esta segregação dos resíduos em dois grandes grupos era realizada uma triagem manual, na qual eram retirados os resíduos Classe “B” e algumas pequenas quantidades de resíduos Classe “C” e Classe “D”. Dentre os resíduos Classe “B” eram removidos vidros, plásticos, metais e madeira, os quais eram separados e destinados a reciclagem e/ou recuperação energética, conforme ilustrado na Figura 4.38.

Pode-se observar que dentre os resíduos que passavam pela triagem eram segregados quantidades significantes de madeira, as quais eram posteriormente destinadas para recuperação energética.

Figura 4.37 – Pátio de transbordo e triagem da Usina de Reciclagem

Fonte: Autor, 26 de mai. 2009

Figura 4.38 – Local de armazenamento de resíduos Classe “B” segregados na triagem

Fonte: Autor, 26 de mai. 2009

Os rejeitos (Figura 4.39) oriundos da triagem eram destinados a uma área de armazenamento, sendo que estes eram posteriormente destinados ao Aterro de Cidade Aracy I e/ou aterro sanitário conforme sua composição. Vale ressaltar que os resíduos considerados como RSD facilmente degradados foram dispostos em caçambas para serem recolhidos pela coleta regular do município.

A Figura 4.40 ilustra a área destinada ao armazenamento temporário de resíduos Classe “C”.

Figura 4.39 – Local de armazenamento de rejeitos oriundos do processo de triagem
Fonte: Autor, 08 de nov. 2009

Figura 4.40 – Área de armazenamento de resíduos Classe “C”
Fonte: Autor, 08 de nov. 2009

Depois de realizada a triagem os RCD eram classificados em dois tipos: resíduos Classe “A” Cinza – composto em grande parte por materiais como concreto e argamassas – e os resíduos Classe “A” mistos – composto por componentes cerâmicos, pequenas quantidades de materiais cimentícios e areia.

No início do processo reciclagem os resíduos de maior volume como vigas, blocos, e peças grandes de concreto eram reduzidos em partes menores por meio da utilização de marretas.

Depois de reduzidos em partes menores os materiais a serem reciclados foram destinados a uma rampa de acesso ao equipamento de processamento dos RCD, na qual os materiais eram inseridos no alimentador vibratório. Este alimentador vibratório realizava a primeira separação dos resíduos e alimentava o britador de impacto que moía os materiais a serem reciclados.

Finalizado o processo de moagem os agregados eram destinados a um transportador de correia fixa, o qual estava instalado sobre esse um imã permanente que capturava os resíduos metálicos que ainda estavam no processo. Assim tanto os resíduos cinza ou mistos eram destinados a um transportador de correia móvel para futura destinação ou beneficiamento.

A Figura 4.41 ilustra o conjunto alimentador, britador, transportador e eletroímã utilizados na usina de reciclagem do município.

Nesta fase final os agregados provenientes de resíduos Classe “A” mistos eram apenas armazenados para futura utilização em recuperação de ruas e estradas rurais, os quais eram

denominados de bica corrida. Os materiais provenientes de resíduos Classe “A” cinza após o processo de moagem eram destinados pelo transportador de correia móvel a uma peneira vibratória apoiada (Figura 4.42) com quatro faixas granulométricas de separação, os quais eram segregados em areia, brita 1, brita 2 e brita 3.

Figura 4.41 – Conjunto alimentador, britador, transportador e eletroímã

Fonte: Autor, 08 de nov. 2009

Figura 4.42 – Peneira vibratória apoiada com 4 faixas granulométricas

Fonte: Autor, 08 de nov. 2009

Por fim, o material classificado como areia e brita 1 eram encaminhados a Fábrica de Artefatos de Cimento, para utilização como agregados para confecção de produtos da fábrica. Os agregados denominados brita 2 e brita 3 eram destinados a venda como agregado para pisos de concreto, serviços de pavimentação ou ainda na insuficiência de material cinza eram novamente rebritados para produção de areia e brita 1.

4.4 Estimativa da Geração de RCD e Volumosos Destinados à Central de Triagem e Aterro de RCD (2009)

Neste estudo foi realizado um trabalho de campo investigativo por meio de observações diretas e intensivas na área por um período de 04 (quatro) meses, cuja finalidade foi obter uma das bases fundamentais para estimar a produção de RCD no município de São Carlos, SP.

Segundo Pinto (1999), a obtenção de dados consistentes para este tipo de base é laboriosa e demanda muito tempo em virtude das áreas utilizadas como destino apresentarem em diversos pontos do município, o que por sua vez inviabilizaria o processo de

monitoramento destes destinos finais. Porém, cabe ressaltar que no município de São Carlos está base pode ser obtida em virtude de o município possuir somente duas áreas licenciadas para destinação final dos RCD, sendo uma destinada ao tratamento dos RCD – Usina de reciclagem de RCD – e a outra a triagem e disposição final dos RCD – Central de triagem e aterro de Cidade Aracy I.

Quanto à mensuração dos RCD cujo destino final são áreas clandestinas, pode-se estimar parte destes indiretamente por meio do monitoramento realizado na central de triagem e aterro de RCD, pois a quantidade de resíduos recolhidas de deposições irregulares pelo serviço de limpeza pública era destinada a este local.

Para tanto, neste tipo monitoramento foi utilizado um período de amostragem de 04 (quatro) meses, que segundo Marques Neto (2003) pode ser considerado adequado para cálculos de geração de RCD em municípios, devido este período estudado representar 33,33% de um ano.

4.4.1 Levantamento de Dados dos Resíduos Destinados à Central de Triagem e Aterro (Entradas)

Neste item serão apresentados os dados dos volumes que deram entrada na área de estudo, a fim de posteriormente possibilitar um estudo comparativo com os volumes de saídas dos resíduos triados – resíduos reutilizáveis, recicláveis ou recuperáveis energeticamente – pela central de triagem. Assim, mediante o uso de dados significativos pode-se estimar a importância da adoção de uma central de triagem em um sistema de gerenciamento integrado de RCD.

Para tanto, foi realizado um monitoramento da central de triagem e aterro de RCD, no qual realizou-se anotações diárias dos volumes de resíduos que adentravam ao recinto, as quais foram compiladas em tabelas diárias e resumidas em tabelas mensais que discriminam o tipo de agente coletor em quatro tipos: empresas de caçambas, empresas de terraplenagem, empresas e particulares – caminhões de construtoras, indústrias, veículos transportadores de aluguel e particulares – e Prefeitura Municipal.

Nas tabelas diárias foram anotados os volumes de resíduos, tipo de agente coletor e tipo de resíduo transportado, e confirmados por meio de análise da CTR e de uma caracterização visual superficial durante a recepção e vistoria do veículo transportador. Cabe informar que resíduos não pertencentes à classificação de RCD estipulada pela COMANA nº

307 também eram anotados, a fim de serem posteriormente subtraídos do total de resíduos quantificados para estimar a quantidade de RCD gerada.

4.4.1.1 Cálculo do Volume de Resíduos Descartados na Central de Triagem

No Apêndice B estão apresentadas as tabelas que demonstram os volumes descartados nos meses de março de 2009, abril de 2009, maio de 2009 e junho de 2009, respectivamente. Tais dados permitiram estimar o volume diário de RCD e volumosos destinados a central de triagem e atual aterro de RCD do município.

Neste estudo adotou-se o valor de massa unitária de 1,2 t/m³, valor este obtido pela pesagem de algumas caçambas de RCD, em condições úmidas, conforme item 4.9 deste estudo. Cabe ressaltar que este valor confere com o valor adotado por Pinto (1999).

A Tabela 4.4 apresenta o resumo dos dados sobre descarte de RCD e volumosos na central de triagem, o qual contempla a produção de RCD e resíduos de poda e capina de forma distinta.

Tabela 4.4 – Descarte de RCD e Volumosos na Central de Triagem de Cidade Aracy I

Mês	Central de Triagem e Aterro de RCD de Cidade Aracy I			
	Dias de Operação da Área	Volume Total Poda e Capina (m ³)	Volume Total de RCD (m ³)	Volume Total Descartado (m ³)
Março	25	1.746	14.363	16.109
Abril	23	1.063	11.885	12.948
Maio	22	761	10.693	11.454
Junho	21	1.065	8.901	9.966
Total	91	4.635	45.842	50.477

Visando a comparação com os demais estudos realizados desde 1997 foram contabilizados os RCD e volumosos – resíduos de poda e capina – os quais estão discriminados nas tabelas 4.5 e 4.6.

Tabela 4.5 – Volume de RCD e volumosos descartados na Central de Triagem

Volume Descartado pelos Transportadores	Descarte de RCD e Volumosos (2009)				
	Março	Abril	Maio	Junho	Média
Empresas de coletoras (m ³)	428,64	383,43	414,45	378,38	401,23
Particulares, empresas e PMSC (m ³)	215,72	179,52	106,18	96,19	149,40
Total (m³)	644,36	562,95	520,63	474,57	550,63

Portanto, no período amostrado neste estudo foram destinados ao aterro 50.477 m³ de RCD e volumosos, o que representa **550,63 m³/dia**, no qual 401,23 m³/dia foram transportados por empresas de caçambas e os demais 149,40 m³/dia por caminhões e caminhonetes particulares, empreiteiras e veículos oficiais da Prefeitura Municipal.

No período de observação sistemática da dinâmica de operação da área pode-se observar que dentre os veículos destinados a central de triagem os agentes coletores representados por empresas de caçambas movimentavam a maior parte volume de resíduos destinados ao local, representando 72,9% do total de volume transportado diariamente, conforme a Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Volume de RCD e volumosos descartados na Central de Triagem

Transportador	Descarte de RCD e Volumosos (2009)		
	Volume Descartado (m ³ /dia)	Massa Descartada (t/dia) ⁽¹⁾	Porcentagem Descartada (%)
Empresas de caçambas	401,23	481,48	72,9
Particulares, empresas e PMSC	149,40	179,28	27,1
Total	550,63	660,76	100

⁽¹⁾ Massa unitária adotada 1,2 t/m³, conforme item 4.9 deste estudo

4.4.1.2 Cálculo do Volume de Resíduos de Poda e Capina Descartados na Central de Triagem.

A partir dos dados coletados nesta investigação de campo pode-se observar que a central de triagem além de receber resíduos de construção e demolição, também recebia resíduos de poda e capina. Tais resíduos de poda e capina eram transportados separadamente por caminhões e caminhonetes de agentes de coleta autônomos ou por veículos oficiais da prefeitura que realizam serviços em área verdes do município.

Pode-se constatar também que junto de algumas caçambas metálicas e caminhões de terraplenagem destinados à área possuíam resíduos de poda e capina misturados com os RCD, sendo que estes geralmente perfaziam em média 20% do volume descartado.

A fim de efetuar um adequado diagnóstico dos RCD destinados a central de triagem, objetivo deste trabalho, foram contabilizados os resíduos de poda e capina destinados ao local, os quais serão futuramente subtraídos do total gerado no aterro para o cálculo da

geração de RCD. Cabe ressaltar que tal critério adotado deve-se aos resíduos de poda e capina serem considerados resíduos volumosos, os quais não se enquadram na classificação de RCD estipulada na resolução CONAMA nº 307 de 2002.

Para uma análise detalhada dos dados obtidos no acompanhamento diário no período de amostragem, os dados foram expostos em tabelas por tipo de agente coletor. Conforme as Tabelas 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10.

Tabela 4.7 – Volume resíduos de poda e capina descartados por empresas de caçambas

Meses	Descarte de Poda e Capina por Empresas Coletoras		
	Dias de Operação da Área	Volume Descartado de Poda e Capina (m³)	Volume Descartado de Poda e Capina (m³/dia)
Março	25	78	3,12
Abril	23	75	3,26
Maio	22	36	1,64
Junho	21	71	3,38
Média	-	-	2,84

Tabela 4.8 – Volume resíduos de poda e capina descartados por empresas de terraplanagem

Meses	Descarte de Poda e Capina por Empresas de Terraplanagem		
	Dias de Operação da Área	Volume Descartado de Poda e Capina (m³)	Volume Descartado de Poda e Capina (m³/dia)
Março	25	2	0,08
Abril	23	2	0,09
Maio	22	1	0,05
Junho	21	1	0,05
Média	-	-	0,07

Tabela 4.9 – Volume resíduos de poda e capina descartados por empresas e particulares

Meses	Descarte de Poda e Capina por Empresas e Particulares		
	Dias de Operação da Área	Volume Descartado de Poda e Capina (m³)	Volume Descartado de Poda e Capina (m³/dia)
Março	25	1.116	44,64
Abril	23	610	26,52
Maio	22	542	24,64
Junho	21	633	30,14
Média	-	-	31,49

Tabela 4.10 – Volume resíduos de poda e capina descartados pela PMSC

Meses	Descarte de Poda e Capina pela PMSC		
	Dias de Operação da Área	Volume Descartado de Poda e Capina (m ³)	Volume Descartado de Poda e Capina (m ³ /dia)
Março	25	550	22,00
Abril	23	376	16,35
Maio	22	182	8,27
Junho	21	360	17,14
Média	-	-	15,94

Por meio dos dados apresentados nas tabelas anteriores podemos visualizar o percentual de participação dos agentes coletores no descarte de resíduos de poda e capina, conforme apresentado na Figura 4.43.

Figura 4.43 – Volume percentual médio de resíduos de poda e capina descartados por diferentes agentes coletores

Fonte: AUTOR

Os dados apresentados na Figura 4.43 demonstram um significativo descarte de resíduos de poda e capina por agentes particulares e pela PMSC, porém é importante enfatizar a presença destes resíduos nas caçambas metálicas, que se encontram misturados junto aos RCD representando 5,7% (2,85 m³/dia) dos resíduos de poda e capina descartados na central de triagem, os quais muitas vezes acabam por passar pelo sistema de triagem devido estarem misturados sendo destinados ao interior da cava do aterro.

Tabela 4.11 – Descarte médio resíduos de poda e capina descartados na Central de Triagem

Quantidade	Descarte de Resíduos de Volumosos (Poda e Capina) (2009)				
	Empresas Coletoras	Empresas de Terraplanagem	Empresas e Particulares	PMSC	Total
Volume descartado (m ³ /dia)	2,84	0,07	31,49	15,94	50,34

Por fim, baseado nos dados apresentados na Tabela 4.11 e na Figura 4.44 pode-se observar que dentre os volumes destinados a central de triagem e aterro de RCD foram descartados 4.635 m³ de resíduos de poda e capina, portanto uma média de **50,34 m³/dia**, o que representa uma quantidade de 9,1% do total de resíduos descartados no local.

Figura 4.44 – Volume percentual médio de resíduos de poda e capina destinados à central de triagem

Fonte: AUTOR

4.4.1.3 Cálculo do Volume de RCD Descartados na Central de Triagem

Baseado nos itens anteriores que quantificaram os volumes totais que deram entrada na central de triagem e na quantificação dos resíduos de poda e capina foi possível realizar um levantamento acurado da quantidade de RCD destinados a esta central de triagem, o qual posteriormente será utilizado na estimativa do volume global de RCD gerado pelo município de São Carlos, SP.

As informações contidas neste item demonstraram que no período de amostragem deste estudo foram destinados à central de triagem cerca de 45.842 m³ de RCD, o que representa uma média de **500,29 m³/dia**. Na Tabela 4.12 estão apresentados os dados mês a mês do período de amostragem e um valor médio estimativo desta geração.

Tabela 4.12 – Volume de RCD destinado à central de triagem e aterro de Cidade Aracy I

Meses	Dias de Operação da Área	Descarte de RCD		
		Volume Descartado de RCD (m³)	Volume Descartado de RCD (m³/dia)	Massa Descartada de RCD (t/dia) ⁽¹⁾
Março	25	14.363	574,52	689,42
Abril	23	11.885	516,74	620,09
Maio	22	10.693	486,05	583,25
Junho	21	8.901	423,86	508,63
Média	-	-	500,29	600,35

⁽¹⁾ Massa unitária adotada 1,20 t/m³

Portanto, neste período ficou evidenciado que aproximadamente 398,85 m³/dia foram transportados por empresas de caçambas e os demais 101,44 m³/dia por caminhões e caminhonetes particulares, empreiteiras e veículos oficiais da Prefeitura Municipal. Na Tabela 4.13 estão elencados os dados quantificados sobre os volumes descartados pelos agentes coletores do município.

Tabela 4.13 – Volume de RCD descartados na Central de Triagem

Volume Descartado pelos Transportadores	Descarte de RCD (2009)				
	Março	Abril	Maio	Junho	Média
Empresas de coletoras (m³/dia)	425,60	381,39	413,27	375,15	398,85
Particulares, empresas e PMSC (m³/dia)	148,92	135,35	72,77	48,71	101,44
Total (m³/dia)	574,52	516,73	486,04	423,86	500,29

No período de observação sistemática da dinâmica de operação da área pode-se observar que dentre os veículos destinados à central de triagem, os agentes coletores representados por empresas de caçambas movimentavam a maior parte volume dos RCD destinados ao local, representando 79,7 % (398,85 m³/dia) do total de volume transportado diariamente, conforme a tabela 4.14.

A análise dos dados apresentados nos permite observar uma nítida participação de agentes coletores particulares, empresas e PMSC perfazem 20,3% do transporte dos RCD, o que representa 101,44 m³/dia.

Portanto, baseado nesta significativa participação dos agentes coletores particulares, empresas e PMSC faz-se necessário a inclusão destes dados na composição da estimativa de geração tanto de destinos finais, como na movimentação de cargas por agentes coletores.

Tabela 4.14 – Volume de RCD descartados na Central de Triagem

Transportador	Descarte de RCD (2009)		
	Volume Descartado (m³/dia)	Massa Descartada (t/dia) ⁽¹⁾	Porcentagem Descartada (%)
Empresas de caçambas	398,85	478,63	79,7
Particulares, empresas e PMSC	101,44	121,72	20,3
Total	500,29	600,35	100

⁽¹⁾ Massa unitária adotada no estudo 1,2 t/m³

Visando estabelecer um conhecimento pormenorizado dos fluxos de RCD que fazem parte da gestão corretiva do município, foram estudados os resíduos originários deste tipo de gestão.

Os dados apresentados na Tabela 4.15 apontam os trabalhos realizados pela limpeza pública no período de estudo, cabendo informar que neste estudo foram contabilizados somente os RCD coletados, desconsiderando resíduos de poda e capina e outros resíduos não pertencentes a classificação dos RCD estipulada pela resolução CONAMA nº 307/2002.

Tabela 4.15 – Volume de RCD descartados na Central de Triagem pela Gestão Corretiva

Meses	Volume de RCD da Gestão Corretiva			
	Dias de Operação da Área	Volume Descartado de RCD (m³)	Volume Descartado de RCD (m³/dia)	Massa Descartada de RCD (t/dia) ⁽¹⁾
Março	25	1.301	52,04	62,45
Abril	23	860	37,39	44,87
Maio	22	235	10,68	12,82
Junho	21	10	0,48	0,57
Média	-	-	25,15	30,18

⁽¹⁾ Massa unitária adotada no estudo 1,2 t/m³

Por meio de análises dos dados obtidos observou-se uma queda na limpeza ao longo dos meses, tal fato foi verificado junto às áreas conhecidas de descarte irregular destes resíduos, as quais fazem parte dos objetivos deste trabalho.

Atualmente, algumas destas áreas passaram a captar resíduos de forma autorizada pela prefeitura, pois futuramente pretende-se instalar junto a estes locais, dispositivos de recepção e triagem de pequenos volumes denominados pela administração local como ecopontos.

Assim, constatou-se que tais locais acabam servindo de depósitos temporários para os RCD, os quais são removidos por veículos oficiais somente após atingirem uma quantidade significativa, sendo que no mês de março de 2009 uma grande parte destes pontos foram limpos.

Outro fato pertinente visualizado no estudo foi o aumento do número de descartes clandestinos no município, os quais atualmente encontram-se pulverizados na malha urbana.

Os pontos clandestinos acabam por ser pouco visíveis, o que por sua vez acaba dificultando o serviço da prefeitura em seu modelo de gestão corretiva, tanto operacionalmente como economicamente, devido os funcionários terem que procurar os lugares para fazer esse tipo de remoção exigindo dispêndio de mão de obra e tempo ou ainda são efetuados grandes gastos com combustível para percorrer rotas extensas e recolher uma pequena quantidade de RCD.

Portanto, neste estudo foi quantificado um total de 2.406 m³ de RCD recolhidos de descartes irregulares de alguns pontos do espaço urbano do município, o que representa uma média de **25,15 m³/dia** de RCD destinados adequadamente ao aterro de inertes.

4.4.2 Levantamento de Dados dos Resíduos Retirados e Comercializados na Central de Triagem e Aterro (Saídas)

Esta pesquisa teve por finalidade estudar a dinâmica de operação de uma central de triagem de RCD e volumosos, para tanto foi necessário realizar um estudo detalhado sobre os resíduos descartados e os resíduos retirados e comercializados, que por sua vez possibilitou a identificação dos resíduos que deram entrada e saída nesse sistema de estudo em questão.

4.4.2.1 Dados Sobre os Resíduos Comercializados na Central de Triagem

Através de um relatório do material coletado e comercializado fornecido pela Secretaria de Trabalho, Emprego e Renda foi possível estimar a quantidade de resíduos que saíram da área de estudo, que posteriormente possibilitará um balanço de massas dos RCD e volumosos neste destino.

A Tabela 4.16 revela a quantidade em massa dos resíduos de podas e madeiras comercializados no período de março a junho do ano de 2009. Os dados apresentados demonstram que no período de estudo 228,87 toneladas de resíduos de poda e madeiras foram comercializados pela central de triagem, o que representa uma média de **2,49 t/dia**.

Tabela 4.16 – Quantidades de galhos e madeiras comercializados

Meses	Galhos Picados e Madeiras - Recuperação Energética (2009)			
	Dias de Operação da Área	Massa Comercializada (t)	Massa Comercializada (t/dia)	Valor Comercializado (R\$)
Março	25	79,08	3,16	1.582
Abril	23	59,37	2,58	1.187
Maio	22	43,96	2,00	879
Junho	21	46,46	2,21	929
Média	-	-	2,49	1144,35

Neste contexto, a Tabela 4.17 demonstra que foram comercializadas 73,2 toneladas de resíduos Classe “B” – mais especificamente como ferro, plástico e papel - os quais foram segregados das pilhas de RCD, o que representa uma média de **0,81 t/dia** de resíduos Classe “B” segregados na central de triagem.

Dentre os resíduos que saem do local podemos destacar as telhas e tijolos, os quais perfaziam um valor médio de aproximadamente 1000 tijolos e 500 telhas por mês¹³, o que representa uma média diária de **0,03 t/d** e **0,01 t/d** respectivamente considerando a massa específica de 0,5 kg por unidade para ambos.

Tabela 4.17 – Quantidades de ferro, plástico e papel comercializados

Meses	Ferro, Plástico e Papel - Classe "B" Reciclagem (2009)			
	Dias de Operação da Área	Massa Comercializada (t)	Massa Comercializada (t/dia)	Valor Comercializado (R\$)
Março	25	16,30	0,65	4352,20
Abril	23	18,20	0,79	5350,30
Maio	22	17,30	0,79	6608,37
Junho	21	21,40	1,02	9496,71
Média	-	-	0,81	6451,90

Fonte: PMSC (2009), adaptado pelo autor

¹³ Considerado uma média de trabalho de segregação 20 dias ao mês

Portanto, conforme estão indicados na Tabela 4.18 saíram 302,82 toneladas no período de amostragem ou **3,34 t/dia**.

Tabela 4.18 – Quantidades prováveis de resíduos que saíram da central de triagem e aterro

Resíduos	Saídas do Central de Triagem e Aterro	
	Massa Comercializada (t)	Massa Comercializada (t/dia)
Resíduos de poda e capina e madeiras	228,87	2,49
Resíduos Classe "B" (Ferro, Plástico e Papel)	73,20	0,81
Resíduos Classe "A" (Tijolos e Telhas)	0,75	0,04
Total	302,82	3,34

Fonte: PMSC (2009), adaptado pelo autor

Por fim, a Figura 4.45 ilustra o valor percentual médio dos resíduos que foram comercializados na central de triagem.

Figura 4.45 – Volume percentual médio de resíduos que saíram da central de triagem e aterro de RCD

Fonte: AUTOR

4.4.2.2 *Dados Sobre os Resíduos Retirados da Central de Triagem*

De acordo com, informações da Prefeitura Municipal são destinados ao aterro sanitário 18 m³/dia de RCD oriundos de limpezas de logradouros públicos, os quais possuem pequenas quantidades RSD e resíduos de poda e capina misturados.

Segundo a Empresa Vega Engenharia Ambiental, o aterro sanitário recebe aproximadamente 22 m³/dia de RCD, oriundos de empresas de terraplanagem e empresas de caçambas. De acordo com os responsáveis pela administração do aterro, esses RCD consistem basicamente em solos que são utilizados como material de cobertura.

Portanto, esses resíduos serão considerados nesta pesquisa como RCD que seriam reservados na central de triagem e posteriormente encaminhados para destinação final adequada ou uso futuro em outras áreas.

Tabela 4.19 – Volume de RCD descartados no Aterro Sanitário.

Transportador	Descarte de RCD (2009)	
	Volume Descartado (m ³ /dia)	Massa Descartada (t/dia) ⁽¹⁾
Empresas de caçambas	6,00	7,20
Empresas de terraplanagem	16,00	19,20
PMSC (limpeza pública)	18,00	21,60
Total	40,00	48,00

⁽¹⁾ Massa unitária adotada no estudo 1,2 t/m³

Desta forma, o volume descartado de RCD no aterro sanitário corresponde a uma média de **40,00 m³/dia**, o que representa em massa 48,00 t/dia.

4.4.3 *Determinação do Balanço de Massas dos Resíduos da Central de Triagem e Aterro de RCD*

Para fins de construir uma análise pormenorizada da dinâmica dos RCD e volumosos foi realizado um balanço de massas dos resíduos destinados a central de triagem e aterro de RCD. Tal balanço de massas consistiu em realizar um estudo comparativo das massas de resíduos que adentraram a central com as massas de resíduos que saíram do local, por meio da segregação e/ou comercialização como, por exemplo, resíduos reutilizáveis, recicláveis ou recuperáveis energeticamente.

Figura 4.46 – Estimativa do balanço de massas efetuado na central de triagem e aterro de RCD

Conforme recomendado neste trabalho os RCD deverão ser quantificados em volumes e analisados em volume, pois diversos autores adotam massas específicas diferentes que acabam gerando transtornos e falta de clareza na comparação da geração de RCD em diversos períodos de amostragem. Porém, é recomendável transformá-lo em massa quando são realizadas comparações com outros tipos de resíduos.

Essa adoção da comparação em massa e não em volume, se deve em virtude dos diferentes resíduos possuírem massas específicas e capacidades de compactação distintas.

Assim, é necessário destacar que em tal estudo foi realizado um balanço de massas em virtude da comparação de resíduos sólidos urbanos (RSU) de diversas origens como, por exemplo, RCD, resíduos de poda e capina e resíduos sólidos domiciliares (RSD). Para tanto, os RCD e os resíduos de poda e capina foram transformados em toneladas adotando a massa específica de $1,2 \text{ t/m}^3$ ¹⁴ e $0,2 \text{ t/m}^3$ ¹⁵.

Com base no balanço de massas realizado na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I, apresentado na Figura 4.46, é possível inferir que:

- No período de estudo foram destinadas a área $500,30 \text{ m}^3/\text{dia}$ de RCD e $50,34 \text{ m}^3/\text{dia}$ de resíduos de poda e capina, sendo que também foram encaminhados para outros destinos $40 \text{ m}^3/\text{dia}$ de RCD, os quais também seriam descartados nesta área, o que totaliza aproximadamente $590,73 \text{ m}^3/\text{dia}$, que representam em massa $658,43 \text{ t/dia}$;
- Destas $658,43$ toneladas diárias de resíduos que adentram ao local $92,09\%$ acabaram destinadas a cava do aterro;
- No período de estudo saíram $52,06 \text{ t/dia}$ de resíduos da área do aterro de Cidade Aracy I, o que representou $7,91\%$ da massa total de resíduos encaminhada para este destino final;
- Dos resíduos que saem da central de triagem observou-se que apenas $3,34 \text{ t/dia}$, referem aos resíduos triados e comercializados pelo grupo de catadores, o que representa $0,5\%$ do total de resíduos que entraram na central de triagem. Cabe ressaltar que em números absolutos esse valor representa $801,60 \text{ t/ano}$ de material que voltará a cadeia produtiva;

¹⁴ Massa unitária obtida no item 4.9 deste estudo

¹⁵ Massa específica dos resíduos de poda e capina obtida no local, a qual considera estes resíduos sem compactação.

- Os resíduos sólidos domiciliares (RSD) como, por exemplo, matéria orgânica e embalagens não recicláveis correspondem a 0,72 t/dia das saídas, o que representa 0,11% da massa de entrada de resíduos;
- Os RCD rejeitados ou encaminhados para o aterro sanitário perfazem uma quantia de 48,00 t/dia, os quais representam 7,29% da massa inicial de entrada.

Com base no gráfico apresentado na Figura 4.47, é possível inferir que:

- Em São Carlos, pode-se estimar que o sistema integrado eliminou 52,06 t/dia de resíduos da cava do aterro, o que pode representar 12.494,40 t/ano. Assim, pode-se verificar que quando comparado com os demais períodos de estudo, a adoção de sistemas integrados de gerenciamento de RCD promoveu melhorias como aumento da vida útil do aterro de RCD.

A Figura 4.47 estabelece uma relação comparativa do gerenciamento em aterros de RCD em alguns períodos analisados neste trabalho, na qual foi adotada uma massa específica única para os RCD de 1,2 t/m³.

Figura 4.47 – Evolução do gerenciamento em aterros de RCD de São Carlos, SP
Fonte: SCHALCH et al. (1997) ¹, MARQUES NETO (2003) ² e AUTOR (2009) ³

Diante dos fatos, a adoção de uma central de triagem consiste em uma ferramenta benéfica e enriquecedora ao sistema de gestão e gerenciamento de RCD e volumosos, pois conforme constatado esta minimizou os impactos que poderiam ser gerados por uma disposição de resíduos inadequados ao aterro de RCD como resíduos de poda e capina, madeiras, plásticos, ferro e papel, e ainda possibilitou um aproveitamento econômico de tais

resíduos, comercializando uma média de R\$7.596,25 por mês durante o período de amostragem, resíduos este que retornarão a cadeia produtiva promovendo ganhos econômicos e ambientais.

4.5 Estimativa da Geração de RCD Destinados à Usina de Reciclagem de RCD (2009)

Neste estudo também foi realizado um trabalho de campo investigativo por meio de observações diretas extensivas e observações diretas intensivas na área por um período de 07 (sete) meses, cuja finalidade foi obter dados fundamentais para a composição final de uma estimativa de geração dos RCD no município de São Carlos – SP.

O período adotado para o monitoramento da usina foi de 07 (sete) meses em virtude do recebimento de RCD ser bastante variável nesta unidade, tal fato ocorre devido a defeitos no equipamento de moagem e acúmulo de RCD nas áreas de armazenamento, que inviabilizava o recebimento de material no local.

Para tanto, neste estudo adotou-se um monitoramento de um período que representasse ao menos meio ano, valor este considerado significativo na quantificação dos RCD destinados a este local. O estudo contemplou 58,33% de um ano, fornecendo a realidade do recebimento de RCD na usina de reciclagem.

Portanto, pode-se verificar que apesar de laboriosa a construção de índices através de tal base, esta enriquece o diagnóstico complementando o estudo dos grandes volumes descartados no município.

4.5.1 Levantamento de Dados dos Resíduos Destinados à Usina de Reciclagem (Entradas)

De maneira análoga ao levantamento de dados na central de triagem de RCD foi realizado um estudo dos volumes que deram entrada a esta área de estudo, a fim de posteriormente possibilitar um estudo comparativo com os volumes de saída dos resíduos triados e transformados. Assim, mediante o uso de dados significativos pode-se estimar a importância da adoção de uma unidade de tratamento de RCD em um sistema de gerenciamento integrado de RCD.

Para tanto, também foi realizado um monitoramento no qual foram feitas anotações diárias dos volumes de resíduos que adentravam ao recinto as quais eram compiladas em tabelas diárias e resumidas em tabelas mensais, que discriminam o tipo de agente coletor em quatro tipos: empresas de caçambas, empresas de terraplenagem, empresas e particulares – caminhões de construtoras, indústrias, veículos transportadores de aluguel e particulares – e Prefeitura Municipal.

4.5.1.1 Levantamento Cálculo do Volume de Resíduos Descartados na Usina de Reciclagem de RCD

No Apêndice B estão apresentadas as tabelas com os volumes descartados nos meses de maio de 2009, junho de 2009, julho de 2009, agosto de 2009, setembro de 2009, outubro de 2009 e novembro de 2009, respectivamente. Tais dados permitiram a estimar o volume diário de RCD e volumosos destinados a Usina de Reciclagem de RCD do município.

No levantamento realizado na usina de reciclagem pode-se constatar que foram destinados 7.550 m³ de RCD, o que representa uma média de **52,23 m³/dia**. A Tabela 4.20 apresenta o resumo dos dados sobre descarte de RCD na usina de reciclagem de RCD durante o período de observação.

Tabela 4.20 – Volume de RCD destinado a Usina de Reciclagem

Usina de Reciclagem de RCD (2009)				
Meses	Dias de Operação da Área	Volume Descartado de RCD (m³)	Volume Descartado de RCD (m³/dia)	Massa Descartada de RCD (t/dia) ⁽¹⁾
Maio	20	996	49,80	59,76
Junho	20	2.112	105,60	126,72
Julho	23	1.409	61,26	73,51
Agosto	21	1.126	53,62	64,34
Setembro	21	525	25,00	30,00
Outubro	21	811	38,62	46,34
Novembro	18	571	31,72	38,07
Média	-	-	52,23	62,68

⁽¹⁾ Massa unitária adotada 1,20 t/m³, conforme item 4.9 deste estudo.

Na usina de reciclagem foi observado que do total de 52,23 m³/dia, apenas 25,76 m³/dia foram transportados por empresas de caçambas e os demais 26,47 m³/dia por caminhões de empresas de terraplanagem e particulares. Na Tabela 4.21 estão elencados os dados quantificados sobre os volumes descartados pelos agentes coletores do município mês a mês.

Tabela 4.21 – Volume de RCD descartados na Usina de Reciclagem

Volume Descartado pelos Transportadores	Usina de Reciclagem de RCD (2009)							
	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Média
Empresas de caçambas (m ³ /dia)	34,40	53,60	22,30	18,14	12,86	19,81	19,22	25,76
Particulares e terraplanagem (m ³ /dia)	15,40	52,00	38,96	35,48	12,14	18,81	12,50	26,47
Total (m³/dia)	49,80	105,60	61,26	53,62	25,00	38,62	31,72	52,23

As informações da Tabela 4.21 demonstram que dentre os agentes coletores destinados a usina de reciclagem apenas 25,76 m³/dia representam empresas de caçambas. Isto revela que dentre os resíduos transportados por empresas de caçambas no município, apenas uma pequena parcela é destinada a usina, quando comparada com a quantidade descartada por esses coletores na central de triagem, que representa cerca de 398,85 m³/dia.

No período estudado pode-se notar que dentre os agentes envolvidos no descarte de RCD na usina de reciclagem os caminhões de grande porte das empresas de terraplanagem destinam cerca de 50,7% do volume descartado no local. Entretanto, é importante ressaltar que os materiais transportados por estas empresas geralmente consistiam em uma mistura de tijolos e solos, oriundas de limpeza de áreas de demolições.

A Tabela 4.22 apresenta a massa e volume descartado por diferentes agentes coletores na usina de reciclagem de RCD do município.

Tabela 4.22 – Massa e Volume de RCD descartados na Usina de Reciclagem de RCD

Transportador	Usina de Reciclagem de RCD (2009)		
	Volume Descartado (m ³ /dia)	Massa Descartada (t/dia) ⁽¹⁾	Porcentagem Descartada (%)
Empresas de caçambas	25,76	30,91	49,3
Particulares e terraplanagem	26,47	31,76	50,7
Total	52,23	62,68	100

⁽¹⁾ Massa unitária adotada no estudo 1,2 t/m³

Por fim, a análise dos dados apresentados neste item nos revela que o setor de limpeza pública urbana do município não destina os resíduos coletados em pontos autorizados para o descarte na usina de reciclagem de RCD.

Baseado em observações realizadas no município, tal fato deve-se a esses pontos ainda não possuírem infra-estrutura adequada que propicie inspeção, triagem e armazenamento distinto dos materiais, conforme a classificação da resolução CONAMA nº 307 de 2002, o que compromete o aproveitamento dos materiais devido estes se misturarem impossibilitando uma triagem eficiente.

4.5.2 Levantamento de Dados dos Resíduos Retirados e Comercializados na Usina de Reciclagem (Saídas)

De modo análogo ao levantamento das saídas da central de triagem e aterro de Cidade Aracy I, foi realizado um levantamento das saídas dos RCD e rejeitos dos resíduos da usina de reciclagem, a fim de posteriormente possibilitar um balanço de massas da usina.

4.5.2.1 Dados Sobre os Resíduos Retirados da Usina de Reciclagem

De acordo com informações dos responsáveis pela usina (PROHAB, 2009) dos RCD recebidos na unidade apenas 250 m³ por ano são considerados rejeitos, os quais são destinados ao aterro sanitário ou aterro de inertes conforme sua composição.

4.5.3 Determinação do Balanço de Massas da Usina de Reciclagem de RCD

Neste estudo também foi realizado um balanço de massas dos RCD que entraram e saíram da usina de reciclagem, conforme apresentado na Figura 4.48.

Figura 4.48 – Estimativa do balanço de massas efetuado na Usina de Reciclagem de RCD da PROHAB

Com base no balanço de massas realizado na usina de reciclagem de RCD, apresentado na Figura 4.48, é possível inferir que:

- No período de estudo foram destinadas a área 62,68 t/dia de RCD, das quais 60,00 t/d foram transformadas em agregados para fabricação de artefatos de cimento ou bica corrida. Assim, pode-se estimar que 95,72% dos RCD destinados a unidade de tratamento retornam a cadeia produtiva da construção civil;
- De acordo com os dados obtidos, aproximadamente 0,83 t/d são considerados rejeitos, os quais representam 1,32% dos RCD que entraram na respectiva unidade;
- Os resíduos Classe B representaram 1,85 t/d, os quais perfazem um total de 2,95% dos RCD destinados a esta unidade;
- Por fim, do total de RCD destinados a esta unidade de tratamento 98,68% tem com destino a produção de novos materiais ou reaproveitamento energético. Entretanto, pode-se estimar em valores absolutos são transformados 14.844,00 t/ano, o que representa uma redução do uso de aterros de RCD.

4.6 Estimativa do Volume de RCD por Movimento de Cargas dos Agentes Coletores

O presente item vislumbra apresentar os resultados do levantamento de dados sobre as quantidades transportadas por diversos agentes coletores do município como, por exemplo, empresas de caçambas, empresas de terraplanagem e carroceiros. Cabe ressaltar que tais dados foram obtidos por meio de entrevistas com esses agentes coletores envolvidos no sistema de gerenciamento de RCD (Apêndice A).

Nesta pesquisa também foi estimado o volume movimentado por carroceiros, os quais devem ser contemplados pelos futuros projetos de gerenciamento integrado dos RCD.

Diante dos dados fornecidos pelas empresas de caçambas pode-se estimar que estas empresas transportam **498,00 m³/dia**, o que representa em massa 597,60 t/dia.

O levantamento junto às empresas privadas de caçambas forneceu os dados apresentados na Tabela 4.23.

Tabela 4.23 – Volume estimado de RCD a partir de ação de empresas privadas de caçambas

Agente Coletor	Movimento de Cargas		
	Nº médio de caçambas (dia)	Volume das caçambas (m ³)	Volume transportado (m ³ /dia) ⁽³⁾
Empresa A ⁽¹⁾	17	5	85
Empresa B ⁽¹⁾	19	5	95
Empresa C	5	5	25
Empresa D	1	5	5
Empresa E	13	5	65
Empresa F	6	5	30
Empresa G ⁽²⁾	1	5	5
Empresa H	6	3	18
Empresa I	7	5	35
Empresa J	13	5	65
Empresa K	3	5	15
Empresa L	5	5	25
Empresa M	3	5	15
Empresa N	3	5	15
Total	102	-	498

⁽¹⁾ Valor obtido por meio da média do levantamento de campo dos itens 4.4 e 4.5 deste estudo, em virtude da empresa não responder a pergunta 5 do formulário de entrevista

⁽²⁾ Valor obtido por meio da média do levantamento de campo dos itens 4.4 e 4.5 deste estudo, em virtude da empresa ser adquirida por outro proprietário na data da entrevista

⁽³⁾ Mês com 24 dias (sábado: meio período ∴ 2 sábados mês)

De acordo, com os dados fornecidos pelas empresas de terraplanagem pode-se afirmar que estas geram **37,50 m³/dia**, o que representa em massa 45,00 t/dia.

O levantamento junto às firmas de terraplanagem forneceu os dados apresentados na Tabela 4.24.

Tabela 4.24 – Volume estimado de RCD a partir de ação de empresas de terraplanagem

Agente Coletor	Movimento de Cargas			
	Nº de médio de viagens (mês)	Volume transportado pelos caminhões (m³)	Volume transportado (m³/mês) ⁽²⁾	Volume transportado (m³/dia) ⁽²⁾
Empresa O	48	10	480	20
Empresa P ⁽¹⁾	24	10	240	10
Empresa Q	8	10	80	3
Empresa R	6	10	60	2,5
Empresa S ⁽¹⁾	5	10	50	2
Total	91	-	910	37,5

⁽¹⁾ Valor obtido por meio da média do levantamento de campo dos itens 4.4 e 4.5 deste estudo, em virtude da empresa não responder a pergunta 5 do formulário de entrevista

⁽²⁾ Mês com 24 dias (sábado: meio período .∴ 2 sábados mês)

Por fim, foram realizadas algumas entrevistas com carroceiros do município, a fim de estimar a quantidade de RCD movimentadas por estes agentes. De acordo com a PMSC (2010), o município de São Carlos possui 300 carroceiros cadastrados no programa do município para carroceiros, o qual é denominado de “Programa Carroceiros do Futuro”.

Porém, nas entrevistas com esses agentes coletores foi constatado que nem todos fazem a remoção de entulho das obras, sendo que alguns transportam materiais recicláveis. Nesta entrevista, foi verificado que esses carroceiros não possuem regularidade nos serviços prestados, tal fato deve-se a problemas de saúde dos carroceiros e doenças dos animais.

De acordo com os carroceiros entrevistados existem aproximadamente 20 carroceiros que fazem a remoção de RCD no município, tais profissionais removem em média 2 m³ semanalmente, de reformas de pequeno porte e limpeza de terrenos.

A Tabela 4.25 apresenta a estimativa dos RCD transportados por carroceiros do município.

Tabela 4.25 – Volume estimado de RCD a partir de ação de pequenos transportadores

Agente Coletor	Movimento de Cargas			
	Nº médio de carroças	Volume transportado por carroça (m³/semana)	Volume transportado (m³/mês) ⁽¹⁾	Volume transportado (m³/dia) ⁽²⁾
Carroças	20	2,0	160	6,67

⁽¹⁾ Considerando o mínimo diário de 1 viagem por carroça, conforme entrevista com carroceiros

⁽²⁾ Mês com 24 dias (sábado: meio período .∴ 2 sábados mês)

Com base, nas estimativas realizadas com os carroceiros temos um volume de **6,67 m³/dia** de RCD transportados por esses agentes coletores, o que representa 8,00 t/dia.

Diante dos dados apresentados pode-se afirmar que os agentes coletores transportam **542,17 m³/dia de RCD**, o que representa 650,60 t/dia adotando uma massa específica de 1,2 t/m³.

Segundo as empresas de caçambas dentre o volume transportado por estas aproximadamente 65% representam reformas, ampliações e demolições. Neste sentido, pode-se estimar que 323,70 m³/dia equivalem a reformas de grande e pequeno porte, demolições ou ampliações.

As empresas de terraplanagem informaram que a maioria suas movimentações de carga correspondem à preparação de terrenos para obras novas ou demolições, as quais representam 90% e 10% respectivamente. Assim, as demolições perfazem uma quantia de 3,75 m³/dia.

De acordo com os carroceiros, as reformas de pequeno porte perfazem uma quantia de 70% nos volumes transportados, sendo que os demais 30% representam limpezas de terreno. Assim, o volume de RCD oriundo de reformas equivale a 4,67 m³/dia.

Portanto, o volume de RCD gerado em reformas, ampliações e demolições que são coletados por agentes coletores do município equivale **332,12 m³/dia** ou 398,54 t/dia.

4.7 Estimativa do Volume de RCD por Áreas Licenciadas

A partir dos dados das áreas licenciadas para construções do município, no período de 2009, foi possível determinar o indicador que fornece uma estimativa da geração de RCD em obras formais.

A Figura 4.49 apresenta as áreas licenciadas no município de São Carlos, durante o período de estudo. Assim, com base nos dados apresentados no gráfico da Figura 4.49 pode-se constatar que o município licenciou 466.192,98 m² em 2009.

Figura 4.49 – Áreas licenciadas no município de São Carlos – SP em 2009

Fonte: PMSC (2009)

Para um correto dimensionamento da massa de RCD, foi adotada a taxa de geração de entulho obtida por na pesquisa de Marques Neto (2003), taxa esta que representa 137,02 kg/m².

Assim, pode-se estimar que a geração média de RCD em obras formalizadas foi de 221,80 t/dia, o que representa **184,83 m³/dia**. Cabe ressaltar que foram considerados 24 dias de geração de RCD ao mês.

4.8 Estimativa do Total do Volume de RCD Gerado em São Carlos

O presente item apresenta o resultado de uma compilação dos dados obtidos no monitoramento dos destinos finais dos RCD, na estimativa das cargas movimentadas de RCD e nas estimativas das áreas licenciadas do município. A referida compilação está apresentada nas tabelas 4.26, 4.27 e 4.28, as quais demonstram os valores da geração segundo cada parâmetro levantado.

Tabela 4.26 – Estimativa da geração total de RCD com base no monitoramento dos volumes descartados nos locais de destinação final

Referência	Geração (m³/dia)
RCD descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I ¹	500,29
RCD descartados na usina de reciclagem da PROHAB ²	52,23
RCD descartados no aterro sanitário (obras de cobertura) ³	40,00
Total	592,52

¹ valor obtido por meio de levantamento na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I

² valor obtido por meio de levantamento na usina de reciclagem de RCD da PROHAB

³ valor obtido por meio de entrevista (Apêndice A)

Tabela 4.27 – Estimativa da geração total de RCD com base no parâmetro movimento de cargas dos agentes coletores

Referência ¹	Geração (m³/dia)
RCD coletados por empresas de caçambas ²	498,00
RCD coletados por empresas de terraplanagem ²	37,50
RCD coletados por carroceiros ³	6,67
RCD coletados por particulares e empresas ⁴	76,29
Total	618,46

¹ considerados 24 dias ao mês

² valor obtido por meio de entrevista complementado com o levantamento de campo dos itens 4.4 e 4.5 deste estudo

³ valor obtido por meio de entrevista (Apêndice A)

⁴ valor obtido por meio de levantamento na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I

Tabela 4.28 – Estimativa da geração total de RCD com base no parâmetro das áreas licenciadas

Referência ¹	Geração (m³/dia)
RCD gerados em áreas licenciadas (novas edificações)	184,83
RCD gerados em reformas, ampliações e demolições (empresas licenciadas e carroceiros) ²	332,12
RCD coletados por particulares e empresas oriundos de reformas, ampliações e demolições ³	76,29
Parcela dos RCD coletados pela limpeza pública (áreas clandestinas) ³	43,15
Total	636,39

¹ considerados 24 dias ao mês

² valor obtido por meio de entrevista complementado com o levantamento de campo dos itens 4.4 e 4.5 deste estudo

³ valor obtido por meio de entrevista como a PMSC e levantamento no aterro de Cidade Aracy I

Com base nos resultados da geração obtida em cada parâmetro de estudo, é possível inferir que:

- A estimativa realizada com base no movimento de cargas por diversos agentes coletores apresentou uma geração de 618,46 m³/dia, a qual possui um valor intermediário com relação demais parâmetros obtidos. Contudo, durante as entrevistas pode-se verificar que tais informações fornecidas pelos entrevistados não se baseavam em dados seguros como, planilhas de controle da empresa e documentos;
- Diante desses fatos pode-se observar que segundo as entrevistas realizadas nas empresas de caçambas e terraplanagem, estas alegaram movimentar 498,00 m³/dia e 37,50 m³/dia respectivamente, dados estes que não conferem com os dados do monitoramento dos destinos finais, o qual detectou que tais empresas descartaram 430,61 m³/dia e 86,28 m³/dia de RCD respectivamente;
- O parâmetro das áreas licenciadas forneceu uma estimativa da geração de 636,39 m³/dia, o qual representou o maior valor de geração quando comparado com os demais parâmetros. Entretanto, pode-se observar que este parâmetro depende de dados dos demais parâmetros de estudo;
- Por fim, o parâmetro obtido através do monitoramento dos destinos finais apresentou o menor valor da geração, o qual estimou que no município são gerados 592,52 m³/dia;
- Dentre todos os índices analisados, a estimativa obtida por meio do monitoramento dos destinos finais demonstra ser a mais confiável, pois esta foi baseada no levantamento dos dados *in loco*, com confirmação das CTR entregues nestes destinos. Porém, este apresenta uma desvantagem, pois somente quantifica os descartes irregulares indiretamente, por meio dos veículos que realizam a limpeza pública do município;
- Assim, estima-se que o município de São Carlos gerou em 2009 aproximadamente **592,52 m³/dia** de RCD, o que representa em massa 711,02 t/dia;
- De acordo com dados obtidos na Vega Engenharia Ambiental (informação verbal)¹⁶, o município de São Carlos produz diariamente 156,00 toneladas de RSD, diante disso constata-se que a produção de RCD é maior que quatro vezes a produção de RSD;

¹⁶ Informação fornecida por Vega Engenharia Ambiental, em 2009

- Em 2009, o município de São Carlos gerou um volume de RCD per capita de **2,61 L/hab.dia**, o que representa em massa 3,13 kg/hab.dia, considerando a população de 226.789 habitantes (SEADE, 2009);
- A taxa de geração per capita de RCD de São Carlos é um pouco elevada quando comparada com outros municípios, a qual está mais próxima da taxa de geração do município de São José do Rio Preto, SP, conforme apresentado na Tabela 4.29.

Tabela 4.29 – Estimativa da geração em alguns municípios brasileiros

Municípios	População (mil)	Massa Gerada (t/dia)	Volume Gerado (m ³ /dia)	Geração per capita (L/hab.dia)	Fonte
Catanduva – SP ¹	112	150	125	1,11	MARQUES NETO (2009)
Fernandópolis – SP ¹	65	82	68	1,05	
Ituitaba – MG ²	89	67	61	0,68	TAVARES (2007)
Lavras – MG ¹	87	56	47	0,57	TROCA (2006)
Macedônia – SP ¹	4	6	5	1,25	MARQUES NETO (2009)
Mirassol – SP ¹	53	77	64	1,21	
Olímpia – SP ¹	50	76	63	1,26	
Paulo de Faria – SP ¹	9	17	14	1,56	
Presidente Prudente – SP ³	202	342	263	1,30	PINTO (2008)
Santa Maria – RS ¹	242	127	106	0,43	PIOVESAN JUNIOR (2007)
Santos – SP ¹	418	434	362	0,86	CASTRO (2003)
São Carlos – SP ⁴	197	381	635	3,22	MARQUES NETO (2003)
São Carlos – SP ¹	227	711	593	2,61	CÓRDOBA (2009)
São José do Rio Preto – SP ¹	413	1267	1056	2,56	MARQUES NETO (2009)

¹ Massa Unitária adotada no estudo 1,20 t/m³; ² Massa Unitária adotada no estudo 1,10 t/m³

³ Massa Unitária adotada no estudo 1,30 t/m³; ⁴ Massa Unitária adotada no estudo 0,60 t/m³

Fontes: CASTRO (2003); MARQUES NETO (2003); TROCA (2006); PIOVESAN JUNIOR (2007); TAVARES (2007); PINTO (2008), MARQUES NETO (2009) e AUTOR (2009), adaptada pelo autor

4.8.1 Comparativo entre os Volumes Gerados de RCD no Município em 2003 e 2009

Neste item estão serão apresentados os resultados de um paralelo realizado entre a estimativa de geração e a constatação de descartes clandestinos, das pesquisas Marques Neto (2003) e do autor.

Figura 4.50 – Evolução da geração dos RCD e dos descartes clandestinos
Fonte: MARQUES NETO (2003); AUTOR (2010)

Com base no paralelo entre estimativa de geração e a constatação de descartes clandestinos dos RCD em diferentes períodos, apresentado na Figura 4.50, é possível inferir que:

- A partir dos valores obtidos pelo monitoramento das áreas de tratamento e destinação final dos RCD em 2003 e 2009, pode-se observar que o município possuía em 2003 um valor de referência de geração de aproximadamente 572,05 m³/dia (valor de descarte em áreas monitoradas), o qual seria maior em virtude dos descartes clandestinos que totalizavam 27 pontos;
- Em 2009, o valor de referência obtido por esse mesmo parâmetro representou 592,52 m³/dia, o qual seria muito maior em virtude dos descartes clandestinos totalizarem 42 pontos, conforme item 4.10 deste estudo;
- Assim, quando comparados os dois períodos pode-se verificar que o crescimento dos descartes de RCD em áreas legalizadas foi pouco elevado, o que representou

um acréscimo de apenas 3,58% no período analisado. Entretanto, os descartes clandestinos aumentaram em 55,55% neste mesmo período;

- Portanto, pode-se concluir que de 2003 até 2009 a geração de RCD evoluiu mais do que o quantificado neste trabalho, isto pode ser explicado pela existência de 42 depósitos clandestinos que armazenam irregularmente os RCD devido à ineficácia da gestão corretiva, a qual não consegue realizar a limpeza de todos os pontos.

4.9 Caracterização Qualitativa dos RCD do Município de São Carlos

O presente item tem por finalidade apresentar a caracterização qualitativa dos resíduos de construção e demolição gerados no município de São Carlos, SP. Portanto, serão elencados os resultados da utilização de duas metodologias simplificadas para caracterização dos RCD, as quais contemplam a caracterização dos grandes volumes gerados levando em consideração o destino final como a central de triagem e aterro de Cidade Aracy I; e o sistema de tratamento de RCD, resíduos destinados ao aproveitamento após ser submetidos a um processo de transformação junto a Usina de Reciclagem de RCD do município. Por fim, será apresentada uma compilação de ambas as caracterizações constituindo a composição percentual total dos RCD do município.

4.9.1 Considerações Gerais

No estudo da gestão e gerenciamento de resíduos sólidos a caracterização qualitativa dos resíduos é uma etapa imprescindível, pois a partir da determinação dos constituintes e suas respectivas porcentagens em massa e volume é possível estabelecer estudos e medidas que priorizem a redução, reutilização, reciclagem e recuperação energética.

Neste sentido, os resultados da caracterização dos RCD se revestem de importância por expor os materiais que constituem os resíduos de construção e demolição gerados no município de São Carlos, SP de forma que estes servirão como instrumento de apoio as municipalidades, tomadores de decisão e empresários para o gerenciamento dos RCD.

Nesta pesquisa foram contempladas duas metodologias simplificadas de caracterização dos RCD, as quais durante o estudo demonstraram eficácia e rapidez em sua aplicação para municípios de pequeno e médio porte.

4.9.2 Caracterização Qualitativa dos RCD Destinados à Usina de Reciclagem

Neste item serão apresentados os resultados da caracterização qualitativa dos RCD destinados à usina de reciclagem, os quais foram obtidos mediante análise das amostras físicas e das imagens dos resíduos descartados neste local, seguindo os procedimentos metodológicos expostos neste estudo.

Dentre as amostras selecionadas observou-se que a primeira e a terceira foram classificadas na usina como “RCD cinza” – nos quais havia predominância de materiais cimentícios – sendo que a primeira amostra apresentava grande quantidade de placas de concreto proveniente da troca do pavimento de um posto de gasolina em reformas e a outra continha materiais oriundos uma empresa de concreto.

A segunda amostra selecionada consistia em uma caçamba classificada como “RCD misto”, a qual foi removida da reforma de uma residência de médio porte, nesta amostra havia a predominância de solo e telhas.

Por fim, vale ressaltar que as amostras de “RCD cinza” apresentam características mais homogêneas quando comparadas aos resíduos classificados como “RCD misto” – nos quais havia predominância de materiais diversos como: solos, areia, telhas, tijolos, argamassas e pequenas quantidades de concreto.

Cabe ressaltar que no Apêndice C estão apresentadas as tabelas com os resultados obtidos em ambas as metodologias de forma mais detalhada, nas quais podem ser visualizados os resultados do estudo comparativo das duas metodologias mediante a comparação da média e desvio padrão.

Pelo estudo comparativo das duas metodologias nas três amostras selecionadas pode-se verificar que o desvio padrão da maioria dos materiais que compõe as amostras apresenta-se abaixo da média, o que indica uma possível regularidade nas duas metodologias.

A Tabela 4.30 apresenta as características físicas predominantes nos resíduos amostrados bem como sua massa, volume e massa específica aparente úmida.

Tabela 4.30 – Características dos resíduos amostrados

Amostras	Resíduos Amostrados			
	Descrição do resíduo predominante	Massa (t)	Volume (m³)	Massa específica aparente úmida da amostra (t/m³)
Amostra 1 ⁽¹⁾	Concreto	11,70	10,0	1,170
Amostra 2 ⁽²⁾	Telhas e solo	5,47	5,0	1,094
Amostra 3 ⁽¹⁾	Areia, pedras e argamassa	13,33	10,0	1,333
Média	-	-	-	1,199

⁽¹⁾ RCD Cinza: material com predominância de material cimentício

⁽²⁾ RCD Misto: composição heterogênea de materiais como: cerâmicos, solo, argamassa, pedra e concreto

Nas Tabelas 4.31, 4.32 e 4.33 encontram sintetizados os resultados estimativos da composição percentual de cada material encontrado nas amostras pesquisadas, no qual são apresentados os valores percentuais estimados em massa e volume mediante o uso das duas metodologias propostas na metodologia deste estudo. Vale informar que nas referidas tabelas foram apresentados os valores médios obtidos mediante a média aritmética da composição percentual da metodologia 1 e metodologia 2.

Tabela 4.31 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 1

Materiais	Composição Percentual dos RCD					
	Metodologia 1 ⁽¹⁾		Metodologia 2 ⁽²⁾		Média ⁽³⁾	
	Volume	Massa	Volume	Massa	Volume	Massa
Concreto	85,76	91,78	85,19	91,45	85,47	91,62
Areia/ Solo	8,11	7,81	8,33	8,05	8,22	7,93
Argamassa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Componentes Cerâmicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pedra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fibrocimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plástico	5,33	0,41	6,48	0,50	5,91	0,45
Papel/Papelão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metais	0,80	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	100	100	100

⁽¹⁾ Metodologia de caracterização mediante a análise de imagens

⁽²⁾ Metodologia de caracterização por amostragem física

⁽³⁾ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2

Tabela 4.32 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 2

Materiais	Composição Percentual dos RCD					
	Metodologia 1 ⁽¹⁾		Metodologia 2 ⁽²⁾		Média ⁽³⁾	
	Volume	Massa	Volume	Massa	Volume	Massa
Concreto	7,23	5,66	13,52	9,91	10,37	7,78
Areia/ Solo	37,14	41,28	57,87	60,22	47,51	50,75
Argamassa	9,30	14,60	11,48	16,87	10,39	15,74
Componentes Cerâmicos	33,82	30,84	12,96	11,07	23,39	20,96
Pedra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fibrocimento	1,58	0,63	0,00	0,00	0,79	0,32
Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plástico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Papel/Papelão	5,79	0,86	2,78	0,39	4,28	0,62
Metais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	5,14	6,12	1,39	1,55	3,27	3,83
Gesso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	100	100	100

⁽¹⁾ Metodologia de caracterização mediante a análise de imagens

⁽²⁾ Metodologia de caracterização por amostragem física

⁽³⁾ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2

Tabela 4.33 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 3

Materiais	Composição Percentual dos RCD					
	Metodologia 1 ⁽¹⁾		Metodologia 2 ⁽²⁾		Média ⁽³⁾	
	Volume	Massa	Volume	Massa	Volume	Massa
Concreto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Areia/ Solo	40,23	33,53	56,02	48,83	48,12	41,18
Argamassa	20,44	22,30	14,35	16,37	17,40	19,34
Componentes Cerâmicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pedra	39,33	44,17	29,63	34,80	34,48	39,48
Fibrocimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plástico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Papel/Papelão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	100	100	100

⁽¹⁾ Metodologia de caracterização mediante a análise de imagens

⁽²⁾ Metodologia de caracterização por amostragem física

⁽³⁾ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2

A análise dos dados comparativos de ambas as metodologias nos permite observar que os materiais que apresentaram diferenças significativas referem-se a componentes como areia/solo e componentes cerâmicos.

Diante disso pode-se observar que tais diferenças constatadas devem-se a comprovação de um aspecto negativo quanto ao uso da metodologia 1 para caracterização de materiais que possuem pequena granulometria, como é o caso de materiais como solo, areia, pedra, “cacos” de materiais, dentre outros. Tais dados podem ser melhor observados na amostra 2 e 3, as quais apresentam predominância de solo, areia e pedras.

Assim, por meio da análise dos dados pode-se concluir que a metodologia 1 não consegue diferenciar misturas de solo, areia, pedra e “cacos” de materiais, o que reforça a necessidade de executar em conjunto alguma metodologia que contemple tais resíduos de menor granulometria.

Entretanto a metodologia 2 apresentou diferenças quando comparada com a metodologia 1 no que se refere a materiais volumosos como, grandes peças de concreto, cerâmica e tábuas de madeira, isto se deve a dificuldade de amostrar grandes peças em recipientes de 18 litros. Tais dados podem ser comprovados na amostra 2, a qual apresentava grandes peças de concreto, pedaços de parede demolida, tábuas e caibros.

Neste contexto, cabe ressaltar que a metodologia 2 foi considerada representativa na caracterização da amostra 1, pois apesar desta possuir volumosas placas de concreto essa amostra era mais homogênea quando comparadas com as amostras 2 e 3, o que facilitou o procedimento de amostragem.

Entretanto, devemos salientar que caso essas placas de concreto estivessem junto a materiais diversos tal metodologia seria inviabilizada devido à dificuldade técnica de coletar alíquotas representativas, que demandaria o uso de equipamentos de médio e grande porte para quebrar tais placas e possibilitar a amostragem em recipientes de 18 litros.

A análise dos dados obtidos no estudo comparativo das massas específicas aparente de ambas as metodologias (Tabela 4.34) nos permite observar que a metodologia 1 se distancia dos valores reais de 2,6% a 14,5 %, já a metodologia 2 apresenta diferença dos valores reais de 3,7% a 10,2%. Quando correlacionadas as metodologias 1 e 2 estas apresentam diferenças da ordem de 4,2% a 9,1%, o que aponta certa regularidade de ambas as metodologias.

Neste estudo comparativo a metodologia 1 se distanciou da caracterização real em aproximadamente 14,5% da amostra 3 em virtude desta apresentar predominância de

materiais de pequena granulometria como areia e pedras, evidenciando novamente que tal metodologia é distorcida da realidade para resíduos de baixa granulometria.

Neste sentido a metodologia 2 apresentou uma diferença de 10,2% do valor real na amostra 2, tal distanciamento deve-se ao fato de existirem nesta amostra materiais que apresentam grande volume como caibros, tábuas, peças de concreto e pedaços de demolição de muros, reforçando a deficiência desta metodologia na caracterização de resíduos com a presença de pilares, vigas, caibros, tábuas, dentre outros RCD volumosos.

A Tabela 4.34 apresenta os resultados da massa específica aparente calculada e os valores comparativos de eficiência das metodologias estudadas.

Tabela 4.34 – Massas específicas e erros comparativos das metodologias

Massa específica / Erro	Comparativo das metodologias		
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Massa específica da calculada da Metodologia 1 γ (kg/L) ⁽¹⁾	1,121	1,120	1,419
Massa específica da calculada da Metodologia 2 γ (kg/L) ⁽²⁾	1,118	1,196	1,357
Massa específica da calculada da média das metodologias γ (kg/L)	1,120	1,158	1,388
Massa específica real ⁽³⁾	1,170	1,094	1,333
Diferença das metodologias	0,003	0,076	0,108
Erro da metodologia 1	0,049	0,026	0,145
Erro da metodologia 2	0,050	0,102	0,037
Erro da média das metodologias	0,042	0,064	0,091

⁽¹⁾ Massa específica aparente obtida por meio das percentagens em volume da metodologia 1

⁽²⁾ Massa específica aparente obtida por meio das percentagens em volume da metodologia 2

⁽³⁾ Massa específica aparente obtida por pesagem de toda amostra

Com base nos resultados obtidos em ambas as metodologias pode-se verificar que estas apresentam aspectos negativos, os quais necessitam ser corrigidos para uma adequada caracterização qualitativa dos RCD.

Neste contexto, o presente estudo sugere a utilização das duas metodologias de forma que os aspectos negativos observados neste trabalho sejam supridos mediante o complemento de ambas as técnicas. Assim, mediante a adoção da média aritmética das caracterizações de ambas as metodologias será possível caracterizar corretamente as amostras que apresentam peças com grandes volumes – vigas, pilares, placas, pedaços de parede, caibros, tábuas, dentre outros – bem como possibilitará que as amostras que

apresentam materiais de menor granulometria sejam também caracterizadas adequadamente, possibilitando uma caracterização representativa dos RCD.

Conforme dados apresentados na Tabela 4.34 a média de ambas as metodologias distanciam-se dos valores reais de 4,2% a 9,1%, valores esses considerados toleráveis, pois seguem a mesma proporção de erro da metodologia 1 (2,6% a 14,5%) e da metodologia 2 (3,7% a 10,2%).

Volto a salientar que neste estudo os RCD foram determinados quanto sua origem em três grupos sendo o primeiro referente a resíduos de obras e serviços como, por exemplo, construções, reformas, demolições e resíduos de empresas de usinagem de concreto; o segundo grupo por resíduos provenientes de serviços de terraplenagem e o terceiro por RCD oriundos dos serviços de limpeza pública.

Assim, verificou-se que a quantidade de resíduos destinados a usina era composta por 100% de resíduos pertencentes ao primeiro grupo. Cabe informar que algumas empresas de terraplanagem destinam resíduos à usina, porém estes resíduos pertencem geralmente a demolições.

Por fim, os resíduos foram quantificados quanto a sua categoria de classificação para reciclagem sendo classificados em dois grupos, sendo o primeiro relativo à “RCD cinza” e o segundo em “RCD misto”.

A partir de então, as amostras foram divididas segundo as categorias de classificação de RCD para reciclagem, nas quais as amostras 1 e 3 corresponderam a “RCD cinza” enquanto a amostra 2 representou a categoria de “RCD misto”. Cabe informar que durante as observações foi diagnosticado que as categorias de RCD para reciclagem possuem características homogêneas quando comparadas com os RCD destinados a central de triagem e aterro de Cidade Aracy I, o que permite considerar tais amostras representam uma estimativa da realidade dos resíduos destinados a usina.

Assim, as informações obtidas na quantificação permitiram observar que apenas 9,0% dos resíduos destinados a unidade são considerados como “RCD cinza”, e os demais 91,0% correspondem a “RCD misto”.

A Tabela 4.35 e a Figura 4.51 demonstram o volume quantificado mês a mês e a composição percentual média das quantidades geradas de RCD, segundo as categorias de classificação de materiais para reciclagem.

Tabela 4.35 – Volume por categoria de RCD destinado a usina de reciclagem

Meses	Usina de Reciclagem de RCD (2009)		
	Volume Descartado de RCD Cinza (m ³ /dia) ¹	Volume Descartado de RCD de Misto (m ³ /dia) ²	Volume Total Descartado de RCD (m ³ /dia)
Maio	3,00	46,80	49,80
Junho	10,80	95,05	105,85
Julho	1,96	59,30	61,26
Agosto	10,72	42,90	53,62
Setembro	0,00	25,00	25,00
Outubro	0,95	37,67	38,62
Novembro	5,56	26,16	31,72
Média	4,71	47,55	52,26

⁽¹⁾ RCD Cinza: material com predominância de material cimentício

⁽²⁾ RCD Misto: composição heterogênea de materiais como: cerâmicos, solo, argamassa, pedra e concreto

Figura 4.51 – Composição percentual quantitativa das categorias de RCD destinados a usina de reciclagem

Fonte: Autor

Na Tabela 4.36 estão apresentados os resultados da composição percentual por tipo de material destinado à usina de reciclagem de RCD do município, após a ponderação segundo a composição percentual quantitativa, conforme a Equação 3 do Capítulo 3.

Tabela 4.36 – Estimativa da composição percentual dos RCD destinados à usina de reciclagem

Materiais	Composição Percentual dos RCD da Usina de Reciclagem					
	Média das Amostras de "RCD cinza"		Média das Amostras de "RCD misto"		Composição Final dos materiais	
	Volume	Massa	Volume	Massa	Volume	Massa
Concreto	42,74	45,81	10,37	7,78	13,28	11,20
Areia/ Solo	28,17	24,56	47,51	50,75	45,77	48,39
Argamassa	8,70	9,67	10,39	15,74	10,24	15,19
Componentes Cerâmicos	0,00	0,00	23,39	20,96	21,28	19,07
Pedra	17,24	19,74	0,00	0,00	1,55	1,78
Fibrocimento	0,00	0,00	0,79	0,32	0,72	0,29
Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plástico	2,95	0,23	0,00	0,00	0,27	0,02
Papel/Papelão	0,00	0,00	4,28	0,62	3,90	0,57
Metais	0,20	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	0,00	0,00	3,27	3,83	2,97	3,49
Gesso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	100	100	100

A partir dos dados finais da caracterização qualitativa dos resíduos de construção e demolição destinados à usina de reciclagem de RCD, apresentados na Tabela 4.36, é possível inferir que:

- Da composição volumétrica dos RCD destinados à usina de reciclagem, a maior participação deve-se aos resíduos como areia/solo, com 45,77%, em segundo lugar os componentes cerâmicos, com 21,28%, ocupando a terceira posição o concreto, com 13,28%, seguido pela argamassa (10,24%) e em sétimo lugar as pedras, com 1,55%, resíduos estes, classificados como resíduos “Classe A” pela resolução CONAMA nº 307, passíveis de reutilização ou reciclagem como agregados em usinas de processamento;

- Com relação aos resíduos “Classe B” observa-se uma baixa representatividade destes tanto em massa quanto em volume quando comparados com os resíduos “Classe A” apresentando cerca de 4% e 7% em massa e volume respectivamente. Cabe ressaltar que isto ocorre devido, principalmente pela orientação fornecida aos agentes coletores que somente destinam a esta unidade resíduos pré-selecionados por eles, os quais possuem características mais homogêneas e são compostos basicamente por concreto, tijolos, solo/ areia, argamassa e pedras;
- Levando em consideração as categorias de classificação dos RCD na usina de reciclagem pode-se concluir que a caracterização qualitativa volumétrica aponta que aproximadamente 25% são pertencentes à classe “RCD cinza” e cerca de 70% possuem características de “RCD misto”;
- Cabe informar que a participação em volume de resíduos como fibrocimento e gesso é praticamente nula, pois há uma correta vistoria para o recebimento do material impedindo a entrada deste tipo de resíduos na unidade;
- Na unidade de reciclagem a composição de resíduos denominados de outros – materiais como roupas, isopor, panos, luvas, capacetes, espumas, borrachas, trenas – pode ser considerada praticamente nula;
- Portanto, baseado na caracterização qualitativa pode-se verificar que cerca de 90% do volume ou 96% em massa dos resíduos destinados à usina de reciclagem possuem potencial para serem reciclados como bica corrida e/ou agregados;
- Assim, pode-se estimar que aproximadamente 90% da composição volumétrica e 96% da composição volumétrica dos RCD destinados à área em estudo possuem potencial para retornar à cadeia produtiva da construção civil.

Para finalizar são apresentados nas Figuras 4.52 e 4.53 dois gráficos de setor que visam ilustrar de forma didática os resultados da caracterização física realizada na usina de reciclagem de RCD do município.

Figura 4.52 – Estimativa percentual da composição volumétrica dos RCD destinados a Usina de Reciclagem da PROHAB

Fonte: Autor

Figura 4.53 – Estimativa percentual da composição gravimétrica dos RCD destinados a Usina de Reciclagem da PROHAB

Fonte: Autor

4.9.3 Caracterização Qualitativa dos RCD Destinados à Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I

Neste item estão apresentados os resultados da caracterização qualitativa dos RCD destinados à central de triagem e aterro de Cidade Aracy I, os quais também foram obtidos por meio de análise das amostras físicas e imagens dos resíduos descartados nesta área, seguindo também as recomendações metodológicas apontadas neste estudo.

Durante o procedimento de amostragem observou-se que a primeira amostra de RCD transportada por empresas de caçambas consistia em resíduos gerados em uma obra de médio porte e as outras duas amostras consistiam em resíduos de construções novas de médio porte. Neste contexto, as amostras de RCD transportadas por empresas de terraplenagem possuíam origem em obras infra-estrutura.

Por meio de observações durante as coletas das amostras *in loco* verificou-se que os resíduos transportados por empresas de caçambas possuem características bastante heterogêneas, tanto em sua composição como em sua granulometria, nos quais há predominância de materiais diversos como: solos, areia, madeira, papelão, telhas, tijolos, argamassas e concreto. Já os resíduos transportados por empresas de terraplenagem possuíam predominância de solo e pequenas quantidades de vegetação em sua composição.

A Tabela 4.37 apresenta as características físicas predominante dos resíduos amostrados bem como as estimativas de massa, volume e massa específica aparente úmida.

Tabela 4.37 – Características dos resíduos amostrados na central de triagem e aterro de RCD

Resíduos Amostrados				
Amostras	Descrição do resíduo predominante	Massa Estimada (t) ⁽¹⁾	Volume (m ³)	Estimativa da Massa específica aparente úmida da amostra (t/m ³)
Amostra 1 ⁽²⁾	Madeira, tijolos e argamassa	4,33	5,00	0,867
Amostra 2 ⁽²⁾	Cerâmicos, solo e argamassa	2,80	3,00	0,933
Amostra 3 ⁽²⁾	Cerâmicos, solo e argamassa	3,00	5,00	0,599
Amostra 4 ⁽³⁾	Solo	7,90	5,00	1,580
Amostra 5 ⁽³⁾	Solo e vegetação	12,09	8,00	1,511
Média	-	-	-	1,098

⁽¹⁾ Valores estimados com base na extrapolação de valores das amostras coletadas na metodologia 2

⁽²⁾ RCD oriundo de construções, demolições, reformas e reparos

⁽³⁾ RCD oriundo de terraplenagem e obras de escavação

Vale informar que o Apêndice C também contempla a apresentação dos resultados do uso das duas metodologias de caracterização apresentada neste trabalho, com as quais foi possível estimar a composição percentual dos RCD destinados ao local de estudo.

Os dados finais da comparação das duas metodologias nas cinco amostras apresentaram uma possível regularidade, devido à maioria dos materiais presentes nas amostras apresentarem desvio padrão abaixo da média.

As análises apresentadas neste item permitiram novamente comprovar que a metodologia 1 possui um aspecto negativo para caracterizar materiais de baixa granulometria – pequenas pedras, argamassas, “cacos” cerâmicos e areia/solo – os quais apresentaram diferenças das percentagens em volume mediante a comparação de ambas as metodologias. Tais dados podem ser observados nos resultados das amostras 1, 2 e 3 (vide Apêndice C), as quais apresentam predominância de solo, areia e pedras.

No que tange a metodologia 2 esta apresentou distorções frente à metodologia 1 principalmente em materiais volumosos e de grande granulometria como, por exemplo, caibros, tábuas, grandes pedaços de pedras e concreto. Tais dados podem ser observados nos resultados das amostras de 1 a 5 do Apêndice C.

Assim, por meio das análises apresentadas neste estudo pode-se concluir a existência de deficiências em ambas as metodologias, evidenciando a necessidade de aprimorar a caracterização física dos RCD mediante o uso em conjunto destas duas metodologias apresentadas de forma que uma complemente a outra.

Nas Tabelas 4.38, 4.39, 4.40, 4.41 e 4.42 estão sintetizados os resultados estimativos da composição percentual de cada material encontrado nos RCD das amostras pesquisadas, nas quais estão apresentados os valores percentuais estimados em massa e volume mediante o uso das duas metodologias propostas na metodologia deste estudo.

Cabe informar que nas referidas tabelas foram apresentados os valores médios obtidos mediante a média aritmética da composição percentual da metodologia 1 e metodologia 2.

Tabela 4.38 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 1

Materiais	Composição Percentual dos RCD					
	Metodologia 1 ⁽¹⁾		Metodologia 2 ⁽²⁾		Média ⁽³⁾	
	Volume	Massa	Volume	Massa	Volume	Massa
Concreto	8,75	11,48	7,44	8,66	8,10	10,07
Areia/ Solo	14,84	20,28	22,98	27,83	18,91	24,05
Argamassa	13,38	18,73	17,03	21,12	15,21	19,93
Componentes Cerâmicos	31,72	35,75	28,38	28,35	30,05	32,05
Pedra	0,00	0,00	5,96	6,95	2,98	3,47
Fibrocimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plástico	3,47	0,39	3,43	0,34	3,45	0,37
Papel/Papelão	8,44	1,30	8,37	1,14	8,41	1,22
Metais	0,28	0,34	0,33	0,37	0,30	0,36
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	19,13	11,72	2,98	1,62	11,05	6,67
Gesso	0,00	0,00	3,09	3,62	1,54	1,81
Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	100	100	100

⁽¹⁾ Metodologia de caracterização mediante a análise de imagens⁽²⁾ Metodologia de caracterização por amostragem física⁽³⁾ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2**Tabela 4.39** – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 2

Materiais	Composição Percentual dos RCD					
	Metodologia 1 ⁽¹⁾		Metodologia 2 ⁽²⁾		Média ⁽³⁾	
	Volume	Massa	Volume	Massa	Volume	Massa
Concreto	7,24	8,43	34,01	36,12	20,62	22,28
Areia/ Solo	16,60	19,92	29,87	32,71	23,24	26,31
Argamassa	27,48	35,71	0,00	0,00	13,74	17,86
Componentes Cerâmicos	30,58	30,39	33,09	30,01	31,83	30,20
Pedra	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01
Fibrocimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Asfalto	0,00	0,00	0,46	0,45	0,23	0,22
Plástico	1,26	0,05	0,46	0,02	0,86	0,04
Papel/Papelão	3,03	0,43	0,00	0,00	1,51	0,22
Metais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	13,70	4,91	2,11	0,69	7,91	2,80
Gesso	0,10	0,12	0,00	0,00	0,05	0,06
Outros	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	100	100	100

⁽¹⁾ Metodologia de caracterização mediante a análise de imagens⁽²⁾ Metodologia de caracterização por amostragem física⁽³⁾ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2

Tabela 4.40 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 3

Materiais	Composição Percentual dos RCD					
	Metodologia 1 ⁽¹⁾		Metodologia 2 ⁽²⁾		Média ⁽³⁾	
	Volume	Massa	Volume	Massa	Volume	Massa
Concreto	9,48	11,97	25,87	29,71	17,67	20,84
Areia/ Solo	35,29	55,16	10,90	15,48	23,10	35,32
Argamassa	8,76	10,42	5,51	5,96	7,13	8,19
Componentes Cerâmicos	8,28	10,28	36,49	41,20	22,38	25,74
Pedra	0,00	0,00	0,46	1,12	0,23	0,56
Fibrocimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plástico	4,46	0,51	0,00	0,00	2,23	0,26
Papel/Papelão	20,74	3,46	12,93	1,96	16,84	2,71
Metais	5,97	2,32	0,28	0,10	3,12	1,21
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	5,55	5,84	4,62	4,41	5,08	5,12
Gesso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	1,48	0,03	2,95	0,06	2,22	0,04
Total	100	100	100	100	100	100

⁽¹⁾ Metodologia de caracterização mediante a análise de imagens

⁽²⁾ Metodologia de caracterização por amostragem física

⁽³⁾ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2

Tabela 4.41 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 4

Materiais	Composição Percentual dos RCD					
	Metodologia 1 ⁽¹⁾		Metodologia 2 ⁽²⁾		Média ⁽³⁾	
	Volume	Massa	Volume	Massa	Volume	Massa
Concreto	3,99	2,81	0,83	0,59	2,41	1,70
Areia/ Solo	96,01	97,19	91,33	93,72	93,67	95,46
Argamassa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Componentes Cerâmicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pedra	0,00	0,00	7,84	5,68	3,92	2,84
Fibrocimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plástico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Papel/Papelão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	100	100	100

⁽¹⁾ Metodologia de caracterização mediante a análise de imagens

⁽²⁾ Metodologia de caracterização por amostragem física

⁽³⁾ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2

Tabela 4.42 – Composição percentual em massa e volume dos materiais da amostra 5

Materiais	Composição Percentual dos RCD					
	Metodologia 1 ⁽¹⁾		Metodologia 2 ⁽²⁾		Média ⁽³⁾	
	Volume	Massa	Volume	Massa	Volume	Massa
Concreto	1,26	0,85	0,00	0,00	0,63	0,43
Areia/ Solo	98,32	98,84	96,26	96,90	97,29	97,87
Argamassa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Componentes Cerâmicos	0,16	0,09	0,00	0,00	0,08	0,05
Pedra	0,27	0,22	3,74	3,10	2,00	1,66
Fibrocimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plástico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Papel/Papelão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	100	100	100

⁽¹⁾ Metodologia de caracterização mediante a análise de imagens

⁽²⁾ Metodologia de caracterização por amostragem física

⁽³⁾ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2

Neste item também foi efetuado um comparativo das duas metodologias a fim de verificar a eficiência de ambas.

Contudo, neste item foram feitas comparações de modo diferenciado das realizadas na caracterização quantitativa dos RCD destinados a usina de reciclagem. Tais comparações foram executadas de forma diferenciada em virtude da inexistência de uma balança rodoviária nas proximidades da central de triagem e aterro de RCD.

Assim, nesta análise foi efetuado um comparativo das massas específicas aparente calculadas para as duas metodologias, as quais foram obtidas de mediante o uso das equações apresentadas na metodologia (Equação 1 e Equação 2).

Quando correlacionadas as metodologias 1 e 2 estas apresentam diferenças da ordem de 0,2% a 11,1%, o que remete a certa regularidade de ambas as metodologias. Entretanto, essa pequena diferença entre as metodologias também aponta a existência de algumas distorções que podem ser minimizadas mediante o uso das duas técnicas.

A Tabela 4.43 apresenta os resultados da massa específica aparente calculada e os valores comparativos de eficiência das metodologias estudadas.

Tabela 4.43 – Massas específicas e erros comparativos das metodologias

Massa específica / Erro	Comparativo das metodologias				
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 3	Amostra 3
Massa específica da calculada da Metodologia 1 γ (kg/L) ⁽¹⁾	0,867	0,933	0,599	1,580	1,511
Massa específica da calculada da Metodologia 2 γ (kg/L) ⁽²⁾	0,978	1,023	0,659	1,558	1,509
Massa específica da calculada da média das metodologias γ (kg/L) ⁽³⁾	0,922	0,978	0,629	1,569	1,510
Diferença das metodologias	0,111	0,090	0,060	0,022	0,002

⁽¹⁾ Massa específica aparente obtida por meio das percentagens em volume da metodologia 1

⁽²⁾ Massa específica aparente obtida por meio das percentagens em volume da metodologia 2

⁽³⁾ Massa específica aparente obtida por pesagem de toda amostra

Cabe informar que para determinação da provável composição final dos RCD destinados a Usina de Reciclagem, tomou-se como base somente a origem dos RCD.

Para tanto, os RCD foram determinados quanto sua origem em três grupos sendo o primeiro referente aos resíduos de obras e serviços como, por exemplo, construções, reformas, demolições e reparos, o segundo grupo por resíduos provenientes de serviços de terraplenagem e obras de escavação e por fim o terceiro grupo referente aos serviços de limpeza pública que compõe os resíduos cuja origem são os descartes clandestinos.

Cabe informar que o presente estudo de caracterização não contemplará os RCD provenientes de serviços de limpeza pública, pois a realização de uma caracterização utilizando ambas as metodologias exigiria uma coleta de resíduos em áreas clandestinas de vários bairros do município, por um grande período de tempo a fim de que as amostras conduzissem a uma caracterização representativa.

Neste contexto, vale ainda ressaltar que estes resíduos são de difícil caracterização devido estes possuírem características bastante heterogêneas com a presença de outros resíduos – poda e capina, resíduos sólidos domiciliares, e outros volumosos – que podem inviabilizar a caracterização por meio das metodologias deste trabalho.

Assim, para possuir uma correta caracterização dos resíduos provenientes de pequenos geradores seria necessária a existência de ecopontos que realizassem a triagem dos RCD e volumosos dispendo em recipientes distintos os resíduos, o que tornaria o processo

de caracterização dos pequenos geradores viável e representativo. Tal processo consistiria no acompanhamento das quantidades geradas em diversos ecopontos do município com a coleta de amostras por meio do uso das duas metodologias.

Porém cabe ressaltar que a desconsideração dos volumes gerados pelos pequenos geradores não implicará em grandes distorções na caracterização qualitativa final do município, isto fica mais bem evidenciado devido estes representarem aproximadamente 7,28%¹⁷ do total de RCD gerado no município. Portanto, pode-se afirmar que a composição destes sendo bastante heterogênea e sua quantidade pouco expressiva acabaria por gerar valores pouco representativos na composição final do aterro de RCD e do município.

A análise dos dados quantitativos apontou que 86,2% dos resíduos destinados à central de triagem e aterro de RCD pertencem ao primeiro grupo e os demais 13,8% compõe ao segundo grupo.

A Tabela 4.44 e a Figura 4.54 demonstram o volume quantificado de RCD e a composição percentual média quantitativa dos dois primeiros grupos referidos anteriormente.

Tabela 4.44 – Quantidade de RCD classificada por origem

Meses	Central de Triagem de RCD (2009)		
	Volume Descartado de Construções, Demolições, Reformas e Reparos (m³/dia) ¹	Volume Descartado de Terraplenagem e Obras de Escavação (m³/dia)	Volume Total Descartado de RCD (m³/dia)
Média dos RCD do Aterro de Cidade Aracy	422,64	52,51	475,15
Média dos RCD encaminhados ou rejeitados para o Aterro Sanitário ⁽²⁾	6,00	16,00	22,00
Total	428,64	68,51	497,15

⁽¹⁾ Desconsiderados os resíduos oriundos de limpeza pública (43,15 m³/dia)

⁽²⁾ RCD destinados a central de triagem e encaminhados para o aterro sanitário devido a existência de outros resíduos misturados ou reaproveitando material para cobertura deste.

¹⁷ Valor estimado por meio das quantidades de RCD coletadas e destinadas ao aterro de inertes e ao aterro sanitário pelo serviço de limpeza pública, as quais representam 43,15 m³/dia.

Figura 4.54 – Composição percentual média por origem de RCD destinados a central de triagem e aterro de RCD

Fonte: Autor

A fim de aplicar o procedimento análogo ao efetuado na caracterização física da usina as amostras foram reunidas em grupos semelhantes sendo as amostras 1, 2 e 3 classificadas como pertencentes ao primeiro grupo – RCD oriundos de construções, demolições, reformas e reparos – e as demais amostras consideradas como o segundo grupo – RCD oriundos de terraplenagem e obras de escavação.

Posteriormente a classificação de tais amostras foi realizada uma média das caracterizações físicas para amostras pertencentes ao mesmo grupo, as quais foram submetidas a ponderações baseadas nos dados quantitativos efetuados neste trabalho.

Seguindo o mesmo critério apresentado na caracterização dos materiais existentes na usina de reciclagem foi utilizada a Equação 4 da metodologia, a fim de determinar a estimativa final da caracterização gravimétrica e volumétrica dos RCD destinados à central de triagem e aterro de RCD do município.

A Tabela 4.45 apresenta a estimativa percentual dos RCD, segundo os grupos de classificação e a composição percentual em massa e volume dos RCD destinados a área em estudo.

Tabela 4.45 – Estimativa da composição percentual dos RCD destinados Central de Triagem

Materiais	Composição Percentual dos RCD da Central de Triagem					
	Média das Amostras de Construção, Demolição, Reformas e Reparos		Média das Amostras de Terraplenagem e Obras de Escavação		Composição Final dos Materiais	
	Volume	Massa	Volume	Massa	Volume	Massa
Concreto	15,46	17,73	1,52	1,06	13,54	15,43
Areia/ Solo	21,75	28,56	95,48	96,66	31,92	37,96
Argamassa	12,03	15,32	0,00	0,00	10,37	13,21
Componentes Cerâmicos	28,09	29,33	0,04	0,02	24,22	25,29
Pedra	1,07	1,35	2,96	2,25	1,33	1,47
Fibrocimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Asfalto	0,08	0,07	0,00	0,00	0,07	0,06
Plástico	2,18	0,22	0,00	0,00	1,88	0,19
Papel/Papelão	8,92	1,38	0,00	0,00	7,69	1,19
Metais	1,14	0,52	0,00	0,00	0,98	0,45
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	8,01	4,87	0,00	0,00	6,91	4,19
Gesso	0,53	0,62	0,00	0,00	0,46	0,54
Outros	0,74	0,01	0,00	0,00	0,64	0,01
Total	100	100	100	100	100	100

Os dados finais da caracterização física dos resíduos de construção e demolição destinados à central de triagem e aterro de RCD, apresentados na Tabela 4.45, revelam que:

- Da composição volumétrica dos RCD destinados à central de triagem e aterro de RCD de São Carlos, a maior participação deve-se aos resíduos como areia/solo, com 31,92%, em segundo lugar os componentes cerâmicos, com 24,22%, ocupando a terceira posição o concreto, com 13,54%, seguido pela argamassa (10,37%) e em oitavo lugar as pedras, com 1,33%, resíduos estes, classificados como resíduos “Classe A” pela Resolução CONAMA nº 307, passíveis de reutilização ou reciclagem como agregados. Neste contexto, foi possível verificar que tais resíduos possuem participação proporcional nas caracterizações tanto em massa quanto em volume;
- Da classificação em volume dos resíduos “Classe B” merece destaque o papel/papelão, com 7,69%, seguido pela madeira (6,91%), plástico (1,88), e

metais (0,98%), materiais esses que representam baixa participação em massa, na qual o papel/ papelão representam 1,19%, madeira (4,19%), plástico (0,19%) e metais (0,45%). Desta forma é possível observar que tais resíduos podem ocupar grande volume quando aterrados, o que pode causar a redução da vida útil do aterro;

- Cabe informar que a participação em volume de resíduos como gesso (0,46%) e asfalto (0,07%) é relativamente baixa, o mesmo observa-se na composição em massa em que o gesso representa 0,54% e asfalto 0,06%. Entretanto, devemos salientar que em ambas as unidades são proibidas a entrada de gesso, o qual acaba por gerar problemas ao município, pois acabam sendo dispostos em áreas clandestinas. Cabe informar, que o asfalto é oriundo de pequenas obras de reparos de tubulações e gera quantidades pouco representativas;
- Verifica-se a presença de materiais denominados de outros representando em 0,01 e 0,64% em massa e volume, respectivamente, os quais são compostos por materiais como roupas, isopor, panos, luvas, capacetes, espumas, borrachas, trenas, os quais geralmente se encontravam danificados e sujos, não sendo possível sua reutilização ou reciclagem;
- Portanto, baseado na caracterização volumétrica pode-se verificar que cerca de 80% dos resíduos destinados à central de triagem e aterro de Cidade Aracy I possuem potencial para ser reciclados em usinas de RCD, mediante adequada triagem, pois estes se enquadram na “Classe A” da resolução CONAMA nº 307;
- Assim, pode-se concluir que aproximadamente 17% da composição volumétrica dos RCD destinados à área em estudo têm potencial para serem reutilizados, reciclados ou recuperados energeticamente para outros fins, pois se enquadram na “Classe B” da resolução CONAMA nº 307.

Para finalizar este item são apresentados nas Figuras 4.55 e 4.56 dois gráficos de setor que visam ilustrar de forma didática os resultados da caracterização quantitativa realizada na central de triagem e aterro de RCD de Cidade Aracy I.

Figura 4.55 – Estimativa percentual da composição volumétrica dos RCD destinados à Central de Triagem e aterro de RCD de Cidade Aracy I

Fonte: Autor

Figura 4.56 – Estimativa percentual da composição gravimétrica dos RCD destinados à Central de Triagem e aterro de RCD de Cidade Aracy I

Fonte: Autor

4.9.4 Caracterização Qualitativa dos RCD no Município de São Carlos

Para finalizar o estudo da caracterização quantitativa em massa e volume dos RCD, apresentamos neste item uma compilação dos resultados das caracterizações da usina de reciclagem e aterro de Cidade Aracy I em função da quantidade destinada a cada área.

Para tanto, foram utilizados os dados obtidos na quantificação dos RCD nas referidas áreas. Com base nos resultados dessa quantificação observou-se que apenas 8,8% dos resíduos do município são destinados ao aproveitamento, possuindo composição percentual semelhante à descrita no item deste estudo denominado caracterização quantitativa dos RCD da usina de reciclagem, já os demais 91,2% possuem materiais na mesma proporção dos RCD classificados no item deste trabalho referente à caracterização quantitativa dos RCD da central de triagem e aterro de Cidade Aracy I.

A Figura 4.57 apresenta a composição percentual média dos RCD destinados ao aterro de Cidade Aracy I e usina de reciclagem de RCD.

Figura 4.57 – Composição percentual média por destino final dos RCD

Fonte: Autor

Para a determinação da estimativa da composição percentual em massa e volume dos RCD no município de São Carlos-SP fez-se uso da Equação 5 apresentada no Capítulo 3.

Do cálculo mencionado anteriormente, determinamos a caracterização qualitativa dos resíduos de construção e demolição no município de São Carlos, quanto a sua composição em volume e massa, de forma a apresentar os tipos de materiais em concreto, areia/solo, argamassa, componentes cerâmicos, pedra, fibrocimento, asfalto, plástico, papel/papelão, metais, vidro, madeira, gesso e outros.

A Tabela 4.46 apresenta o resultado da estimativa da composição percentual em massa e volume dos RCD do município de São Carlos

Tabela 4.46 – Estimativa da composição percentual dos RCD do município de São Carlos

Materiais	Caracterização dos RCD de São Carlos-SP (2009)					
	Composição percentual do aterro de RCD		Composição percentual da usina de reciclagem		Composição percentual do município	
	Volume	Massa	Volume	Massa	Volume	Massa
Concreto	13,92	15,88	13,28	11,20	13,86	15,47
Areia/ Solo	29,93	36,12	45,77	48,39	31,33	37,20
Argamassa	10,69	13,62	10,24	15,19	10,65	13,76
Componentes Cerâmicos	24,97	26,08	21,28	19,07	24,65	25,46
Pedra	1,28	1,45	1,55	1,78	1,31	1,48
Fibrocimento	0,00	0,00	0,72	0,29	0,06	0,03
Asfalto	0,07	0,07	0,00	0,00	0,06	0,06
Plástico	1,94	0,20	0,27	0,02	1,79	0,18
Papel/Papelão	7,93	1,23	3,90	0,57	7,57	1,17
Metais	1,02	0,46	0,02	0,00	0,93	0,42
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	7,12	4,33	2,97	3,49	6,76	4,25
Gesso	0,47	0,55	0,00	0,00	0,43	0,51
Outros	0,66	0,01	0,00	0,00	0,60	0,01
Total	100	100	100	100	100	100

Com base nos dados finais da caracterização qualitativa dos resíduos de construção e demolição do município de São Carlos, SP, apresentados nas Figuras 4.58 e 4.59, é possível estimar que:

- Da composição volumétrica dos RCD total do município de São Carlos, a maior participação deve-se aos resíduos como areia/solo, com 31,33%, em segundo lugar os componentes cerâmicos, com 24,65%, ocupando a terceira posição o concreto, com 13,86%, seguido pela argamassa (10,65%), papel/papelão (7,57%), madeira (6,76%), plástico (1,79%), pedra (1,31%), metais (0,93%), gesso (0,43%), fibrocimento (0,06%) e asfalto (0,06%);
- Cabe informar que a participação em volume de resíduos como gesso (0,43%) e asfalto (0,06%) é pouco representativa, o mesmo observa-se na composição em

massa em que o gesso representa 0,51% e asfalto 0,06%. Entretanto, devemos salientar novamente que em ambas as unidades onde foram efetuados os estudos são proibidas a entrada de gesso, porém durante as vistorias nas áreas irregulares verificou-se a existência de descartes de gesso;

- Da classificação em volume dos RCD existentes no município de São Carlos, constatou-se que 81,8% dos RCD pertencem a “Classe A” – resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados – já 17,1% podem ser classificados como resíduos “Classe B” - resíduos recicláveis ou passíveis de recuperação energética para outras destinações – e 0,4% denominados como resíduos “Classe C” – resíduos como gesso. Contudo é importante enfatizar que as quantidades percentuais de resíduos “Classe D” – perigosos – é praticamente nula, não extinguindo a possibilidade de estes estarem incorporados nas amostras analisadas como, por exemplo, despejos de tintas, solventes e óleos em caçambas que incorporam em resíduos como solo/areia, argamassas, cerâmicos e concreto;
- Pode-se verificar a presença de materiais denominados de outros representando em 0,01% e 0,60% em massa e volume, respectivamente, os quais são compostos principalmente por rejeitos;
- Em 2009, foram gerados em média 592,52 m³/dia de RCD no município de São Carlos, SP, dos quais pode se estimar por meio de extrapolação de resultados que 484,68 m³/dia poderiam compor em valores absolutos os resíduos “Classe A”, 101,32 m³/dia pertenceriam aos resíduos “Classe B”, 2,37 m³/dia representariam resíduos “Classe C” e por fim 3,56 m³/dia seriam considerados rejeitos;
- Ainda em 2009, foram destinados 52,23 m³/dia de RCD à usina de reciclagem do município, dos quais pode se estimar pela caracterização da usina que 48,11 m³/dia poderiam ser resíduos “Classe A”, os quais seriam integralmente transformados em bica corrida ou agregados e 3,74 m³/dia seriam denominados resíduos “Classe B”, os quais acabariam destinados a coleta seletiva do município;
- Assim em 2009, estima-se que cerca de 436,57 m³/dia de RCD “Classe A” – materiais com potencial para serem considerados aptos a reciclagem – acabam destinados a cava do aterro de Cidade Aracy I diminuindo sua vida útil.

Por fim, as Figuras 4.58 e 4.59 ilustram os resultados finais deste estudo de caracterização física de forma didática, as quais possibilitam uma melhor visualização da composição percentual dos RCD no município em estudo.

Figura 4.58 – Estimativa percentual da composição volumétrica dos RCD do município de São Carlos, SP

Fonte: Autor

Figura 4.59 – Estimativa percentual da composição gravimétrica dos RCD do município de São Carlos, SP

Fonte: Autor

4.9.5 Comparativo entre Caracterizações Qualitativas Realizadas no Município em 1986, 2003 e 2009

Neste item serão apresentados os resultados de um paralelo entre a caracterização gravimétrica realizada por Pinto (1986), Marques Neto (2003) e a caracterização gravimétrica estimada pelo autor nesta pesquisa.

Tal comparativo faz-se necessário em virtude da geração e caracterização qualitativa dos RCD dependerem de diversos pontos como, por exemplo, fatores históricos que influenciam na característica das obras do município, situação política e econômica, evolução tecnológica na cadeia produtiva da construção civil local, facilidade na aquisição de matéria prima e produtos, mudança no sistema de gestão e gerenciamento de obras no município, eficiência das diretrizes técnicas e procedimentos do Programa Municipal de Gerenciamento de RCD e dos Projetos de Gerenciamento de RCD, fiscalização, crescimento populacional, expansão urbana, nível educacional, hábitos e costumes, dentre outros.

Cabe informar que das três caracterizações apresentadas nesse paralelo, às duas primeiras – Pinto (1986) e Marques Neto (2003) – coletaram amostras somente de resíduos oriundos de construções, reformas, reparos e demolições, enquanto a realizada pelo autor em 2009 também contemplou a amostragem de resíduos de construção, demolição, reformas, reparos de pavimentação e outras obras de infra-estrutura, como solos provenientes em obras de terraplenagem, conforme a classificação da Resolução CONAMA nº 307 de 2002.

Considerando as diferenças nas técnicas utilizadas em cada trabalho analisado, o presente estudo comparativo visa apenas indicar um sentimento da evolução das características dos RCD do município, de forma que se possa estimar indiretamente a evolução dos processos construtivos e o surgimento de novos materiais nesta cadeia construtiva.

Figura 4.60 – Estimativa percentual da caracterização gravimétrica do município de São Carlos, SP (1986, 2003 e 2009)

Fonte: Pinto (1986), Marques Neto (2003), adaptadas pelo autor e Autor (2009)

Com base no paralelo das caracterizações qualitativas dos RCD no município de São Carlos, SP, apresentado na Figura 4.60, é possível inferir que:

- Em 2009, observa-se uma grande participação de solos (37,20%) o que pode ser explicado pela existência de obras de grande e médio porte de infra-estrutura no município, porém tal dado não deve ser comparado com os estudos anteriores, pois volto a ressaltar que em ambos não foram coletadas amostras de resíduos provenientes de tais tipos de obras;
- Quando comparadas as três caracterizações verifica-se a predominância de resíduos como produtos cerâmicos, argamassas e concreto, sendo que em 1986 eram gerados aproximadamente 98% desses resíduos, já em 2003 o município cerca de 68% e em 2009 foram gerados cerca de 56% desses. Desta forma podemos verificar o alto comparecimento desses materiais ao longo dos anos o que ressalta a tipologia construtiva do município em estudo, no qual são

construídas residências, prédios e comércios basicamente de alvenaria cerâmica, com uso de concreto e reboco de paredes com argamassa;

- Dentre os resíduos analisados em todos os períodos é possível observar que os materiais cerâmicos possuem grande participação frente aos demais, isto se deve a demolição de muros, cortes de tijolos durante o assentamento, quebra de paredes para passagem de canos e conduítes, perdas de materiais novos pelo inadequado acondicionamento no canteiro de obras, obras de troca de telhas e cortes. Tal fato pode evidenciar o uso de uma metodologia construtiva basicamente tradicional das construções do interior do estado de São Paulo, a qual apresenta fortes traços artesanais que foram pouco modificados ao longo dos anos.
- As argamassas representaram um decréscimo quando comparamos o período de 1986 com 2003 e 2009. Porém verifica-se que estas ainda são predominantes na composição dos RCD indicando que apesar de uma pequena evolução construtiva o município utiliza-se de técnicas artesanais que desperdiçam argamassa em obras novas;
- Outro resíduo que merece destaque é o concreto que em 1986 possuía uma pequena participação quando comparado com os anos de 2003 e 2009, isto deve-se ao surgimento de grandes empresas de usinagem de concreto e a grande demanda desse produto em obras de médio e grande porte;
- Em 1986, verificou-se a inexistência de gesso nas amostras caracterizadas, sendo que o respectivo material foi detectado nas caracterizações de 2003 e 2009 apresentando uma discreta participação. A presença desse material é baixa devido este ser geralmente usado como decorações e acabamentos, não sendo detectados até o momento grandes placas de gesso acartonado utilizadas em paredes, as quais estão presentes em município de grande porte que utilizam técnicas construtivas diferentes do tradicional;
- Em 2003 e 2009 foi observada uma maior participação dos resíduos Classe B, os quais em 1986 possuíam baixo índice de comparecimento, isto pode ser explicado pela surgimento de novos materiais de construção que possuem embalagens plásticas, de madeira e isopor;
- Por fim, quando comparamos a caracterização de 1986 com a de 2009 verifica-se que houve um aumento dos rejeitos de 0,20% para 1,24%, porém pode-se afirmar

que tal valor é pequeno quando comparado com os demais resíduos que são passíveis de reutilização, reciclagem e recuperação energética.

4.10 Estudo das Áreas de Descarte de RCD (1997-2009/2010)

O presente item tem por escopo apresentar um estudo sobre as áreas de descarte de RCD utilizadas por geradores de pequenos volumes. Portanto, nesta etapa serão apresentados os resultados de estudos nas áreas de descarte clandestino e depósitos provisórios autorizados pela prefeitura nos períodos de 1997 a 2009/2010. Por fim, serão apresentadas discussões da situação dos depósitos provisórios de pequenos volumes, bem como uma análise da implantação de ecopontos em São Carlos.

4.10.1 Situação das Áreas de Descarte de RCD em 1997

Pesquisas realizadas pela Prefeitura Municipal de São Carlos (PMSC) por meio de convênio com a Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Hidráulica e Saneamento – NEPER e a Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial (FIPAI), no período de 15 a 17 julho de 1997, detectaram a existência de 20 depósitos clandestinos de RCD na malha urbana de São Carlos (SCHALCH et al., 1997)

Segundo o relatório de resultados, a referida pesquisa cadastrou, mapeou e classificou tais áreas em função da quantidade de resíduos encontrada. Para tanto, o estudo seguiu os seguintes critérios de classificação:

- Pequeno porte: até 10 pilhas com altura média de 1,5 metros;
- Médio porte: entre 11 e 40 pilhas com altura média de 1,5 metros;
- Grande porte: acima de 50 pilhas com altura média de 1,5 metros.

A Tabela 4.47 apresenta os resultados do referido cadastramento realizado em 1997, apresentando a relação das áreas de descarte de RCD existentes na malha urbana, com sua classificação e respectiva situação. Cabe ressaltar que o autor modificou tal tabela a fim de apresentar o aterro de RCD e as bacias hidrográficas urbanas que estas estavam situadas.

Tabela 4.47 – Inventário das áreas de descarte de RCD e volumosos de São Carlos em 1997

Área	Local	Bairro	Sub-Bacias Urbanas	Porte	Situação 1997 ⁵
01	Rua Rui Barbosa (terreno baldio)	Vila Costa do Sol	Tijuco Preto	G ³	Estável
02	Rua Antonio Rodrigues Cajado	Vila Costa do Sol	Tijuco Preto	M ²	Ativo
03	Rua Monteiro Lobato	Loteamento Albertini	Tijuco Preto	M	Ativo
04	Rua Walter Camargo Schutzer	Loteamento Albertini	Tijuco Preto	G	Estável
05	Rua Marcolino L. Barreto	Vila Costa do Sol	Tijuco Preto	M	Estável
06	Rua N. Sra. Auxiliadora	Planalto Paraíso	Paraíso	G	Estável
07	Avenida Morumbi	Vila Morumbi	Gregório	G	Ativo
08	Estrada Vicinal	Acesso ao Matadouro	Água Quente	G	Ativo
09	Área do “Bicão”	Boa Vista	Medeiros	G	Ativo
10	Rua Coronel Leopoldo Prado	Jardim Beatriz	Água Quente	M	Ativo
11	Bairro Mirante da Bela Vista	Mirante Bela Vista	Água Quente	M	Ativo
12	Passagem (Monte Carlo – Santa Maria)	Jardim Munique	Ponte de Tábua	P ¹	Ativo
13	Área do Jardim Itamarati	Jardim Itamarati	Alto Monjolinho	M	Ativo
14	Área do Jardim Jockey Clube	Jardim Jockey Clube	Jockey Clube	G	Estável
15	Área do final do Santa Felícia	Santa Felícia	Mineirinho	G	Ativo
16	Rua Paulo Toyama	Santa Felícia	Mineirinho	P	Ativo
17	Rua Sorbone	Centreville	Gregório	P	Estável
18	Divisa da Cidade Jardim/ Jd. Paulistano	Cid. Jardim/ Jd. Paulistano	Monjolinho	P	Estável
19	Avenida Integração	Cidade Aracy	Água Quente	G	Ativo
20	Avenida Alfredo Mafei	Jardim Taiti	Gregório	P	Estável
21	Rua Pedra de Paula ⁴	Cidade Aracy II	Água Quente	G	Ativo

¹ Depósito clandestino pequeno – até 10 pilhas com 1,5 metros de altura

² Depósito clandestino médio – entre 10 e 50 pilhas com 1,5 metros de altura

³ Depósito clandestino grande – acima de 50 pilhas com 1,5 metros de altura

⁴ Área autorizada pela prefeitura como aterro de RCD

⁵ Ativo: descartes freqüentes; estável: descartes não freqüentes

Fonte: SCHALCH et al. (1997), adaptada pelo autor

Com base na análise dos resultados do relatório e mapas das áreas de descartes de RCD, apresentadas no relatório e na Tabela 4.47, foi possível inferir que:

- Em 1997, foram constatados 21 pontos de descartes de RCD, dos quais 20 pontos eram pontos clandestinos e 1 ponto pertencia ao local autorizado pela PMSC para o descarte de entulhos – aterro de Cidade Aracy II;

- Dentre os pontos clandestinos detectados foram apontados na classificação 9 pontos de grande porte, 6 de médio porte e 5 apresentaram pequeno porte;
- Quanto à disposição na área urbana foi verificado que as maiorias dessas áreas estavam situadas em regiões periféricas do município junto aos limites das áreas urbanizadas dos bairros. Cabe ressaltar que estes eram dispostos em áreas de uso institucional, faixas de proteção ambiental, vias públicas ou margens de córregos;
- Por meio de análises dos dados foi observado que 13 dessas áreas estavam próximas as margens de córregos do município;
- Por fim, foi identificado que no período da pesquisa a medida corretiva adotada para tais pontos eram medidas apenas emergenciais, que podem ser denominadas como Gestão Corretiva.

4.10.2 Situação das Áreas de Descarte de RCD em 2003

O estudo do panorama das áreas de descarte no período 2003 será baseado a partir do diagnóstico realizado por Marques Neto (2003), em sua dissertação de mestrado, intitulada de “Diagnóstico para Estudo de Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição do Município de São Carlos – SP”, na qual o autor realizou um inventário sobre a situação dos RCD neste município.

Nesse estudo foram apontadas 27 áreas de descarte irregular pulverizadas no município.

Conforme observado, a pesquisa de 2003 efetuou o cadastro, mapeamento e classificação das áreas segundo a quantidade de resíduos detectada, a qual seguiu os mesmos critérios de classificação adotados na pesquisa realizada em 1997.

A Tabela 4.48 contém os resultados do cadastramento realizado em 2003, apresentando a relação das áreas de descarte de RCD existentes no município, com sua classificação e respectiva situação.

É importante salientar que o autor modificou também esta tabela, a fim de apresentar as bacias hidrográficas urbanas que estas estavam inseridas.

Tabela 4.48 – Inventário das áreas de descarte de RCD e volumosos de São Carlos em 2003

Área	Local	Bairro	Sub-Bacias Urbanas	Porte	Situação 2003 ⁵
01	Rua Eugênio Franco de Camargo	Chácara São João	Tijuco Preto	M ²	Ativo
02	Rua Lucas Perroni	Jd. N. Sra. Aparecida	Gregório	P ¹	Estável
03	Rua Cícero Soares Ribeiro “Bicão”	Vila Boa Vista	Medeiros	M	Ativo
04	Avenida Prof. Mário Pinotti	Jardim Medeiros	Água Quente	G ³	Ativo
05	Rua Sete	Antenor Garcia	Água Quente	G	Ativo
06	Rua Pedra de Paula ⁴	Cidade Aracy II	Água Quente	G	Ativo
07	Avenida Integração	Cidade Aracy I	Água Quente	M	Ativo
08	Rua Cel. Leopoldo Prado	Jardim Beatriz	Água Quente	P	Ativo
09	Rua Quatro	Mirante da Bela Vista	Água Quente	P	Ativo
10	Rua Bento do Carmo Lara	Mirante da Bela Vista	Água Quente	P	Estável
11	Rua Roberto Martinez	Jardim D. Francisca	Gregório	P	Estável
12	Rua Germano Fher Júnior	Vila Monteiro	Gregório	P	Estável
13	Avenida Alfredo Maffei	Jardim Taiti	Gregório	P	Estável
14	Rua Geminiano Costa	Vila Santo Antônio	Gregório	P	Ativo
15	Rua Indalêncio de Campos Pereira	Parque Delta	Monjolinho	M	Ativo
16	Rua Bernardino Fernandes Nunes	Parque Delta	Monjolinho	P	Estável
17	Rua Antônio Rodrigues Cajado	Vila Costa do Sol	Tijuco Preto	P	Ativo
18	Rua Antonio Rodrigues Cajado ⁶	Vila Costa do Sol	Tijuco Preto	M	Ativo
19	Rua Francisco Possa ⁶	Santa Angelina	Mineirinho	M	Ativo
20	Rod. Cônego Washington José Pera	-	Água Quente	M	Ativo
21	Rua Josué Marques Martins	Parque Anhembi	Gregório	P	Estável
22	Rua Odete dos Santos	Romeu Tortorelli	Mineirinho	P	Ativo
23	Rua Antônio Cerri	Parque Primavera	Ponte de Tábua	M	Ativo
24	Rua Sorbone	Centreville	Gregório	P	Estável
25	Rua Neusa A. Marques Melo	Jardim Joquey Clube	Joquey Clube	P	Estável
26	Rua Vitório Bonucci	Jardim Tangará	Alto Monjolinho	P	Ativo
27	Avenida Hercules Sachi	Santa Madre Cabrine	Água Quente	P	Ativo
28	Estrada Municipal da Água Quente	SCA050	Água Quente	G	Ativo

¹ Depósito clandestino pequeno – até 10 pilhas com 1,5 metros de altura² Depósito clandestino médio – entre 10 e 50 pilhas com 1,5 metros de altura³ Depósito clandestino grande – acima de 50 pilhas com 1,5 metros de altura⁴ Área autorizada pela prefeitura como aterro de RCD⁵ Ativo: descartes frequentes; estável: descartes não frequentes⁶ Depósitos autorizados pela PMSC para recebimento de entulho e outros**Fonte:** MARQUES NETO (2003), adaptada pelo autor

Com base na análise dos resultados, relatórios fotográficos e mapas das áreas de descartes de RCD, apresentadas na referida dissertação e na Tabela 4.48, foi possível inferir que:

- Em 2003, foram constatados 28 pontos de descartes de RCD, um ponto pertencia ao local autorizado pela PMSC para o descarte de entulhos – aterro de Cidade Aracy II – e os 27 pontos restantes representavam áreas de descarte clandestino;
- Com base na comparação dos dados de 1997 e 2003, pode-se observar um aumento de 7 pontos de descarte clandestinos no município, voltando a ressaltar que em 1997 detectou-se 20 pontos;
- Da classificação quanto ao porte dos pontos de descarte clandestino o destaque foi para as áreas de pequeno porte que correspondiam a 16 pontos de despejo, seguido pelas áreas de médio porte com 8 pontos de descarte e as áreas grandes com 3 pontos;
- Neste período também foi constatado a disposição dos RCD em regiões periféricas de São Carlos, junto aos limites das áreas que recebem infra-estrutura urbana nos bairros. Novamente verificou-se que as áreas clandestinas se situavam em locais como faixas de proteção ambiental, vias públicas e margens de córregos;
- Neste estudo o autor enfatizou que 19 dos pontos clandestinos cadastrados estavam concentrados nas encostas dos principais córregos que cruzam o município;
- Para finalizar, o estudo apontou que em 2003 a Prefeitura Municipal adotava ainda medidas emergenciais como a Gestão Corretiva, pela inexistência de estruturas de prevenção e controle, como ecopontos.

4.10.3 Situação das Áreas de Descarte de RCD em 2009/2010

Neste item serão apresentados os resultados do levantamento investigativo, realizado a partir do final de junho de 2009 a fevereiro de 2010, o qual realizou a constatação e cadastramento das principais áreas de descarte de entulho situadas no perímetro urbano do município e seu entorno, conforme apresentado no Apêndice D.

Para tanto, foi efetuado o cadastramento, mapeamento e classificação das áreas conforme a quantidade de resíduos observada, a qual também seguiu a critérios análogos de

classificação adotados nas pesquisas de 1997 e 2003, a fim de uniformizar os dados para realizar um comparativo seguro das deposições ao longo dos anos.

Com base nas visitas realizadas em diversos pontos do município pode-se verificar que atualmente o município possui 42 áreas de descarte clandestino de entulho, as quais estão distribuídas em sua maioria em regiões periféricas da malha urbana.

A Tabela 4.48 contém os resultados do cadastramento realizado em 2009/2010, apresentando a relação das áreas de descarte de RCD existentes no município, a bacia que estão inseridas, bem como a sua classificação e respectiva situação.

Tabela 4.49 – Inventário das áreas de descarte de RCD e volumosos de São Carlos em 2009/2010

Área	Local	Bairro	Sub-Bacias Urbanas	Porte	Situação Atual ⁴
01	Rua Santos Dumont	Vila Marina	Monjolinho	P ¹	Ativo
02	Rua Bolívia	Pq. Estância Suíça	Monjolinho	M ²	Ativo
03	Continuação da Rua Chile	Pq. Estância Suíça	Monjolinho	G ³	Ativo
04	Rua Bolívia	Pq. Estância Suíça	Monjolinho	P	Estável
05	Avenida Capitão Luiz Brandão	São Carlos VIII	Ponte de Tábua	P	Ativo
06	Avenida Capitão Luiz Brandão ⁶	São Carlos VIII	Ponte de Tábua	M	Ativo
07	Rua Vinicius E. Laurito Miceli	Pq. Douradinho	Douradinho	M	Ativo
08	Rua Rio São Francisco	Jardim Joquey Clube	Jockey Clube	P	Estável
09	Rua Indalécio de Campos Pereira ⁶	Jardim Paulistano	Monjolinho	M	Ativo
10	Rua Miguel Petrucelli	Jardim Ipanema	Mineirinho	M	Ativo
11	Rua Francisco Possa	Lot. Soc. Sta. Angelina	Mineirinho	P	Estável
12	Rua Rio Paraguai	Jardim Joquey Clube	S.M. Madalena	P	Estável
13	Rua Lucrecia Placco ⁶	Parque Primavera	Ponte de Tábua	M	Ativo
14	Rua Neusa A. Marques Melo	Jardim Joquey Clube	Jockey Clube	P	Estável
15	Rua Miguel Petrucelli	Arnon de Melo	Mineirinho	M	Estável
16	Acesso ao Ant. Garcia/Jd. Medeiros	Chácara Ferradura	Água Quente	P	Estável
17	Acesso ao Ant. Garcia/Jd. Medeiros	Chácara Ferradura	Água Quente	P	Ativo
18	Acesso ao Ant. Garcia/Jd. Medeiros	Chácara Ferradura	Água Quente	P	Estável
19	Rod. Cônego Washington J. Pera ⁶	-	Água Quente	G	Ativo
20	Rod. Cônego Washington J. Pera	-	Água Quente	P	Ativo
21	Estr. Municipal A. Sorrigotti	Jardim Ipanema	Mineirinho	P	Estável
22	Rua Francisco Gentil de Guzzi	Santa Felícia	Mineirinho	P	Estável
23	Rua Benedita S. Sodré	Jd. Santa Paula	S.M. Madalena	P	Estável
24	Av. Ayrton S. Leopoldino Jr.	Chácara das Flores	Gregório	M	Ativo
25	Estrada Municipal Manoel Nunes	-	Água Quente	M	Ativo
26	Rua Prof. Gisto Rossi	Jd. Das Torres	Água Quente	M	Estável

“continua”

“conclusão”

Área	Local	Bairro	Sub-Bacias Urbanas	Porte	Situação Atual ⁴
27	Cont. Av. Paulo de A. C. Silva	-	Monjolinho	M	Ativo
28	Avenida “B”	Swiss Park	Monjolinho	P	Estável
29	Rua Vinicius E. Laurito	Pq. Douradinho	Douradinho	P	Estável
30	Rua Norberto Peronti	Pq. Douradinho	Douradinho	M	Ativo
31	Rua Rui Barbosa	Vila Costa do Sol	Tijuco Preto	P	Estável
32	Rua Cajucy Accioly	Vila Costa do Sol	Tijuco Preto	P	Estável
33	Rua Antonio Rodrigues Cajado	Vila Costa do Sol	Tijuco Preto	P	Estável
34	Rua Antonio Rodrigues Cajado	Vila Costa do Sol	Tijuco Preto	P	Estável
35	Av. Com. Alfredo Maffei	Portal do Sol	Gregório	P	Estável
36	Rua Sourbone	Centreville	Gregório	P	Estável
37	Rua Emílio Ribas	São Carlos I	Mineirinho	P	Estável
38	Av. João Dagnone	Santa Angelina	Mineirinho	P	Estável
39	Rua Candido de Arruda Botelho	São Carlos III	Mineirinho	P	Estável
40	Avenida Arnaldo Meira Pires	Cidade Aracy II	Água Quente	P	Estável
41	Avenida Arnaldo Meira Pires ⁶	Cidade Aracy II	Água Quente	G	Ativo
42	Rua Sete – Bruno Pauka	Antenor Garcia	Água Quente	P	Ativo
43	Av. Ayrton S. Leopoldino Jr. ⁷	Chácara das Flores	Gregório	G	Ativo
44	Av. Regit Arab ⁴	Cidade Aracy I	Água Quente	G	Ativo

¹ Depósito clandestino pequeno – até 10 pilhas com 1,5 metros de altura² Depósito clandestino médio – entre 10 e 50 pilhas com 1,5 metros de altura³ Depósito clandestino grande – acima de 50 pilhas com 1,5 metros de altura⁴ Área autorizada pela prefeitura como aterro de RCD – aterro de Cidade Aracy I⁵ Ativo: descartes frequentes; estável: descartes não frequentes⁶ Depósitos autorizados pela PMSC para recebimento de entulho e outros⁷ Usina de reciclagem de RCD da PROHAB**Fonte:** AUTOR (2010)

Pode-se constatar neste estudo que a maioria das áreas visitadas estavam situadas em áreas periféricas do município. Com base nas observações das áreas exploradas observou-se que isto se deve a presença de pequenas construções informais nesses bairros de periferia.

Uma característica verificada neste tipo de obra foi que os proprietários realizam a melhoria e aprimoramento de suas moradias em pequenas etapas, as quais geravam pouca quantidade de RCD.

Assim, para a remoção dos RCD os proprietários não contratam caçambas coletoras de RCD em virtude da pequena quantidade produzida e do custo de tais caçambas, o que levava a estes a optar por fazer a remoção dos RCD em seus veículos ou ainda contratarem serviços de carroceiros ou particulares.

A Figura 4.61 apresenta a planta esquemática do município de São Carlos, SP, a qual ilustra a localização geográfica das áreas de descarte de RCD elencadas na Tabela 4.49.

Figura 4.61 – Localização e porte das áreas de descarte de RCD e volumosos em São Carlos
Fonte: AUTOR (2010)

Com isso, pode-se observar que a maior parte dos resíduos oriundos de tal atividade citada acaba por ser disposto em regiões próximas onde estes são gerados, as quais se situam junto a áreas de preservação ambiental degradadas, acostamentos de vias públicas, áreas institucionais, margens de córregos ou terrenos nos limites das áreas urbanizadas dos bairros.

A Tabela 4.50 apresenta a caracterização das áreas de descarte de RCD de São Carlos, de acordo com a área na qual estão situados, entorno, presença de outros resíduos e proximidade da área de instalação dos futuros ecopontos.

Tabela 4.50 – Caracterização das áreas de descarte de RCD de São Carlos em 2009/2010

Área	Tipo de depósito	Situado	Entorno	Volume da maior pilha(m ³)	RSD	Volumosos	Presente na área de abrangência dos futuros ecopontos e/ou outros
01	Clandestino	Área pública	-	1	Não	Sim	Não
02	Clandestino	Via pública	-	3	Não	Sim	Não
03	Clandestino	Área pública	-	5	Não	Não	Não
04	Clandestino	Via pública	-	0,5	Não	Não	Não
05	Clandestino	Via pública	-	1	Não	Sim	Sim
06 ²	Provisório ⁴	Área inst.	-	12	Não	Não	Ecoponto
07	Clandestino	Via pública	-	1	Não	Sim	Sim
08	Clandestino	Via pública	-	0,5	Não	Sim	Não
09 ²	Provisório ⁴	Área inst.	Córrego	1	Não	Sim	Ecoponto
10	Clandestino	Via pública	-	2	Não	Sim	Sim
11	Clandestino	Área pública	APP/ corr.	1	Não	Sim	Sim
12	Clandestino	Área inst.	-	0,5	Não	Sim	Não
13 ²	Provisório ⁴	Área inst.	-	20	Não	Sim	Ecoponto
14	Clandestino	Área pública	APP/ corr.	1	Não	Sim	Não
15	Clandestino	Via pública	-	0,5	Não	Sim	Sim
16	Clandestino	Estr. rural	APP/córr.	5	Não	Sim	Não
17	Clandestino	Estr. rural	APP/ corr.	1	Sim	Sim	Sim
18	Clandestino	Estr. rural	APP/ corr.	0,5	Não	Sim	Sim
19 ²	Ecoponto	Área inst.	Rodovia	20	Não	Sim	Ecoponto
20	Clandestino	Acostamento	Rodovia	0,5	Não	Não	Sim
21	Clandestino	Via pública	-	0,5	Não	Sim	Sim
22	Clandestino	APP/corr.	Drenagem	2	Sim	Sim	Sim

“continua”

“conclusão”

Área	Tipo de depósito	Situado	Entorno	Volume da maior pilha(m ³)	RSD	Volumosos	Presente na área de abrangência dos futuros ecopontos e/ou outros
23	Clandestino	APP	Córrego	0,5	Sim	Não	Sim
24	Clandestino	Via pública	-	4	Sim	Sim	Usina de RCD
25	Clandestino	Estr. rural	APP/corr.	2	Sim	Sim	Sim
26	Ant. Bota-fora ⁴	APP	Córrego	5	Não	Sim	Sim
27	Clandestino	APP	Córrego	4	Sim	Sim	Sim
28	Clandestino	Área pública	Ferrovia	2	Não	Sim	Não
29	Clandestino	Via pública	-	5	Não	Não	Sim
30	Clandestino	Área inst.	APP/corr.	4	Não	Sim	Sim
31	Clandestino	APP	Córrego	0,5	Sim	Sim	Não
32	Clandestino	APP	Córrego	0,5	Sim	Sim	Não
33	Clandestino	APP	Córrego	0,5	Não	Não	Não
34	Clandestino	APP	Córrego	0,5	Não	Não	Não
35	Clandestino	Área pública	APP/corr.	1	Não	Não	Sim
36	Clandestino	Área pública	-	0,5	Não	Sim	Sim
37	Clandestino	Área pública	-	1	Não	Sim	Sim
38	Clandestino	Área pública	-	0,5	Não	Não	Sim
39	Clandestino	Área inst.	-	0,5	Não	Não	Sim
40	Clandestino	APP	córrego	1	Sim	Não	Aterro de RCD
41 ⁴	Bota-fora	Área pública	APP/corr.	8	Não	Sim	Aterro de RCD
42	Clandestino	Área pública	APP/corr.	2	Sim	Sim	Aterro de RCD
43 ⁵	Usina de RCD	Área part.	-	10	Não	Não	Usina de RCD-R
44 ¹	Aterro	Área part.	APP/corr.	10	Não	Sim	Aterro de RCD

¹ Área autorizada pela prefeitura como aterro de RCD – aterro de Cidade Aracy I² Depósitos autorizados pela PMSC para recebimento de entulho e outros³ Antigo Aterro de Cidade Aracy II – encerrado⁴ Depósitos provisórios e Bota-foras sobre conhecimento tácito da PMSC⁵ Usina de reciclagem de RCD da PROHAB**Fonte:** Autor (2010)

Nessa pesquisa, verificou-se que a maioria dos descartes clandestinos localiza-se em áreas de cota topográficas mais baixas, nas quais estão presentes a maioria das faixas de proteção, córregos e voçorocas do município.

O fato acima apontado nos revela dois fatores importantes a serem considerados em estudos de localização de pontos de recepção de pequenos volumes de RCD, no qual o primeiro refere-se à possibilidade de tais resíduos serem transportados por veículos de tração

animal que seriam favorecidos pela utilização de declives, já o segundo fator a ser analisado seria pela existência de áreas degradadas de faixas de proteção, córregos e voçorocas, as quais propiciam fácil acesso aos locais de descarte.

Neste sentido, foi possível observar que as áreas pertencentes a faixas de preservação degradadas acabam por se tornar um local atrativo para a disposição de entulho conforme ilustrados nas Figuras 4.62 e 4.63.

Figura 4.62 – Bota-fora localizado na faixa de proteção (APP) do Córrego da Água Quente (área 41)
Fonte: Autor, 26 de jan. 2010

Figura 4.63 – Descarte clandestino na APP próxima ao Córrego Santa Fé (área 22)
Fonte: Autor, 15 de jul. 2009

Nas áreas de descarte clandestino visitadas pode-se constatar que a maioria dos resíduos descartados correspondia aos resíduos de construção e demolição, seguido de resíduos de poda e capina e outros volumosos.

Dos resíduos dispostos nas áreas clandestinas observou-se a presença de inúmeros materiais como, sofás, armários, madeira, galhos, isopor, roupas, gesso, argamassas, cerâmicos, concreto, areia/solo e fibrocimento. Cabe ressaltar que materiais como PET, latas, papelão não foram constatados nestes locais, isto pode ser explicado pela presença de catadores autônomos que realizam a coleta informal desses recicláveis.

Entretanto, um fato diagnosticado neste estudo foi à disposição de resíduos sólidos domiciliares em algumas áreas de descartes clandestinos, ilustradas nas Figuras 4.64 e 4.65. Tal constatação merece intervenções urgentes por parte dos responsáveis pelo gerenciamento de resíduos no município, pois podem acarretar em danos ao meio ambiente e riscos a saúde pública.

Contudo, vale destacar que os RCD destinados a essas áreas clandestinas não apresentavam indícios da presença de RSD, pois os RSD eram geralmente despejados ao lado ou sobre as pilhas de RCD, os quais formavam pilhas distintas.

Com base nas observações feitas nas áreas verifica-se que os RCD são passíveis de reutilização e reciclagem, pois estes geralmente provêm de suas fontes geradoras livres da contaminação por outros resíduos.

Figura 4.64 – RSD descartado próximo a pilha de RCD na margem do Córrego Tijuco Preto (área 32)

Fonte: Autor, 12 de jan. 2010

Figura 4.65 – Descarte clandestino de RCD e RSD próximo a descarga da drenagem pluvial (área 22)

Fonte: Autor, 15 de jul. 2009

Pode-se observar em algumas áreas de descarte irregular a presença de inúmeros sacos que continham gesso, conforme apresentado nas Figuras 4.66 e 4.67. Tal fato merece atenção, pois o gesso é classificado pela resolução CONAMA nº 307 como resíduo “Classe C”, a qual recomenda seu descarte em áreas de transbordo para destinação final em aterros industriais.

Segundo CIWMB (2003), o gesso em contato com umidade e em condições anaeróbias, pH baixo e na presença de bactérias que realizam a redução de sulfatos pode formar o gás sulfídrico (H_2S), o qual pode causar danos a saúde e ao meio ambiente devido este ser inflamável, tóxico e apresentar forte odor.

Verificou-se que atualmente a Prefeitura Municipal não possui políticas públicas que contemplem a gestão e gerenciamento dos resíduos “Classe C”, os quais são de inteira responsabilidade dos geradores.

Assim, conforme verificado no item 4.2 desta pesquisa os veículos transportadores de resíduos “Classe C” são impedidos de realizar o descarte de gesso na central de triagem e

aterro de Cidade Aracy I, cumprindo as recomendações da Resolução CONAMA nº 307/2002.

Figura 4.66 – Descarte clandestino de gesso junto à Estrada Municipal Manoel Nunes (área 25)

Fonte: Autor, 19 de set. 2009

Figura 4.67 – Descarte clandestino de gesso próximo ao Córrego Monjolinho (área 9)

Fonte: Autor, 18 de ago. 2009

Portanto, pode-se concluir que a existência de áreas de descarte clandestino de RCD acaba por atrair resíduos não-inertes como matéria orgânica facilmente degradável, gesso, lâmpadas fluorescentes, dentre outros que causam riscos potenciais a saúde pública e danos ao meio ambiente.

Nas visitas exploratórias também foi verificado outros problemas gerados pela disposição de maneira indiscriminada e clandestina como, por exemplo, a obstrução de acostamentos de vias públicas e passeios de pedestres.

Esse fato constatado revela os riscos potenciais que os RCD e volumosos podem causar no sistema de transportes do município, os quais poderão causar acidentes como, atropelamentos de pedestres que trafegam nas ruas para desviarem dos resíduos, ou ainda obstrução do uso de acostamento das estradas e rodovias.

As Figuras 4.68 e 4.69 ilustram a problemática causada pelos RCD e volumosos dispostos em vias públicas e passeios de pedestres.

Dentre outros riscos causados pela má disposição dos RCD e volumosos no ambiente urbano podemos citar os incêndios e a proliferação de animais peçonhentos.

Conforme ilustrado na Figura 4.70 os depósitos de RCD provisórios acabam por acumular grandes quantidades de resíduos de poda e capina, os quais acabam por ficarem secos e sujeitos a incêndios.

O incêndio nestas áreas de descarte provisórias tem ocorrido devido a ações de vandalismo ou desconhecimento da população, que às vezes incendeia tais pilhas de resíduos, a fim de exterminar os animais peçonhentos que possam existir no local.

Outro fato importante a ser revelado pelo acúmulo de resíduos de poda e capina e RCD em grandes pilhas é o fato de propiciar a procriação de animais peçonhentos nesses locais.

Figura 4.68 – Descarte clandestino de RCD obstruindo a passagem de pedestres (área 5)
Fonte: Autor, 19 de fev. 2010

Figura 4.69 – Acostamento da Rod. Cônego W. J. Pera com RCD e volumosos (área 19)
Fonte: Autor, 26 de jan. 2010

A Figura 4.71 aponta um fato constatado durante essa pesquisa que seria a existência de crianças e catadores de recicláveis próximos a estes locais de deposição clandestinas, tal fato revela os problemas de saúde pública causado pela má disposição dos RCD e volumosos, os quais colocam esses em risco devido à possibilidade de serem picados por animais peçonhentos ou *Aedes aegypti* - vetor do agente etiológico da dengue.

Figura 4.70 – Risco de incêndio e ambiente propício à procriação de animais peçonhentos (área 13)
Fonte: Autor, 17 de set. 2009

Figura 4.71 – Descarte clandestino apresentando riscos potenciais à saúde humana (área 11)
Fonte: Autor, 15 de jul. 2009

Neste contexto, foram realizadas algumas visitas em alguns pontos do município em diversos períodos, a fim de verificar a evolução dos descartes clandestinos. As Figuras 4.72 e 4.73 demonstram a evolução dos descartes na área 5 em dois períodos dessa pesquisa, as quais se referem ao período inicial e final, respectivamente.

Na área 5 pode-se verificar que no local ocorrem descartes freqüentes culminando no aumento de descartes ao longo dos meses.

Figura 4.72 – Invasão do passeio de pedestres (área 5)

Fonte: Autor, 18 de ago. 2009

Figura 4.73 – Aumento de descartes na área 5 e obstrução do passeio de pedestres

Fonte: Autor, 19 de fev. 2010

Por fim, as Figuras 4.74 e 4.75 revelam a situação da décima área de descarte clandestino deste estudo (área 10), a qual aponta um aumento de descarte de RCD e denota o aumento de volumosos no local.

Figura 4.74 – Depósito clandestino próximo ao Campus 2 da USP (área 10)

Fonte: Autor, 18 de ago. 2009

Figura 4.75 – Aumento do descarte de volumosos (área 10)

Fonte: Autor, 19 de fev. 2010

Durante o período de pesquisa desses pontos verificou-se que nas áreas estudadas eram efetuadas limpezas, caracterizando a adoção do modelo de Gestão Corretiva no município, o qual realizava a limpeza desses locais no mínimo uma vez ao mês.

Portanto, com base nas análises desses pontos pode-se verificar um aumento dos descartes clandestinos comprovando que apesar de existir Gestão Corretiva no município, esta vem se demonstrando ineficaz, pela atração constante de novos descartes no local.

Nessa pesquisa também foi constatado duas áreas de descarte clandestino de grande porte. A primeira área refere-se à área 3 deste estudo, na qual foi observado durante as visitas o descarte irregular por grandes geradores que possuem veículos com capacidade de 6 a 12m³, neste local foi verificado o descarte de solo, asfalto e concreto.

Quanto à segunda área refere-se a um bota-fora situado no bairro Cidade Aracy II, próximo a faixa de proteção do Córrego da Água Quente. O respectivo bota-fora é de conhecimento tácito da PMSC, pois tal área está localizada em uma área institucional do município, na qual estão sendo feitas obras de regularização e aterro.

Conforme verificado na pesquisa de campo, a partir de julho de 2009 os RCD que chegavam à central de triagem e aterro de Cidade Aracy I oriundos de obras de escavação e terraplenagem, demolições e limpeza pública eram encaminhados em parte a este bota-fora.

As Figuras 4.76 e 4.77 ilustram a situação da área 3 e do bota-fora de Cidade Aracy II (área 41), respectivamente.

Figura 4.76 – Depósito clandestino grande, com descarte de grandes geradores (área 3)
Fonte: Autor, 19 de fev. 2010

Figura 4.77 – Máquina efetuando compactação dos RCD no bota-fora (área 41)
Fonte: Autor, 15 de jul. 2009

Atualmente são destinadas a este bota-fora a maioria dos caminhões basculantes e caminhonetes que seriam destinados a central de triagem e aterro de Cidade Aracy I, esta medida foi adotada pela PMSC em virtude do aterro de RCD estar em fase de saturação.

Por fim, volto a destacar que o município de São Carlos possui uma área licenciada e de grande porte para o descarte final de RCD (área 44), a qual enfrenta uma problemática relativa ao final de sua vida útil.

Entretanto, referida situação está sendo contornada com medidas de aterramento e regularização de pequenas áreas, conforme apontado anteriormente. A Figura 4.78 apresenta a situação atual do aterro de RCD do município.

Figura 4.78 – Área no final de sua vida útil da central de triagem e aterro de RCD (área 44)

Fonte: Autor, 19 de fev. 2010

4.10.4 Aspectos positivos constatados de 2003-2009/2010

Na pesquisa de campo também foram percorridos alguns pontos constatados na pesquisa de 2003, a escolha de tal pesquisa como referência de comparação deve-se a esta última apresentar um registro fotográfico e mapas bem definidos, com os quais foi possível realizar um novo registro fotográfico, a fim de propiciar um estudo comparativo de ambos os períodos.

Dentre os pontos percorridos nesta nova pesquisa foram detectados 14 pontos em comum entre as pesquisas de 2003 e 2009, os quais ainda encontravam-se em atividade,

porém foram também diagnosticados alguns pontos que eram considerados áreas clandestinas de deposição em 2003 e que atualmente não recebem mais RCD, volumosos e nem outro tipo de resíduo.

Dentre os pontos detectados no trabalho de Marques Neto (2003) nas áreas 2, 11, 14 e 21 pode-se observar que não são mais áreas de depósito clandestino de entulho. Tais depósitos consistiam em áreas junto a córregos, as quais não apresentavam cercamento ou vegetação que impedisse o acesso de transportadores.

Atualmente, pode-se verificar que essas áreas antes degradadas passaram a ser cobertas por vegetação, o que dificultou a ação dos transportadores que dispunham os RCD e volumosos nestes locais.

Outro fato observado atualmente na área 14 do trabalho do autor (*op. cit*, 2003) diz a respeito do fechamento antigo local de descarte clandestino por uma cerca, fato esse que coibiu o descarte irregular neste local, possibilitando uma recuperação da área verde.

Na área 21 do autor (*op. cit*, 2003) pode-se observar uma pequena movimentação de terra que gerou uma elevação no terreno impedindo o acesso de pessoas e veículos ao local, área esta que atualmente foi coberta pela vegetação.

Nas Figuras 4.79, 4.80, 4.81 e 4.82 é possível observar a inexistência de RCD e volumosos em áreas que antes foram consideradas depósitos de descarte clandestino.

Figura 4.79 – Local considerado em 2003 como área de descarte clandestino na Rua Lucas Perroni – área 2, MARQUES NETO (2003)

Fonte: Autor, 25 de jan. 2010

Figura 4.80 – Local considerado em 2003 como área de descarte clandestino na Rua Roberto Martinez – área 11, MARQUES NETO (2003)

Fonte: Autor, 25 de jan. 2010

Figura 4.81 – Local considerado em 2003 como área de descarte clandestino na Rua Geminiano Costa – área 14, MARQUES NETO (2003)

Fonte: Autor, 25 de jan. 2010

Figura 4.82 – Local considerado em 2003 como área de descarte clandestino na Rua Josué Marques Martins – área 21, MARQUES NETO (2003)

Fonte: Autor, 25 de jan. 2010

Portanto, pode-se notar que o cercamento, elevações no terreno junto aos acessos e a recuperação de faixas de proteção ambiental no ambiente urbano dificultam o descarte clandestino de RCD, volumosos e outros resíduos, pois coíbem o acesso de pessoas e veículos a estes locais de disposição irregular.

4.10.5 Estudo Comparativo das Áreas de Descarte de RCD (1997-2009/2010)

Neste item serão apresentados os resultados de uma análise das áreas de descarte entre os períodos de 1997, 2003 e 2009/2010, a fim de verificar a eficácia do modelo de gestão corretiva utilizado no município ao longo desses anos.

A Tabela 4.51 apresenta o resultado do estudo histórico das áreas de descarte de RCD e volumosos ao longo do período de análise de 1997 a 2009/2010, a qual correlaciona as áreas detectadas em 2009/2010 com áreas constatadas em outras pesquisas que situavam nos mesmos locais ou próximas a estes.

Tabela 4.51 – Histórico das áreas de descarte de RCD e volumosos de 1997 a 2009/2010

Área classificada (2009/2010) ⁽⁴⁾			Área classificada (2003) ⁽⁵⁾			Área classificada (1997) ⁽⁶⁾		
Nº da área em 2009	Porte	Situação	Nº da área em 2003	Porte	Situação	Nº da área em 1997	Porte	Situação
01	P ¹	Ativo	-	-	-	-	-	-
02	M ²	Ativo	-	-	-	-	-	-
03	G ³	Ativo	-	-	-	-	-	-
04	P	Estável	-	-	-	-	-	-
05	P	Ativo	-	-	-	-	-	-
06 ²	M	Ativo	-	-	-	-	-	-
07	M	Ativo	-	-	-	-	-	-
08	P	Estável	-	-	-	-	-	-
09 ²	M	Ativo	15	M	Ativo	18	P	Estável
10	M	Ativo	-	-	-	15	G	Ativo
11	P	Estável	19	M	Ativo	16	P	Ativo
12	P	Estável	-	-	-	-	-	-
13 ²	M	Ativo	23	M	Ativo	-	-	-
14	P	Estável	25	P	Estável	-	-	-
15	M	Estável	-	-	-	15	G	Ativo
16	P	Estável	-	-	-	-	-	-
17	P	Ativo	-	-	-	-	-	-
18	P	Estável	-	-	-	-	-	-
19 ²	G	Ativo	4	G	Ativo	8	G	Ativo
20	P	Ativo	20	M	Ativo	-	-	-
21	P	Estável	-	-	-	15	G	Ativo
22	P	Estável	-	-	-	-	-	-
23	P	Estável	-	-	-	-	-	-
24	M	Ativo	-	-	-	7	G	Ativo
25	M	Ativo	28	G	Ativo	-	-	-
26	M	Estável	-	-	-	-	-	-
27	M	Ativo	-	-	-	-	-	-
28	P	Estável	-	-	-	-	-	-
29	P	Estável	-	-	-	-	-	-
30	M	Ativo	26	P	Ativo	-	-	-
31	P	Estável	-	-	-	1	G	Estável
32	P	Estável	-	-	-	-	-	-
33	P	Estável	17	P	Ativo	-	-	-
34	P	Estável	18	M	Ativo	2	M	Ativo

“continua”

“conclusão”

Área classificada em (2009/2010) ⁽⁴⁾			Área classificada em (2003) ⁽⁵⁾			Área classificada (1997) ⁽⁶⁾		
Nº da área em 2009	Porte	Situação	Nº da área em 2003	Porte	Situação	Nº da área em 1997	Porte	Situação
35	P	Estável	12	P	Estável	-	-	-
36	P	Estável	24	P	Estável	17	G	Ativo
37	P	Estável	-	-	-	-	-	-
38	P	Estável	-	-	-	-	-	-
39	P	Estável	-	-	-	-	-	-
40	P	Estável	-	-	-	-	-	-
41 ²	G	Ativo	-	-	-	-	-	-
42	P	Ativo	5	G	Ativo	-	-	-
43 ³	G	Ativo	-	-	-	-	-	-
44 ¹	G	Ativo	7	M	Ativo	19	G	Ativo

¹ Área autorizada pela prefeitura como aterro de RCD – aterro de Cidade Aracy I

² Depósitos autorizados pela PMSC para recebimento de entulho e outros

³ Usina de reciclagem de RCD da PROHAB

Fonte: AUTOR (2010)⁽⁴⁾, MARQUES NETO (2003)⁽⁵⁾ e SCHALCH et al. (1997)⁽⁶⁾

Com base na análise dos resultados deste estudo e do histórico das áreas de descartes de RCD e volumosos, apresentadas na Tabela 4.51, pode-se afirmar que:

- No período de 2009 a 2010, foram constatadas 44 áreas de descartes de RCD, dos quais 42 áreas eram pontos clandestinos e as outras duas eram locais licenciados e autorizados para o recebimento de grandes volumes – central de triagem e aterro de RCD de Cidade Aracy I e a usina de reciclagem de RCD da PROHAB;
- Observou-se que desde 1997 até 2009/2010 houve um crescimento no número de deposições clandestinas, as quais representavam 20 áreas em 1997 e atualmente representam 42 áreas de descarte clandestino. Pode-se verificar que de 1997 a 2003 foi registrado um aumento de 40% no número de áreas clandestinas e de 2003 a 2009/2009 foi registrado um aumento de 50% nessas áreas;
- Pode-se verificar por meio da comparação dos três períodos que 6 pontos – 9, 11, 19, 34, 36 e a 44 – se perpetuaram, nas quais alguns reduziram seu porte e frequência de atração como às áreas 34 e 36;
- De 1997 a 2009, verificou-se um aumento de 110% nas áreas descarte clandestino, o que comprova a ineficácia do modelo de gestão corretiva, o qual não consegue evitar o surgimento de novas áreas de descarte irregular.

A Tabela 4.52 faz um paralelo entre o porte das áreas de descarte clandestino com as pesquisas realizadas por Schalch et al. (1997), Marques Neto (2003) e a realizada neste estudo, da qual podemos inferir que:

- Em 1997, as áreas de descartes clandestinos de grande e pequeno porte representavam respectivamente 45% e 25% do total das áreas, já em 2009/2010 as áreas de descarte irregular de grande e pequeno porte representaram respectivamente cerca de 7 % e 65% desse total. De acordo com Pinto (1999) essa característica mais significativa de áreas com pequenos descartes é típica em cidades de médio e grande porte, o que nos revela uma possível mudança da dinâmica das deposições devido ao crescimento do município nos últimos anos;
- Uma explicação plausível para os indícios apontados neste trabalho quanto ao elevado aumento das áreas de descarte clandestino constatadas seria que um possível aumento de descartes dos RCD nessas áreas somado a maior pulverização de áreas de pequeno porte na malha urbana.

Tabela 4.52 – Histórico do porte das áreas de descarte de RCD e volumosos de 1997 a 2009

Porte	Porte das áreas de descarte clandestino de RCD		
	Schalch et al. (1997) ⁽⁴⁾	Marques Neto (2003) ⁽⁵⁾	Córdoba (2009) ⁽⁶⁾
Pequeno ⁽¹⁾	25,0%	59,3%	64,3%
Médio ⁽²⁾	30,0%	29,6%	28,6%
Grande ⁽³⁾	45,0%	11,1%	7,1%

¹ Depósito clandestino pequeno – até 10 pilhas com 1,5 metros de altura

² Depósito clandestino médio – entre 10 e 50 pilhas com 1,5 metros de altura

³ Depósito clandestino grande – acima de 50 pilhas com 1,5 metros de altura

Fontes: SCHALCH et al. (1997)⁽⁴⁾, MARQUES NETO (2003)⁽⁵⁾ e AUTOR (2009)⁽⁶⁾

4.10.6 Estudo da Implantação de Ecopontos em São Carlos

Neste item serão apresentados os resultados das análises das áreas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes no município de São Carlos, SP.

A referida análise foi realizada a luz das normatizações e legislações pertinentes ao assunto como, por exemplo, NBR 15.112 (ABNT, 2004), Resolução CONAMA nº307/2002 e a legislação municipal vigente – Lei Municipal nº 13.867 de 12 de setembro de 2006 –

Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e o Sistema para a Gestão destes Resíduos e dá outras providências.

4.10.6.1 *Ecopontos Implantados*

Conforme apresentado anteriormente, no município de São Carlos foram realizados diversos pesquisas a fim de diagnosticar a situação dos descartes irregulares, nas quais foram constatados aumentos nas áreas de deposição clandestina.

Neste sentido, a PMSC implantou em 2006 o primeiro Posto de Entrega Voluntária de Inservíveis (PEVI), denominado simplesmente de Ecoponto do Jardim Botafogo. O ecoponto em questão estava situado no início da estrada municipal Cônego Washington José Pêra (Água Fria), estrada que dá acesso a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Monjolinho e ao Posto Zootécnico Pádua Salles.

Com base no histórico das áreas de descarte clandestino de RCD e volumosos realizado no item anterior, verificou-se que a respectiva área onde foi implantado o Ecoponto do Jardim Botafogo foi considerada em 1997 e 2003 como uma área clandestina de grande porte e freqüente atração de RCD e volumosos.

Neste contexto, área do Ecoponto do Jardim Botafogo corresponde às áreas 8 e 4 das pesquisas de 1997 e 2003 respectivamente, conforme pode ser visualizado na Tabela 4.51 do item anterior. As Figuras 4.83 e 4.84 apresentam a situação do local do Ecoponto Jardim Botafogo antes e depois da sua implantação.

Figura 4.83 – Área de descarte clandestino de grande porte, antes da implantação do ecoponto
Fonte: PMSC (2008)

Figura 4.84 – Ecoponto implantado na antiga área de descarte clandestino
Fonte: PMSC (2008)

A Figura 4.85 apresenta o resultado do estudo dos limites da bacia de captação do Ecoponto do Jardim Botafogo, de acordo com os critérios sugeridos por Pinto e González (2005) e diretrizes estabelecidas no Plano Diretor do município (Lei Municipal nº 13.691 de 25 de novembro de 2005).

Para tanto foram adotados os seguintes critérios de análise:

- Capacidade máxima de deslocamento de pequenos coletores 2,5 km;
- Topografia da região;
- Barreiras naturais como córregos, APP, várzeas, vales e erosões;
- Barreiras artificiais como rodovias, estradas, ruas de tráfego intenso, ferrovias e estradas não pavimentadas;
- Zoneamento da região (Plano Diretor).

Os resultados do estudo dos limites da bacia de captação, apresentados na Figura 4.85, nos revelam que:

- O Ecoponto do Jardim Botafogo está geograficamente situado em uma região na qual foi apontada em estudos anteriores a presença de deposição irregular de grande porte com descartes frequentes;
- Apesar da área de atendimento ser abrangente muitos fatores contribuíram para a limitação da bacia de captação como, por exemplo, a existência de uma ferrovia, um vale, córregos, vias de tráfego intenso, limite do perímetro urbano, topografia local e APPs;
- Pela análise do Plano Diretor do município foi possível observar que o ecoponto está situado em uma área sobre o limite do perímetro urbano, diante desses fatos verifica-se que a maior parte de seu atendimento está fora do perímetro urbano o que minimiza a sua bacia de captação. Neste contexto, cabe ressaltar que caso o ecoponto estivesse no centro da bacia de captação, conforme recomenda Pinto e González (2005), sua área de cobertura seria mais abrangente na malha urbana;
- Por fim, outro fato observado foi à existência de áreas de descarte clandestino na bacia de captação do ecoponto – áreas clandestinas 16, 17, 18, 20, 25, 26, 27 e extrapolando a área 28. Desta forma, é possível observar que apenas a criação de redes de captação não é suficiente para eliminar os descartes clandestinos, sendo

necessária conscientização ambiental da população, dos carroceiros e transportadores em geral, e ainda uma fiscalização na bacia de captação.

Figura 4.85 – Estudo dos limites da bacia de captação do Ecoponto do Jardim Botafogo
Fonte: AUTOR (2010)

A fim de acompanhar o funcionamento do Ecoponto do Jardim Botafogo foram realizadas algumas visitas exploratórias ao local em diferentes períodos, a fim de possibilitar uma análise segura das ações estruturantes desse sistema.

Neste contexto serão apresentados a seguir os relatórios fotográficos e constatações do primeiro período de análise, o qual foi realizado em 15 de julho de 2009.

Nas Figuras 4.86 e 4.87 estão ilustrados um dispositivo de sinalização da referida instalação pública e seu pátio de operações.

Figura 4.86 – Placa de identificação do Ecoponto

Fonte: Autor, 15 de jul. 2009

Figura 4.87 – Pátio de operações, com a existência de um barraco de madeira no local

Fonte: Autor, 15 de jul. 2009

As Figuras 4.88 e 4.89 apresentam os espaços diferenciados de armazenamento de resíduos de poda e capina e a vista externa do ecoponto.

Figura 4.88 – Resíduos de poda e capina armazenados em espaço diferenciado

Fonte: Autor, 15 de jul. 2009

Figura 4.89 – Inexistência de resíduos na área externa do Ecoponto

Fonte: Autor, 15 de jul. 2009

Com base nos critérios sugeridos por Pinto e González (2005), recomendações da NBR 15.112 (BRASIL, 2004) e visita realizada na área de estudo durante o primeiro período de análise, pode-se constatar que:

- O ecoponto está situado em terreno inclinado com formato irregular – retalho de área pública – localizado junto à estrada municipal Cônego Washington José Pera, no limite do perímetro urbano com cerca de 600 metros de áreas residenciais;
- Quanto ao isolamento consistia apenas em uma cerca de arame farpado com aproximadamente um metro de altura, a qual não impedia o acesso de pessoas estranhas e animais;
- Neste contexto, na lateral junto à estrada foi verificada a existência de uma cerca viva para melhorar o aspecto visual da área;
- Quanto à identificação do local foi verificada na entrada uma placa informativa do empreendimento, a qual definia as atividades desenvolvidas no local, bem como os resíduos permitidos – RCD, galhos e volumosos – e os resíduos proibidos – RSD, lâmpadas, pneus e restos de capina. Nesta placa também estava definido limite de recebimento de 1 m³ e indicações de segurança como risco de incêndio;
- Quanto aos equipamentos básicos e de segurança da área não foi constatado guarita, instalações hidro-sanitárias, sistema de iluminação e energia, sistema de comunicação, de modo a permitir ações de emergência. No local foi apenas constatado um barraco de madeira improvisado;
- Quanto à acessibilidade ao local observou-se apenas duas rotas. A primeira possui mais infra-estrutura, por ser totalmente asfaltada, porém esta possui tráfego intenso de carros e caminhões, o que dificulta a locomoção de carroças. O segundo acesso é a estrada que liga o bairro Antenor Garcia ao ecoponto, porém sem infra-estrutura e com certa inclinação;
- Quanto aos sistemas de proteção ambiental da área foi constatado que não existiam platôs, revestimentos de piso e caçambas metálicas para facilitar a operação e armazenagem dos resíduos sob quaisquer condições climáticas;
- Quanto à operação observou-se que nessa área existia uma espécie de zelador do local, o qual realizava a triagem e mantinha a área conservada, este zelador diferenciava os espaços para recepção dos resíduos segregando dentro do pátio de operação. Segundo verificado na área não era realizado um controle de entrada e saídas dos resíduos triados;

- Quanto à composição constatada no local foi verificada a presença de argamassa, cerâmicos, concreto, fibrocimento, solo/areia, poda e capina, sofás, madeiras, e serragem;
- Assim, com base nas observações reveladas acima pode-se concluir que a respectiva instalação em estudo não possuía instalações físicas e operacionais conforme recomenda a normatização vigente, que pode favorecer a ação de vândalos no local tanto por ser distante das áreas domiciliares como pela inexistência de vigilância.

A seguir serão apresentados os relatórios fotográficos e constatações do segundo período de análise, o qual foi realizado em 25 de janeiro de 2010

Na Figuras 4.90 e 4.91 estão ilustradas a situação atual do pátio de operações e os vestígios de incêndio no local, respectivamente.

Figura 4.90 – Grande volume de RCD e volumosos misturados, com sinais de fumaça ao fundo

Fonte: Autor, 25 de jan. 2010

Figura 4.91 – Vestígios de incêndio na área interna do Ecoponto.

Fonte: Autor, 25 de jan. 2010

Com base na visita de campo do segundo período de observações pode-se constatar que:

- Atualmente o Ecoponto do Jardim Botafogo tornou-se um depósito de RCD e volumosos semelhante a uma área de depósito provisório, na qual o setor de limpeza pública da PMSC realiza uma limpeza da área no mínimo uma vez ao mês.

- Na respectiva área não existe mais triagem, o que por sua vez formou no local pilhas de resíduos misturados, os quais servem de abrigo e criadouro de animais peçonhentos;
- No dia da visita foi verificado na área externa do ecoponto a presença de RCD e volumosos obstruindo o acostamento da estrada municipal Cônego Washington José Pera, tal fato pode ser explicado pela ausência de zelador no local, o qual disciplinava o descarte de resíduos na área;
- Outro fato observado na visita foi à constatação de indícios de incêndio na área principal do pátio de operações. Com isso, ficam evidentes os riscos do acúmulo de galhos secos, madeira e volumosos nesse tipo de área, as quais ficam sujeitas a acidentes e ações de vandalismo;
- Neste contexto, vale ressaltar a necessidade do cumprimento das condições mínimas de implantação de ecopontos sugeridas pela NBR 15.112 (ABNT, 2004), pois somente assim é possível realizar uma correta gestão e gerenciamento dos pequenos volumes que propiciem uma maximização da segregação dos RCD e volumosos evitando a mistura dos RCD com outros resíduos;
- Por fim, ficou evidenciado que a construção de ecopontos em áreas isoladas, sem vigilância e distante de áreas residenciais facilita ações de vandalismo. Para isso, medidas de planejamento e operação devem contemplar uma gestão integrada com setores responsáveis pela segurança pública, educação ambiental e fiscalização a fim de preservar e garantir o uso adequado desse equipamento público.

4.10.6.2 Ecopontos a Serem Implantados

Neste item serão apresentados os resultados de uma análise das áreas onde serão implantados os Ecopontos, de acordo com normatizações, legislações e critérios técnicos observados neste estudo.

Em 2009, o município de São Carlos por meio da PROHAB – empresa de economia mista da PMSC – abriu um processo licitatório para a implantação de oito ecopontos no município. Segundo a PMSC o valor estimado para as obras de instalação de todos ecopontos ficariam em aproximadamente R\$ 240 mil, financiados pela Caixa Econômica Federal, por meio do Programa de Saneamento Básico do Governo Federal.

Com isso, o sistema integrado de gerenciamento de RCD municipal seria complementado com a criação desta rede de pontos de entrega de pequenos volumes. Contudo, cabe informar que tal medida ressaltaria o cumprimento dos critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº307/2002 e pela Lei Municipal nº 13.867/2006.

Na Tabela 4.53 estão elencados os ecopontos a serem implantados em São Carlos, de acordo com suas localizações e áreas.

Tabela 4.53 – Informações constatadas sobre os ecopontos

Ecoponto	Localização	Área (m²)
1 - Jd. Ipanema	Avenida Otto Werner Rosel	420
2 - São Carlos III	Rua Cândido de Arruda Botelho	425
3 - Jd. Paulistano	Rua Indalécio de Campos Pereira	580
4 - Douradinho	Rua Francisca Dirce Barbosa	950
5 - São Carlos VIII	Avenida Capitão Luiz Brandão	555
6 - Parque Primavera	Rua Lucrécia Placco	725
7 - Jd. Maria Alice	Avenida Comendador Alfredo Mafei	895
8 - Jd. Boa Vista	Rua Joaquim Gonçalves Ledo	565

Fonte: PMSC (2009)

Diante desse contexto, é necessário informar que em 2009 o município de Araraquara implantou alguns ecopontos que custaram em média R\$ 140 mil cada um (informação pessoal)¹⁸. Tal custo se justifica pela exigência de uma infra-estrutura adequada nos moldes da NBR 15.112 (ABNT, 2004), a qual se faz necessária para um adequado funcionamento de tais unidades.

Portanto, a implantação de tal rede de captação é onerosa e precisa ser bem planejada, a fim de que sejam construídos pontos de recepção em lugares estratégicos que possibilitem o equacionamento das deposições clandestinas.

Entretanto é valioso informar que a gestão e gerenciamento desses ecopontos não se reduzem em apenas implantar a estrutura física no local é preciso também considerar o custo de manutenção e operação de tais áreas. Segundo informações obtidas no DAEE de Araraquara, órgão responsável pela administração dos ecopontos, o custo mensal de operação e manutenção de cada ecoponto é de R\$11.000,00, no qual estão inclusos serviços de remoção de entulho do local, portaria e manutenção da área.

¹⁸ DAEE ARARAQUARA. **Informações sobre os ecopontos de Araraquara.** Mensagem recebida por cordoba@usp.br em 2010.

A Figura 4.92 apresenta a planta esquemática do município de São Carlos, SP, a qual ilustra a localização geográfica da rede de captação de grandes e pequenos volumes.

Figura 4.92 – Localização da rede de captação de RCD no município de São Carlos – SP
Fonte: Autor (2010)

A Tabela 4.54 apresenta o resultado de uma análise das áreas de instalação dos ecopontos, a fim de verificar se estas já foram constatadas em pesquisas como áreas de descarte clandestino. Vale ressaltar que o Apêndice E apresenta a situação atual de tais áreas.

Tabela 4.54 – Deposição irregular constatada em pesquisas nas áreas de instalação dos ecopontos

Ecopontos	Áreas de descarte clandestino de RCD		
	Schalch et al. (1997) ⁽¹⁾	Marques Neto (2003) ⁽²⁾	Córdoba (2009/2010) ⁽³⁾
Jd. Ipanema	-	-	-
São Carlos III	-	-	39
Jd. Paulistano	18	15	9
Douradinho	-	-	30
São Carlos VIII	-	-	6
Parque Primavera	-	-	13
Jd. Maria Alice	-	-	-
Jd. Boa Vista	-	-	-

Fontes: SCHALCH et al. (1997)⁽¹⁾, MARQUES NETO (2003)⁽²⁾ e AUTOR (2010)⁽³⁾

A seguir serão apresentados os resultados da análise dos critérios adotados nos projetos dos ecopontos, bem como as áreas de implantação destes, dos quais pode-se verificar que:

- A rede de captação de pequenos volumes será implementada de forma a equacionar o problema de descarte irregular de RCD e volumosos, para isso o projeto situou tais ecopontos em bacias de captação de forma a atender a malha urbana do município;
- A maioria dos respectivos ecopontos será situada geralmente em áreas de domínio público que já possuíam degradação por ações de deposição irregular de RCD e outros, conforme apresentado na Tabela 4.53 observa-se que 5 das 8 áreas eram consideradas áreas críticas de deposição irregular;
- Grande parte dos ecopontos ficará situada em áreas institucionais do município, exceto o Ecoponto do Jardim Paulistano, o qual se localiza em uma área de recreio;
- Os locais onde serão instalados os respectivos equipamentos públicos possuem de 420 a 950 m² de área total, todos situados dentro do perímetro urbano;

- Quanto à estrutura física do local estão previstos cercamento, calçamento, instalações sanitárias, portaria, área coberta, pátio de operações e triagem e local para armazenagem dos resíduos em caçambas ou baias;
- Dentre os serviços prestados está previsto o Disque Coleta para pequenos volumes, o qual visa sediar os transportadores nesses pontos;
- As áreas serão aptas ao recebimento de RCD e volumosos – poda e capina, móveis embalagens – transportados por munícipes, carroceiros, transportadores autônomos de pequenos volumes, limitadas ao volume de 1 (um) metro cúbico;
- No local também foram previstas as restrições de alguns resíduos como RSD, RSI e RSS;
- No projeto de operação foram previstas questões sociais como cooperativas de triagem de matérias visando gerar emprego e renda, também é citado que tais pontos poderão servir de forma compartilhada na expansão da atuação de coleta seletiva de recicláveis, de forma a não comprometer as funções originais da área.

Nesta pesquisa foi realizada uma análise estimativa da eficiência dos ecopontos na redução dos depósitos clandestinos, para tanto foram elencados todos os locais que são ou foram consideradas áreas atrativas para o recebimento de RCD e volumosos e confrontadas com as regiões de abrangência dos ecopontos.

A Tabela 4.55 apresenta o resultado do estudo das áreas de descarte irregular que serão abrangidas pelos respectivos ecopontos.

Tabela 4.55 - Áreas de atração de descarte irregular de RCD cobertas pelos ecopontos

Ecopontos	Áreas de descarte clandestino cobertas pelos ecopontos		
	Schalch et al. (1997) ⁽¹⁾	Marques Neto (2003) ⁽²⁾	Córdoba (2009/2010) ⁽³⁾
Jd. Ipanema	15	-	10, 15, 21
São Carlos III	16	19, 22	11, 22, 37, 38, 39
Jd. Paulistano	18	15, 16	1, 2, 3, 4, 9, 23
Douradinho	-	26	7, 29, 30
São Carlos VIII	12,13	-	5, 6
Parque Primavera	-	23	13
Jd. Maria Alice	17, 20	2, 11, 12,13, 14, 21, 24	35,36
Jd. Boa Vista	10, 11	8, 9, 10	-

Fontes: SCHALCH et al. (1997)⁽¹⁾, MARQUES NETO (2003)⁽²⁾ e AUTOR (2010)⁽³⁾

Cabe informar que nesta análise foram adotados os mesmos critérios utilizados no estudo dos limites da bacia de captação do Ecoponto do Jardim Botafogo.

Com base na análise dos resultados do estudo das áreas de descarte irregular que serão abrangidas pelos respectivos ecopontos pode-se inferir que:

- A maioria dos ecopontos não ficará situada nas proximidades do centro geométrico da bacia de captação, conforme critérios recomendados por Pinto e González (2005);
- Observou-se que grande parte dos ecopontos ficarão situados próximos aos limites do perímetro urbano ou barreiras artificiais como rodovias de tráfego intenso, que acabarão por reduzir seu perímetro de atuação na área urbana;
- Pelos dados das pesquisas de 1997 e 2003 foi possível ter uma estimativa de áreas que possuem potencial de atração de RCD e volumosos, as quais deverão ser abrangidas na medida do possível pela bacia de captação dos ecopontos, a fim de evitar novos descartes em áreas extintas e minimizar as deposições em áreas ainda ativas;
- Os ecopontos conseguirão cobrir 9 das 20 áreas de descarte clandestino constatadas na pesquisa de 1997, 16 dos 27 pontos detectados em 2003 e ainda 22 dos 42 depósitos irregulares apontados neste estudo;
- Das 20 áreas atuais não atendidas pelos ecopontos constatou-se que 6 estão próximas aos locais onde são destinados os grandes volumes. Assim, pode-se verificar que 1 destes pontos está na área de abrangência da usina de reciclagem da PROHAB e 5 áreas nas proximidades da central de triagem e aterro de Cidade Aracy I;
- Outras 7 áreas não atendidas estão na bacia de captação do Ecoponto Botafogo, o qual se encontra desativado;
- Quanto ao atendimento pode-se observar que as regiões do Jardim Jockey Clube e da Vila São José não serão atendidas por estes novos ecopontos, as quais possuem 3 e 4 áreas de descarte clandestino respectivamente.

4.10.6.3 Situação das Áreas Antes da Implantação dos Ecopontos

Neste item serão apresentados os resultados de uma análise das áreas antes da implantação dos Ecopontos. Para tanto, foi adotada a área do Ecoponto do Parque Primavera como referência de estudo devido esta estar servindo como um atual depósito provisório de RCD e volumosos.

Na pesquisa foram realizadas algumas visitas, a fim de observar como estava sendo realizado o gerenciamento de tal área.

Neste sentido, as Figuras 4.93 e 4.94 ilustram a situação da área após sua limpeza e após a organização dos resíduos pelo setor de limpeza pública, respectivamente.

Figura 4.93 – Depósito provisório de RCD, o qual tinha sido limpo pela limpeza pública
Fonte: Autor, 18 de ago. 2009

Figura 4.94 – Pilha de RCD e volumosos organizada pela limpeza pública
Fonte: Autor, 17 de set. 2009

A Figura 4.95 ilustra um fato constatado na visita exploratória, a qual demonstra o uso da área para descarte de pequenos volumes transportados por carroceiros e transportadores autônomos.

Figura 4.95 – Presença de carroceiros na área do futuro Ecoponto do Parque Primavera

Fonte: Autor, 17 de set. 2009

Assim, com base na pesquisa de campo realizada nas áreas onde serão implantados os ecopontos, pode-se verificar que:

- Atualmente a maioria dos locais onde serão implantados os ecopontos estão implantados depósitos provisórios de descarte de RCD e volumosos. Nesses depósitos provisórios a PMSC realiza somente a Gestão Corretiva, os quais facilitam o processo de limpeza por concentrar os resíduos em um só ponto permitindo a organização do serviço de limpeza pública em circuitos de coleta;
- Nas respectivas áreas observou-se a inexistência de estruturas físicas, fiscalização ou ainda alguma ação que vise coibir o descarte de maneira indiscriminada de resíduos;
- Nos locais pode-se verificar que além de RCD são descartados RSD facilmente degradáveis e animais mortos, os quais causam impactos no entorno dessas áreas como, por exemplo, mau cheiro, proliferação de animais peçonhentos e degradação da qualidade urbanística;
- Conforme apontado anteriormente foi constatado que esses depósitos provisórios são utilizados por moradores do local, carroceiros e transportadores autônomos de pequenos volumes;

- Os RCD e volumosos descartados nesses locais são formados basicamente por tijolos, telhas, fibrocimento, argamassa, concreto, resíduos de poda e capina, armários e sofás;
- Nesta pesquisa observou-se a presença de gesso em alguns desses depósitos, os quais eram descartados em sacos por transportadores autônomos;
- Quanto à dinâmica da Gestão Corretiva verificou-se por meio de análise da área do Ecoponto Parque Primavera que os resíduos descartados nessas áreas são removidos num período máximo de 30 dias. Contudo observou-se que no período intermediário da remoção dos resíduos a PMSC organiza estes em uma única pilha de grande porte;
- Por fim, cabe ressaltar que o procedimento da Gestão Corretiva adotado acaba agrupando todos os resíduos em uma única pilha, na qual os diferentes resíduos e contaminantes como RSD, animais mortos, lâmpadas e gesso são misturados, o que favorece a proliferação de animais peçonhentos, inviabiliza um procedimento de triagem e ainda pode causar danos quando dispostos em aterros de inertes.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados e discussões apresentados neste estudo, foi possível delinear as seguintes conclusões:

- Nesta pesquisa do sistema de gerenciamento integrado dos RCD do município de São Carlos, foi possível concluir que apesar do município ter regulamentado um Plano de Gerenciamento Integrado de RCD, de acordo com as exigências da Resolução CONAMA nº 307/2002, este ainda não possui implementada toda infra-estrutura preconizada nesse plano, com isso o município sofre com os impactos ambientais e de saúde pública causados pelo aumento dos descartes de RCD em áreas clandestinas;
- A análise da infra-estrutura existente revelou uma evolução positiva no gerenciamento municipal dos RCD, quando comparado com épocas anteriores a implantação de parte deste sistema integrado. Essa melhoria do sistema de gerenciamento deve-se a implantação de uma central de triagem e uma usina de reciclagem para os RCD no município, as quais possivelmente contribuíram com a retirada de 15.604,80 t/ano de RCD e volumosos, que seriam destinadas para aterramento caso não houvesse tais unidades;
- Nesta pesquisa foi obtido um valor referência de geração de aproximadamente 592,52 m³/dia, assim, quando comparado com o período de 2003, verificou-se que o crescimento dos descartes em áreas legalizadas foi pouco elevado. Este fato pode ser explicado pelo aumento das áreas de descartes clandestinos pulverizadas em vários pontos da malha urbana;
- Com relação a outros municípios, São Carlos possui uma taxa de geração per capita elevada, da ordem de 2,61 L/hab.dia, o que representa em massa 3,13 kg/hab.dia. Neste sentido, pode-se afirmar que para cada tonelada de resíduo sólido domiciliar gerado no município são produzidas mais de quatro toneladas de RCD, o que ratifica a importância de uma correta gestão e gerenciamento dos resíduos dessa natureza.
- Quanto à metodologia implementada neste trabalho sobre a caracterização dos RCD por meio de análise de imagens, esta se demonstrou factível e eficiente na caracterização de amostras que apresentavam peças volumosas como, por exemplo, vigas, pilares e placas de concreto. Esta metodologia desenvolvida atingiu seus objetivos que era propiciar uma sistematização para caracterização dos RCD mediante análise visual, de modo que esta pudesse ser replicada sem muitas distorções. Por fim, é valioso ressaltar que o uso dessa

metodologia poderá propiciar pré-caracterizações dos RCD em municípios que ainda não possuem tais informações de maneira rápida e sem muitos custos.

- Com base nos resultados obtidos na caracterização qualitativa dos RCD pode-se inferir que cerca de 80% em volume dos materiais constituintes do entulho do município possuem potencial para reciclagem em usinas, isto pode ser explicado pela predominância de materiais como areia/solo, componentes cerâmicos, concreto e argamassa. Esses dados quando comparados com caracterizações qualitativas realizadas em pesquisas anteriores denotaram que a cultura construtiva local ainda apresenta fortes traços artesanais, fundamentada na lógica do desperdício de tais componentes;

- No trabalho de campo realizado no município foi constatada a existência de 42 pontos de descarte clandestino, o que revelou um aumento significativo no número dessas áreas ao longo dos últimos anos. Uma explicação plausível para esse crescimento seria o desenvolvimento urbano do município, o qual propiciou esse crescimento do número de descartes de RCD nessas áreas somado a maior pulverização em depósitos clandestinos de pequeno porte;

- Conforme constatado o município ainda não possui implantado uma rede de captação para pequenos volumes, em consonância com as diretrizes propostas pela NBR 15.112 (ABNT, 2004), porém pode-se observar que o município conta com alguns depósitos provisórios de descarte de RCD, os quais facilitam a ação da gestão corretiva por concentrar os resíduos em um só ponto, propiciando a organização do serviço de limpeza pública em circuitos de coleta. No entanto, a ausência de infra-estrutura adequada tornou tais áreas em pequenos “lixões” localizados na área urbana, os quais demonstram a ineficácia da gestão corretiva, a qual não reduz os descartes clandestinos no entorno de tais depósitos e ainda possibilitam a mistura dos RCD com outros resíduos dificultando procedimentos de triagem e disposição final adequada dos mesmos;

- Por fim, pode-se concluir que a maioria dos ecopontos serão implantados em locais de deposição irregular, os quais possuem como objetivo precípua disciplinar as atividades desenvolvidas nessas áreas e ainda equacionar as disposições clandestinas no entorno desses pontos de captação de RCD. No que se refere a custos, pode-se concluir que a construção de tais ecopontos é dispendiosa, representando cerca de R\$ 100 mil por unidade instalada, a manutenção e operação também é custosa, o que representa cerca de R\$10 mil em cidades de médio porte. Entretanto pode-se constatar que é urgente a ação de programas de educação ambiental no município para garantir o funcionamento almejado dessas unidades.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como proposta para o avanço de pesquisas semelhantes ou complementares a esta dissertação, sugere-se:

- Investigar a influência de lixiviados de aterros de RCD na qualidade dos recursos hídricos, a fim de fornecer critérios técnicos para o aprimoramento das diretrizes de projeto, implantação e operação de aterros de RCD, de modo que propicie equacionar os possíveis impactos negativos causados por este tipo de resíduo aos recursos naturais;
- Instituir um sistema de monitoramento em áreas de recebimento de grandes e pequenos volumes, por meio de incentivo ao uso e controle de documentos como CTR – controle de transporte de resíduos, a fim de quantificar com maior acurácia as quantidades geradas de RCD por pequenos e grandes geradores;
- Estudar a redução de descartes clandestinos nas áreas em que foram implantados ecopontos e promover programas de educação ambiental para pequenos geradores, com a elaboração de cursos e cartilhas de orientação;
- Aperfeiçoar sistemas de triagem de RCD, a fim de que possibilitem um melhor aproveitamento dos RCD e que contemplem melhores condições de trabalho as pessoas envolvidas no manejo desses resíduos.
- Estudar sistemas de manejo e destinação final adequada para os resíduos de poda e capina destinado a estas unidades de recebimento de pequenos e grandes volumes de RCD;
- Elaborar estudos voltados a promover a formação de organizações produtivas de catadores de materiais recicláveis, que forneçam capacitação técnica e treinamentos para uma melhor segregação dos RCD, as quais devem preconizar melhores condições de trabalho, alimentação, equipamentos de segurança e programas de saúde. Assim, estudos direcionados neste sentido criarão mecanismos para o cumprimento da obrigatoriedade que será instituída com Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual estabelece prioridades na contratação dessas organizações de catadores;
- Avaliar o impacto da coleta informal de RCD – transportadores autônomos e carroceiros – nas áreas de descarte clandestino e ecopontos nos moldes da pesquisa elaborada por Mancini (1999), o qual avaliou o sistema de coleta informal de resíduos sólidos recicláveis em São Carlos-SP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹⁹

ABNT. **NBR 10.004**: Resíduos Sólidos – Classificação. 71p. Associação Brasileira de Normas Técnicas: Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10.005**: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. 16p. Associação Brasileira de Normas Técnicas: Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10.006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. 3p. Associação Brasileira de Normas Técnicas: Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10.007**: Amostragem de resíduos sólidos. 21p. Associação Brasileira de Normas Técnicas: Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – áreas de transbordo e triagem – diretrizes para projetos, implantação e operação. 7p. Associação Brasileira de Normas Técnicas: Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – aterro – diretrizes para projetos, implantação e operação. 12p. Associação Brasileira de Normas Técnicas: Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.114**: Resíduos sólidos da construção civil – áreas de reciclagem – diretrizes para projetos, implantação e operação. 7p. Associação Brasileira de Normas Técnicas: Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.115**: Resíduos sólidos da construção civil – execução de camadas de pavimentação – procedimentos. 10p. Associação Brasileira de Normas Técnicas: Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – utilização em pavimentação e concretos sem função estrutural – requisitos. 12p. Associação Brasileira de Normas Técnicas: Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE. **Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos 2008**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/download_2008.php>. Acesso em outubro de 2009.

¹⁹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023

ANGULO, S.C. et al. **Metodologia de caracterização de resíduos de construção e demolição**. In: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, VI, 2003, São Paulo, SP. Anais. IBRACON CT-206/IPEN. Em CD-Rom.

ÂNGULO, S.C., & JOHN, V.M. (2006). **Requisitos para a execução de aterros de resíduos de construção e demolição**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/436. São Paulo: EPUSP, 2006.

ASSIS, C. S. **Modelo de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: uma contribuição ao planejamento urbano**. 2002. 120p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2002.

AUTODESK. AutoCAD. Versão 2004: Autodesk, 2004. 1 CD-ROM

BARROS, M. C. **Avaliação de um resíduo da construção civil beneficiado como material alternativo para sistemas de cobertura**. 2005. 96 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, RJ, 2005.

BIDONE, F. R. A. (coord). **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: reciclagem e disposição final**. Rio de Janeiro, RJ: Editora RiMa, ABES, 2001. 240p. il. Projeto PROSAB 2. ISBN: 85-86552-20-2

BRAGA, et al. **Introdução a engenharia ambiental**. São Paulo, SP: Editora: Prentice Hall, 2002. 305p.

BRASIL. Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007. Regulamenta a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de jan. de 2007.

_____. Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre as normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de jan. de 2007.

_____. Lei nº 11.179, de 30 de dezembro de 2004. Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 de dez. de 2004.

_____. Lei nº 11.445, de 6 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 de jan. de 2007.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004** – Padrões de Potabilidade. Brasília, DF, 2004.

_____. Ministério das Cidades. **Panorama dos resíduos de construção e demolição (RCD) no Brasil**. Brasília, DF, 2005. p. 11.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 1 – **Dispõe sobre gestão as diretrizes gerais para uso e implementação da avaliação de impacto ambiental**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 1986.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 307 – **Dispõe sobre gestão dos resíduos de construção civil**. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, DF, 2002.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 348 – **Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos**. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, DF, 2004.

_____. Projeto de Lei nº 203, de 1991-2007, **dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Projetos/PL/2007/msg673-070906.html>. Acesso em outubro de 2009.

CABRAL, A. E. B. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD**. 2007. 254 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; CASSA, J. C. S. **Reciclagem de entulho para produção de materiais para construção**. Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001. 312 p. il, ISBN: 85-232-0226-9.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. 2005. 131 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2005.

CASTRO, L. O. **Destinação dos resíduos de construção e demolição na área insular do município de Santos e seus impactos sanitários e ambientais.** 2003. 111 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental). Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CASTRO, M. C. A. A.; SCHALCH, V, FERNANDES JUNIOR, J. L.; LEITE, W. C. A. **Caracterização física e granulométrica dos entulhos gerados na construção civil na cidade de São Paulo.** In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19, 1997, Foz do Iguaçu, p. 1667-1673.

CATAPRETA, C. A. A.; PEREIRA, J. C.; ALMEIDA, A. H. **Avaliação do desempenho das usinas de reciclagem de resíduos de construção civil de Belo Horizonte, Brasil.** In: CONGRESSO INTERAMERICANO AIDIS, 31. 2008, Santiago, Chile, 2008.

CETESB. **Inventario estadual de resíduos sólidos domiciliares 2009.** 2009 Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/publicacoes.asp>>. Acesso em março de 2010.

CINCOTTO, M. A. **Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil.** Revista PINI, São Paulo, n. 2480, p 27-30, ago. 1983.

CIWMB. Califórnia Integrate Waste Management Board - **Drywall Recycling.** Disponível em: <<http://www.ciwmb.ca.gov/ConDemo/factsheets/Drywall.htm>> Acesso em: setembro de 2009.

COMISSÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA – CEE/CBIC. **A Indústria da Construção Brasileira no Início do Século XXI: Análise e Perspectivas.** Belo Horizonte: Banco de Dados CBIC, 1998. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/>>. Acesso em fevereiro de 2010.

CONSTRUBUSINESS 2008. **Construir para crescer: planos nacionais para construção do crescimento.** In: Seminário da Indústria Brasileira da Construção, 7, 2008, São Paulo: FIESP/CIESP, 2008. Caderno Técnico. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/deconcic/publica%C3%A7%C3%B5es/vii%20construbusiness%20-%20caderno%20t%C3%A9cnico.pdf>>. Acesso em fevereiro de 2010.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 2000. 370 p.

FAGURY, S. C.; GRANDE, F. M. **Gestão de Resíduos de construção e demolição (RCD) – aspectos gerais da gestão pública em São Carlos/SP.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 8, 2007, Bento Gonçalves.

FOLHA DE SÃO PAULO. **São Carlos cria programa de gerenciamento para destinar resíduo sólido.** *Folha de São Paulo*, 1 set. de 2006. Caderno Ribeirão. Entrevista com diretor do Departamento de Política Ambiental de São Carlos.

FRESCA, F. R. C. **Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física.** 2007. 133 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2007.

GOMES, L. P. **Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários.** 1989. 167 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1989.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2001.

I&T. **Informações e Técnicas.** Disponível em: <<http://www.ietsp.com.br/text/law>> Informações e Técnicas. Acesso em fevereiro de 2010. IBGE. **IBGE cidades.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf>> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em outubro de 2008.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Brasil. Acesso em outubro de 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). **Gestão integrada de resíduos sólidos.** 2001. 39p. Coordenação técnica: Karin Segala. Rio de Janeiro, 2001.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção.** 2000. 13 p. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/CETESB.pdf>>. Acesso em agosto de 2009.

JOHN, V. M. **Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção.** In: Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: Projeto Entulho Bom. EDUFBA; 2001, 312 p; p. 26-45.

_____, V. M. **Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos.** In: SEMINÁRIO SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, 1996, Anais, São Paulo, SP, p. 21-30.

LEITE, M. A. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** 2001. 270 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2001.

LEITE, W. C. A. **Estudo da gestão de resíduos sólidos: uma proposta de modelo tomando a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-5) como referência.** 1997. 270p. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

LEVY, S. M. **Reciclagem do entulho da construção civil, para utilização como agregados para argamassas e concretos.** 1997. 145p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos.** 1999. 222 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1999.

LOPES, A. A. **Estudo da gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos na bacia Tietê-Jacaré (UGRHI-13).** 2007. 370p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

MANCINI, P. J. P. **Uma avaliação do sistema de coleta informal de resíduos sólidos recicláveis no município de São Carlos, SP.** 1999. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1999.

MARCONDES, F. C. S. **Sistemas logísticos reversos na indústria da construção civil – estudo da cadeia produtiva de chapas de gesso acartonado.** 2007. 364 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MARQUES NETO, J. C. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15)**. 2009. 629 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2009.

_____. **Diagnóstico para estudo de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição do Município de São Carlos-SP**. 2003. 155 p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2003.

_____. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos, SP: Editora RiMa, 2005. 162 p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Programa Brasileiro de Produtividade e Qualidade do Habitat**. Disponível em: <<http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h/>>. Acesso em janeiro de 2010.

MIRANDA, F. R.; ÂNGULO, S. C.; CARELI, E. D. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986 - 2008**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, n.1, p 57-71, jan./mar. 2009. ISSN 1678-8621, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

MIRANDA, L. F. R. **Contribuição ao desenvolvimento e controle de argamassas de revestimento com areia reciclada lavada de resíduos Classe A da construção civil**. 2005. 439 p. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MORAIS, G. M. D. **Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia: subsídios para uma gestão sustentável**. 2006. 201 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

NUNES, K. R. A. **Avaliação de investimentos e de desempenho de centrais de reciclagem para resíduos sólidos de construção e demolição**. 2004. 275 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

PARELLADA, L. A. R. **Avaliação do sistema de remoção dos resíduos de construção e demolição através de caçambas coletoras posicionadas no espaço público urbano**. 2001. 227 p. Dissertação (Mestrado em Transportes). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2001.

PINTO, C. A. **Diagnóstico dos resíduos sólidos de construção civil no município de Presidente Prudente – SP**. 2008. 152 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, Presidente Prudentes, SP, 2008.

PINTO, T. P. **Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189p. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

_____. **Utilização de resíduos de construção**. Estudo de uso em argamassas. 1986. 137 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Planejamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1986.

_____. (coord.) **Gestão ambiental de resíduos de construção civil: a experiência do SindusCon-SP**. Obra Limpa; I&T; SindusCon-SP. 48 p. São Paulo, SP: SindusCon-SP, 2005.

PINTO, T. P.; GONZÁLEZ, J. L. R. (Coord.) **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. 196 p.: il., v.1, Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2005. ISBN: 85-86836-04-4.

PIOVEZAN JUNIOR, G. T. A. **Avaliação do resíduos de construção civil (RCC) gerados no município de Santa Maria**. 2007. 76 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2007.

POON, C. S.; SHUI, Z. H.; LAM, L. **Effect of microstructure of ITZ on compressive strength of concrete prepared with recycled aggregates**. Construction and Building Materials, vol. 18, p. 461-468, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Portal da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – MG: **Eventos**. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/>>. Acesso em fevereiro de 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. Portal da Prefeitura Municipal de São Carlos – SP: **Notícias: Resíduos Urbanos**. São Carlos, 2009. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/noticias/2008/153004-residuos-urbanos.html>> . Acesso em fevereiro de 2009.

_____. Portal da Prefeitura Municipal de São Carlos – SP: **Notícias: Concorrência Pública** - **2009**. São Carlos, 2010. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/licitacoes-prefeitura/concorrenca-publica/concorrenca-publica-2009.html>> . Acesso em fevereiro de 2010.

_____. Portal da Prefeitura Municipal de São Carlos – SP: **Cidade: Conheça São Carlos**. São Carlos, 2009. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/conheca-sao-carlos/115442-dados-da-cidade-geografico-e-demografico.html>> . Acesso em fevereiro de 2009.

_____. Portal da Prefeitura Municipal de São Carlos – SP: **Fundações e autarquias: PROHAB**. São Carlos, 2010. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/fundacoes-e-autarquias/prohab.html>> . Acesso em setembro de 2010.

_____. **Estudo para projeto de recuperação de área degradada através do uso de resíduos inertes da construção civil com área de triagem e reciclagem de resíduos classe “A”**. São Carlos, 2004, 39 p.

_____. **Relatório de estudo para o encerramento e análise da estabilidade dos taludes na área da antiga entulheira entre os Bairros Antenor Garcia e Cidade Aracy II**. São Carlos, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Portal da Prefeitura Municipal de São Paulo – SP: **Informações: Limpurb**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://portal.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/servicoseobras/servicos/0009>>. Acesso em fevereiro de 2010.

PUCCI, R. B. **Logística de resíduos da construção civil atendendo a resolução CONAMA 307**. 2006. 137 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

RAMELLA, R. M. **Estudo de alternativas de tratamento e disposição final dos resíduos de poda e capina gerados no município de São Carlos-SP**. 2009. 68 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2009.

RINO, C. A. F.; MARAN, D. J. **Gestão dos Resíduos da Construção Civil no Município de Ribeirão Preto/SP**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005, Campo Grande, MS, p. 1-4.

SANTOS, E. C. G. **Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado**. 2007. 168 p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2007.

São Carlos (município). Lei nº 13.691, de 25 de novembro de 2005. **Institui o Plano Diretor do Município de São Carlos.** São Carlos, SP, 2005. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/utilidade-publica/plano-diretor.html>>. Acesso em maio de 2008.

_____. Lei nº 13.867, de 12 de setembro de 2006. **Institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e o sistema para gestão destes resíduos e dá outras providências.** São Carlos, SP, 2006. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/utilidade-publica/meio-ambiente-comdema.html>>. Acesso em abril de 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. **Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004-2007** – Estado de São Paulo RSP – Relatório Síntese do Plano. São Paulo, SP: Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), 2005, 189 p.

_____. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Resolução nº 41 – **Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental de aterros de resíduos inertes e da construção civil no Estado de São Paulo.** São Paulo, SP, 2002.

SCHALCH, V. **Análise comparativa de dois aterros sanitários semelhantes e correlações dos parâmetros do processo de digestão anaeróbia.** 1992. 220p. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1992.

_____. **Estratégias para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos.** 2002. 149p. Texto (Livre-Docência). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

_____. **Responsabilidades pela geração de resíduos sólidos.** 2008. Fluxograma apresentado durante a disciplina do curso de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento: “Gerenciamento de resíduos sólidos”, mar-jun. (slides). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2008.

SCHALCH, V. et al. **Projeto de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos de construção e demolição no município de São Carlos.** Convênio: Secretaria Municipal da Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente, Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, Fundação para o Incremento da Pesquisa e Aperfeiçoamento Industrial. São Carlos: PMSC, 1997.

SCHALCH, V.; CÓRDOBA, R.E. **Estratégia para gestão de resíduos sólidos**. 2009. Material didático elaborado para a disciplina de Sistema de Gestão Ambiental (CD-ROM) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2009.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. 2003. 130p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

SEADE. **Projeções populacionais**. Dados Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/projpop/index.php>>. Fundação Sistema Estadual de Análise. Secretaria Estadual de Planejamento e Economia. Acesso em agosto de 2009.

TAVARES, L. P. M. **Levantamento e análise da deposição e destinação dos resíduos da construção civil em Ituiutaba, MG**. 2007. 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

TCHOBANOGLOUS, G. et. al. **Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and management issues**. 1997. 978p. EUA, McGraw-Hill, 1993.

TCHOBANOGLOUS, G. **Solid wastes engineering principles and management issues**. New York: McGraw Hill Inc, 1997.

TOWNSEND, T.G.; JANG, Y.; THURN, L.G. **Simulation of construction and demolition waste leachate**. Jornal of Environmental Engineering, vol. 125, nº 11, novembro, 1999.

TRIANA, M. A. **Certificação Leed como norteador do processo de projeto para um edifício comercial em Florianópolis, Brasil**. In: ENTAC, 2006, Porto Alegre, 2006, Anais do ENTAC, 2006, p. 4459-4461.

TROCA, J. R. **Estimativa da geração e destinação do resíduo de construção civil na cidade de Lavras, MG**. 2007. 139 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, São Carlos, 2007.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção de concreto**. 1997. 140 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Campinas, Campinas, 1997.

_____. **Entulho na indústria da construção civil**. Artigo – fichas técnicas, São Paulo: PCC, EPUSP. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm>. Acesso em junho de 2008.

APÊNDICE A

Questionários de entrevistas aplicados aos pesquisadores, agentes coletores e responsáveis
pela gestão pública dos RCD

ENTREVISTA - PESQUISADORES E ÓRGÃOS PÚBLICOS			
Unidade:			
Endereço:		Fone:	
Entrevistado:			
1) Existe coleta de entulhos na PMSC?			
2) Quantidade de entulho coletado:			
3) Destino do entulho:			
4) Número de depósitos clandestinos:			
5) Onde fica o local de destinação de RCD?			
Dentro do perímetro urbano		Fora do perímetro urbano	
Próximo a residências		Próximo a residências	
Próximo a áreas de proteção ambiental		Próximo a áreas de proteção ambiental	
Outras áreas		Outras áreas	
6) Existe fiscalização?			
Sim ☐		Não ☐	
7) O município cobra pela disposição final dos RCD?			
Sim ☐		Não ☐	
Taxa específica			
Taxa junto com IPTU			
Tarifa por serviços especiais			
Outra			
8) Custo da limpeza de depósitos clandestinos:			
9) Quantos carroceiros o município possui em seu cadastro?			
10) Existe um Plano de Gerenciamento Integrado de RCD?			
Sim ☐		Não ☐	
11) O Plano Diretor do município contempla os RCD?			
Sim ☐		Não ☐	
12) Existem Ecopontos no município?			
Sim ☐		Não ☐	
		Quantidade:	
13) Quantos Ecopontos o município pretende implantar?			
OBS:

ENTREVISTA - AGENTES COLETORES			
Empresa:			
Endereço:		Fone:	
Entrevistado:			
1) Número de dias de operação:			
2) Tipos de veículos utilizados:			
3) Número de veículos:			
4) Número de caçambas ou carroças:			
5) Média de caçambas ou viagens mensal:			
6) Volume das caçambas:			
	3 m ³		R\$
	4 m ³		R\$
	5 m ³		R\$
7) Local de descarte da empresa:			
8) Local de descarte final:			
9) Registro de quantidade de RCD coletado:			
	Sim		Não
10) Licença na Prefeitura:			
	Sim		Não
11) Porcentagem de RCD removidos (%):			
	Reformas		
	Construção		
	Prédios		
	Limpeza de terrenos		
	Demolição		
12) Bairros maior de atuação da empresa:			
13) Locais de descarte irregular:			
OBS:

PPG – SHS – EESC/USP

**Estudo do Sistema de Gerenciamento Integrado de RCD
do Município de São Carlos - SP**

Folha de entrevista _____

ENTREVISTA - USINA DE RECICLAGEM																			
Usina:																			
Endereço:		Fone:																	
Entrevistado:																			
1) Data de fundação da Usina:																			
2) Número de dias de operação:																			
3) Número de funcionários:																			
4) Toneladas processados/dia (média):																			
5) Capacidade de processamento:																			
6) Existem de dados sobre RCD destinados a usina?																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Sim ☐ Não ☐ </div>																			
7) Tipos de RCD destinados a Usina																			
8) Há triagem de materiais?																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Sim ☐ Não ☐ </div>																			
9) Tipos de materiais produzidos																			
10) Melhor material a ser reciclado:																			
11) Pior material a ser reciclado:																			
12) Existem de depósitos clandestinos no entorno da usina?																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Sim ☐ Não ☐ </div>																			
13) Porcentagem dos seguintes materiais que chegam (%):																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Solo</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Argamassa</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Pedra</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Gesso</td><td></td></tr> </table>		Solo		Argamassa		Pedra		Gesso		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Concreto</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Material orgânico</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Cerâmico</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Outros</td><td></td></tr> </table>		Concreto		Material orgânico		Cerâmico		Outros	
Solo																			
Argamassa																			
Pedra																			
Gesso																			
Concreto																			
Material orgânico																			
Cerâmico																			
Outros																			
OBS:																			

APÊNDICE B

Dados levantados na central de triagem e aterro de RCD de Cidade Aracy I e na usina de reciclagem de RCD da PROHAB (2009)

Tabela B.1 – Volume de RCD e volumosos descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em março de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA CENTRAL DE TRIAGEM E ATERRO DE RCD - MARÇO ¹																																		
AGENTE COLETOR		VOLUMES DESCARTADOS ² (m³)																																TOTAL
		dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter						
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	30	31			
EMPRESAS DE CAÇAMBEAS	EMPRESA - A	38	66	45	46	60	75	58	93	106	63	65	70	10	40	60	69	108	70	23	65	102	73	62	107	37	94	60					1765	
	EMPRESA - B	58	94	83	143	108	71	10	51	96	99	98	87	85	84	121	64	82	111	45	95	101	100	78	121	25	76	59					2245	
	EMPRESA - C	55	50	45	30	50	50	5	40	55	55	40	40	10	53	45	40	10	40	25	35	50	30	40	25	23	40	30					1011	
	EMPRESA - D	10	5	13	10	10	8	0	13	33	0	0	0	0	18	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				128	
	EMPRESA - E	27	26	50	43	30	38	20	30	35	45	37	31	0	0	49	17	45	27	15	25	37	45	41	28	23	42	50					856	
	EMPRESA - F	8	15	18	9	44	33	12	23	31	16	27	17	11	11	13	16	20	8	10	18	17	8	13	13	6	11	9					437	
	EMPRESA - G	18	9	8	10	0	6	8	3	3	9	6	6	3	9	21	14	10	9	9	5	0	6	0	0	6	0	6					184	
	EMPRESA - H	0	12	9	15	11	7	0	13	21	6	3	5	0	18	5	8	6	13	0	12	11	8	5	15	3	9	5					220	
	EMPRESA - I	33	24	29	36	20	16	15	20	45	38	33	36	20	23	38	25	33	23	8	43	13	21	23	23	5	35	15					693	
	EMPRESA - J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	16	25	3	5	23	10	30	18	10	20	13	5	25	15					228	
	EMPRESA - K	20	5	17	20	15	15	0	14	14	5	10	9	9	35	13	15	10	15	10	24	19	15	14	5	20	28	15					391	
	EMPRESA - L	18	21	16	32	0	16	8	32	44	28	26	24	10	31	26	36	30	30	20	15	38	30	18	10	0	10	18					587	
	EMPRESA - M	5	17	14	7	20	9	9	20	0	12	15	8	0	7	4	9	13	15	0	19	10	16	9	7	0	2	9					256	
	EMPRESA - N	10	15	10	20	5	15	0	20	15	0	10	25	0	10	37	25	20	0	0	0	5	10	10	0	0	20	15					297	
	TerraPLANAGEM	EMPRESA - O	60	10	0	200	220	70	0	80	10	0	20	40	0	20	15	20	20	200	220	170	0	20	0	10	0	130	180					1715
EMPRESA - P		10	70	80	70	100	80	70	30	60	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	10	0	0	0	0	0	20	10					630	
EMPRESA - Q		0	0	12	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0					84	
PART.	Empresas e Particulares	19	164	52	162	204	92	0	258	20	8	90	75	20	50	74	109	230	140	10	123	60	120	61	30	10	5	30					2216	
PMSC	PMSC - Limpeza Pública - RCD	12	80	95	70	5	25	0	100	115	95	55	70	5	119	65	25	0	85	0	35	70	10	20	25	0	35	85					1301	
	PMSC - RCD de obras	0	10	10	10	5	5	0	10	10	0	10	15	0	10	15	25	15	35	0	30	25	25	10	15	0	10	15					315	
	PMSC - PODA	0	40	30	40	20	30	0	10	30	0	40	30	10	0	40	40	20	20	0	20	30	20	10	20	10	20	20					550	
TOTALS	TOTAL GERADO	401	733	636	973	927	661	215	803	743	479	585	593	198	554	674	560	697	864	405	774	606	567	434	467	173	648	646					16109	
	TOTAL DE PODAS	1	121	47	126	167	52	2	190	30	2	121	73	21	1	107	113	150	83	11	70	53	66	37	22	24	23	33					1746	
	TOTAL DE RCD ³	400	612	589	847	760	609	213	613	713	477	464	520	177	553	567	447	547	781	394	704	553	501	397	445	149	625	613					14363	
OBS:		¹ Considerados 25 dias no mês - sábados e domingos: meio período ² Volumes descartados no mês de março de 2009 com exceção dos domingos do dia 08, 15, 22 e 29 ³ Valor total de resíduos considerados como RCD pela recepção (RCD não triados)																																

Tabela B.3 – Volume de RCD e volumosos descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em maio de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA CENTRAL DE TRIAGEM E ATERRO DE RCD - MAIO ¹																												
AGENTE COLETOR		VOLUMES DESCARTADOS ² (m³)																										TOTAL
		sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex			
		01	02	04	05	06	07	08	09	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29			
EMPRESAS DE CAÇAMBAS	EMPRESA - A	126	53	65	96	60	25	58	67	103	93	91	72	87	35	58	77	71	108	76	60	115	93	148	84	1921		
	EMPRESA - B	0	46	100	93	73	115	141	55	93	125	199	150	126	23	105	128	103	118	96	115	101	85	83	116	2389		
	EMPRESA - C	0	30	30	40	60	40	35	20	55	50	45	50	50	10	45	50	30	45	25	50	25	35	35	25	880		
	EMPRESA - D	0	0	5	5	0	15	0	0	0	0	0	5	0	0	15	0	10	0	0	15	0	10	5	5	90		
	EMPRESA - E	0	15	50	33	33	34	37	14	34	38,5	35	35	0	0	23	55	45	35	30	20	40	35	40	30	711,5		
	EMPRESA - F	0	0	5	6	8	13	14	8	5	8	15	15	15	3	15	5	5	0	25	11	16	11	15	9	227		
	EMPRESA - G	0	6	6	6	0	3	6	3	11	12	0	6	3	3	12	6	0	0	15	6	6	3	0	6	119		
	EMPRESA - H	0	3	9	10	9	8	8	0	5	9	14	4	3	4	12	5	11	8	16	6	2	10	5	7	168		
	EMPRESA - I	0	15	10	28	16	15	5	21	38	28	23	15	19	20	23	43	20	25	11	35	36	19	15	10	490		
	EMPRESA - J	0	15	18	18	6	15	18	6	5	18	24	18	18	13	16	18	16	0	5	13	13	11	8	13	305		
	EMPRESA - K	0	16	10	12	8	15	6	8	10	20	22	5	5	5	12	10	15	0	10	20	10	5	2	5	231		
	EMPRESA - L	0	18	30	26	0	21	20	15	25	20	20	40	30	20	31	39	26	32	32	32	16	16	24	16	549		
	EMPRESA - M	0	9	8	5	5	5	4	3	3	7	5	0	7	3	16	0	13	3	3	12	13	3	10	10	147		
	EMPRESA - N	0	0	25	5	35	25	10	0	20	20	25	20	25	0	15	20	30	10	15	10	15	20	5	10	360		
	PARTI TERRAPLANAGEM	EMPRESA - O	0	0	0	10	20	10	0	0	0	0	0	100	0	0	280	160	90	0	0	0	20	170	30	0	890	
EMPRESA - P		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	10	0	20	0	0	90		
EMPRESA - Q		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	6	0	10	33		
PARTI	Empresas e Particulares	0	5	65	10	5	65	42	10	42	121	130	60	10	0	90	31	24	58	10	131	65	130	38	41	1183		
PMSC	PMSC - Limpeza Pública -RCD	0	0	40	65	80	20	5	0	0	15	0	0	5	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	240		
	PMSC - RCD de obras	0	0	15	10	20	10	5	0	15	10	10	10	10	15	5	15	20	15	10	0	10	25	15	5	250		
	PMSC - PODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	20	0	20	0	0	10	0	20	0	10	20	20	20	180		
TOTAIS	TOTAL GERADO	126	231	491	478	438	454	414	230	464	615	678	685	413	174	773	667	539	462	399	563	513	727	498	422	11454		
	TOTAL DE PODAS	0	4	31,4	3	2	42	12	1	11	83	137	52	1	22	33	16	9	45	21,6	99,6	22,4	72,6	20	20,2	761		
	TOTAL DE RCD ³	126	227	460	475	436	412	402	229	453	532	541	633	412	152	740	651	530	417	377	463	491	654	478	402	10693		
OBS:	¹ Considerado 22 dias ao mês - sábados e feriados do dia 01(Dia do Trabalho): meio período ² Volumes descartados no mês de maio de 2009 com exceção dos domingos e sábados dia 23 e 30 ³ Valor total de resíduos considerados como RCD pela recepção (RCD não triados)																											

Tabela B.5 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em março de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA CENTRAL DE TRIAGEM E ATERRO DE RCD - MARÇO ¹																																			
ORIGEM	AGENTE COLETOR	VOLUMES DESCARTADOS ² (m³)																															TOTAL GERADO (m³)	TOTAL PODAS (m³)	TOTAL RCD (m³) ³
		dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	sab	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter							
		01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	30	31							
CONSTRUÇÕES E REFORMAS	EMPRESAS DE CAÇAMBAS	300	359	357	421	373	359	145	372	498	376	370	363	163	355	465	341	392	384	175	386	421	372	333	367	153	392	306	9298	78	9220				
	PMSC - RCD DE OBRAS	0	10	10	10	5	5	0	10	10	0	10	15	0	10	15	25	15	35	0	30	25	25	10	15	0	10	15	315	0	315				
	EMPRESAS E PARTICULARES	19	164	52	162	204	92	0	258	20	8	90	75	20	50	74	109	230	140	10	123	60	120	61	30	10	5	30	2216	1116	1100				
LIMP.	PMSC - LIMPEZA PÚBLICA - RCD	12	80	95	70	5	25	0	100	115	95	55	70	5	119	65	25	0	85	0	35	70	10	20	25	0	35	85	1301	0	1301				
TERR.	TERRAPLANAGEM	70	80	92	270	320	150	70	146	70	0	20	40	0	20	15	20	40	200	220	180	0	20	0	10	0	186	190	2429	2	2427				
PODA	PMSC - PODA	0	40	30	40	20	30	0	10	30	0	40	30	10	0	40	40	20	20	0	20	30	20	10	20	10	20	20	550	550	0				
TOTAL	TOTAL	401	733	636	973	927	661	215	896	743	479	585	593	198	554	674	560	697	864	405	774	606	567	434	467	173	648	646	16109	1746	14363				
OBS:	¹ Considerados 25 dias no mês - sábados e domingos: meio período ² Volumes descartados no mês de março de 2009 com exceção dos domingos do dia 08, 15, 22 e 29 ³ Valor total de resíduos considerados como RCD pela recepção (RCD não triados)

Figura B.1 – Composição percentual segundo a origem dos RCD

Tabela B.6 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em abril de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA CENTRAL DE TRIAGEM E ATERRO DE RCD - ABRIL ¹																																		
ORIGEM	AGENTE COLETOR	VOLUMES DESCARTADOS ² (m³)																														TOTAL GERADO (m³)	TOTAL PODAS (m³)	TOTAL RCD (m³) ³
		qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui							
		01	02	03	04	06	07	08	09	10	11	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	27	28	29	30							
CONSTRUÇÕES E REFORMAS	EMPRESAS DE CAÇAMBAS	429	432	398	262	338	383	385	345	91	87	381	332	378	328	398	269	723	62	372	470	440	248	372	353	366	332	8974	75	8899				
	PMSC - RCD DE OBRAS	10	20	20	0	15	15	15	10	0	0	15	15	5	10	20	0	10	0	15	10	10	5	20	15	5	10	270	2	268				
	EMPRESAS E PARTICULARES	79	99	116	15	135	115	146	40	5	75	15	24	85	40	116	80	60	0	138	45	40	6	80	25	45	58	1682	610	1072				
Limp.	PMSC - LIMPEZA PÚBLICA - RCD	30	15	55	0	105	85	50	35	0	0	15	15	15	70	55	0	75	0	10	25	10	0	30	60	50	75	880	4	876				
TERR.	TERRAPLANAGEM	40	80	70	100	34	0	15	90	0	0	0	0	48	0	70	15	25	0	0	20	60	0	55	0	10	40	772	2	770				
PODA	PMSC - PODA	20	20	20	10	0	30	20	20	0	10	20	10	20	20	10	10	0	10	20	20	10	10	20	20	0	370	370	0					
TOTAL	TOTAL	608	666	679	387	627	628	631	540	96	172	446	396	551	468	679	374	903	62	545	590	580	269	567	473	496	515	12948	1063	11885				
OBS:	¹ Considerados 23 dias no mês - sábados e feriados do dia 10 (Paixão de Cristo) e 21 (Tiradentes): meio período ² Volumes descartados no mês de abril de 2009 com exceção dos domingos ³ Valor total de resíduos considerados como RCD pela recepção (RCD não triados)

Figura B.2 – Composição percentual segundo a origem dos RCD

Tabela B.7 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em maio de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA CENTRAL DE TRIAGEM E ATERRO DE RCD - MAIO ¹																													
ORIGEM	AGENTE COLETOR	VOLUMES DESCARTADOS ² (m³)																								TOTAL GERADO (m³)	TOTAL PODAS (m³)	TOTAL RCD (m³) ³	
		sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex				
		01	02	04	05	06	07	08	09	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29				
CONSTRUÇÕES E REFORMAS	EMPRESAS DE CAÇAMBAS	126	226	371	383	313	349	362	220	407	449	518	435	388	139	398	456	395	384	359	405	408	356	395	346	8588	36	8552	
	PMSC - RCC DE OBRAS	0	0	15	10	20	10	5	0	15	10	10	10	10	15	5	15	20	15	10	0	10	25	15	5	250	1	249	
	EMPRESAS E PARTICULARES	0	5	65	10	5	65	42	10	42	121	130	60	10	0	90	31	24	58	10	131	65	130	38	41	1183	542	641	
Limp.	PMSC - LIMPEZA PÚBLICA -RCD	0	0	40	65	80	20	5	0	0	15	0	0	5	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	240	1	239	
TERR.	TERRAPLANAGEM	0	0	0	10	20	10	0	0	0	0	0	160	0	0	280	160	90	0	0	27	20	196	30	10	1013	1	1012	
PODA	PMSC - PODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	20	0	20	0	0	10	0	20	0	10	20	20	20	180	180	0	
TOTAL	TOTAL	126	231	491	478	438	454	414	230	464	615	678	685	413	174	773	667	539	462	399	563	513	727	498	422	11454	761	10693	
OBS:	¹ Considerado 22 dias ao mês - sábados e feriados do dia 01(Dia do Trabalho): meio período ² Volumes descartados no mês de maio de 2009 com exceção dos domingos e sábados dia 23 e 30 ³ Valor total de resíduos considerados como RCD pela recepção (RCD não triados)

Figura B.3 – Composição percentual segundo a origem dos RCD

Tabela B.8 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na central de triagem e aterro de Cidade Aracy I em junho de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA CENTRAL DE TRIAGEM E ATERRO DE RCD - JUNHO ¹																									
ORIGEM	AGENTE COLETOR	VOLUMES DESCARTADOS ² (m³)																				TOTAL GERADO (m³)	TOTAL PODAS (m³)	TOTAL RCD (m³) ³	
		seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg				ter
		01	02	03	04	05	08	09	10	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29				30
CONSTRUÇÕES E REFORMAS	EMPRESAS DE CAÇAMBAS	399	304	377	322	263	270	342	347	329	357	388	430	341	391	410	381	334	409	384	364	410	7551	71	7480
	PMSC - RCC DE OBRAS	5	10	5	15	15	10	15	25	0	10	10	15	5	10	10	10	10	5	10	10	5	210	0	210
	EMPRESAS E PARTICULARES	5	60	35	20	58	58	55	65	10	92	35	70	28	35	135	43	0	87	95	85	60	1131	633	498
LIMP.	PMSC - LIMPEZA PÚBLICA - RCD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10
TERR.	TERRAPLANAGEM	0	50	50	110	70	0	0	0	0	80	40	0	230	0	30	10	0	22	12	0	0	704	1	703
PODA	PMSC - PODA	20	20	10	10	50	20	20	20	0	30	20	10	20	20	20	0	20	0	10	20	20	360	360	0
TOTAL	TOTAL	429	444	477	477	456	358	432	457	339	569	493	530	624	461	605	444	364	523	511	479	495	9966	1065	8901
OBS:	¹ Considerados 21 dias no mês																								
	² Volumes descartados no mês de junho de 2009 com exceção dos sábados, domingos e feriado do dia 11 (Corpus Christi)																								
	³ Valor total de resíduos considerados como RCD pela recepção (RCD não triados)

Figura B.4 – Composição percentual segundo a origem dos RCD

Tabela B.9 – Volume de RCD descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em maio de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA USINA DE RECICLAGEM DE RCD - MAIO ¹																							
AGENTES COLETORES		ENTRADA (VOLUMES DESCARTADOS) ² (m³)																				TOTAL	
		seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex		
		04	05	06	07	08	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29		
EMPRESAS DE CACAMBAIS	EMPRESA - A	0	0	0	40	35	5	5	5	15	0	0	0	45	5	5	0	0	0	0	0	160	
	EMPRESA - B	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
	EMPRESA - C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - D	0	0	0	15	0	0	10	0	10	0	0	0	0	10	0	5	35	5	5	5	100	
	EMPRESA - E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - F	0	0	0	15	10	0	15	5	10	0	10	15	10	25	8	5	15	10	25	0	178	
	EMPRESA - G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - I	0	0	0	20	20	15	0	10	10	10	35	0	0	0	20	0	10	10	10	15	185	
	EMPRESA - J	0	0	0	0	5	0	15	5	0	0	5	0	0	10	5	10	0	0	0	5	60	
	EMPRESA - K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TERRAPLANAGEM	EMPRESA - O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	0	0	0	125		
	EMPRESA - P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	30	50		
PART	Empresas e Particulares	0	0	0	23	0	0	0	30	0	0	0	50	0	5	0	0	10	15	0	133		
PMSC	PMSC - Limpeza Pública -RCC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	PMSC - RCC de obras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	PMSC - PODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTALS	TOTAL DE RCD GERADO ³	0	0	0	113	70	20	50	55	45	10	50	65	55	55	48	145	70	50	70	25	996	
	TOTAL DE RCD CINZA ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	10	0	0	0	0	60		
	TOTAL DE RCD MISTO ³	0	0	0	113	70	20	50	55	45	10	50	15	55	55	38	145	70	50	70	25	936	
OBS:	¹ Considerado 20 dias no mês																						
	² Volumes descartados no mês de maio de 2009 com exceção dos sábados, domingos e o feriado do dia 01 (Dia do Trabalho)																						
	³ Valor total de RCD classificado na recepção (RCD não triados)																						

Tabela B.11 – Volume de RCD descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em julho de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA USINA DE RECICLAGEM DE RCD - JULHO ¹																										
AGENTES COLETORES		ENTRADA (VOLUMES DESCARTADOS) ² (m³)																								TOTAL
		qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex		
		01	02	03	06	07	08	09	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31		
EMPRESAS DE CALÇAMBRAS	EMPRESA - A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	5	0	0	15	
	EMPRESA - B	10	10	0	0	0	0	0	0	0	10	8	10	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	
	EMPRESA - C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
	EMPRESA - D	5	23	0	0	0	0	0	0	18	10	0	0	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	5	86
	EMPRESA - E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	25	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	
	EMPRESA - F	10	0	0	0	5	0	0	0	10	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	48
	EMPRESA - G	0	10	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	
	EMPRESA - H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	EMPRESA - I	0	10	0	0	10	0	0	0	35	23	25	10	0	5	10	0	0	0	5	0	5	0	10	148	
	EMPRESA - J	15	10	0	0	0	0	0	0	10	15	0	10	0	18	5	0	0	0	0	0	5	0	0	88	
	EMPRESA - K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	EMPRESA - L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	EMPRESA - M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	EMPRESA - N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TERRAPLANAGEM	EMPRESA - O	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
	EMPRESA - P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	EMPRESA - Q	0	0	0	0	0	0	0	0	150	190	180	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	570	
	EMPRESA - R	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	106	
	EMPRESA - S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PART	Empresas e Particulares	55	5	0	0	0	0	0	0	50	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	
PMSC	PMSC - Limpeza Pública -RCC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PMSC - RCC de obras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PMSC - PODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTALS	TOTAL DE RCD GERADO ³	95	68	0	0	15	0	0	0	359	278	246	90	0	108	25	0	0	0	85	0	15	0	25	1409	
	TOTAL DE RCD CINZA ³	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	
	TOTAL DE RCD MISTO ³	55	68	0	0	15	0	0	0	359	278	246	85	0	108	25	0	0	0	85	0	15	0	25	1364	
OBS:	¹ Considerado 23 dias no mês ² Volumes descartados no mês de março de 2009 com exceção dos sábados e domingos ³ Valor total de RCD classificado na recepção (RCD não triados)																									

Tabela B.13 – Volume de RCD descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em setembro de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA USINA DE RECICLAGEM DE RCD - SETEMBRO ¹																										
AGENTES COLETORES		ENTRADA (VOLUMES DESCARTADOS) ² (m³)																								TOTAL
		ter	qua	qui	sex	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua				
		01	02	03	04	08	09	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30				
EMPRESAS DE CACÁMBIAS	EMPRESA - A	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	10	15	0	0	0	0	5	40			
	EMPRESA - B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	EMPRESA - C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	EMPRESA - D	0	10	0	0	15	0	0	0	18	13	0	0	10	0	15	21	10	0	0	15	0	127			
	EMPRESA - E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	EMPRESA - F	0	18	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	33			
	EMPRESA - G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	EMPRESA - H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	EMPRESA - I	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	15	10	5	45			
	EMPRESA - J	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0	5	5	0	5	0	0	0	0	0	0	25			
	EMPRESA - K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	EMPRESA - L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	EMPRESA - M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	EMPRESA - N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	TERMOPLÁSTICOS	EMPRESA - O	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30		
EMPRESA - P		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
EMPRESA - Q		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
EMPRESA - R		0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	10	0	150			
EMPRESA - S		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
PAIR	Empresas e Particulares	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	15	0	0	0	0	0	0	5	5	5	75			
PMSC	PMSC - Limpeza Pública -RCC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	PMSC - RCC de obras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	PMSC - PODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
TOTAIS	TOTAL DE RCD GERADO ³	0	33	10	0	20	5	0	90	48	23	0	50	30	5	30	41	10	0	70	45	15	525			
	TOTAL DE RCD CINZA ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	TOTAL DE RCD MISTO ³	0	33	10	0	20	5	0	90	48	23	0	50	30	5	30	41	10	0	70	45	15	525			
OBS:	¹ Considerado 21 dias no mês																									
	² Volumes descartados no mês de setembro de 2009 com exceção dos sábados, domingos e o feriado do dia 07 (Procl. Da República)																									
	³ Valor total de RCD classificado na recepção (RCD não triados)																									

Tabela B.14 – Volume de RCD descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em outubro de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA USINA DE RECICLAGEM DE RCD - OUTUBRO ¹																												
AGENTES COLETORES		ENTRADA (VOLUMES DESCARTADOS) ² (m³)																										TOTAL
		qui 01	sex 02	seg 05	ter 06	qua 07	qui 08	sex 09	ter 13	qua 14	sex 15	seg 16	ter 19	qua 20	qui 21	sex 22	seg 23	ter 26	qua 27	qui 28	sex 29	dom 30						
EMPRESAS DE CACÁMBIAS	EMPRESA - A	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
	EMPRESA - B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
	EMPRESA - C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0			5		
	EMPRESA - D	8	0	40	5	5	0	0	0	0	0	10	10	0	0	20	0	0	5	23	30	0				156		
	EMPRESA - E	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
	EMPRESA - F	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	30	0	0	0	5	0	5	5	5	0	0				60		
	EMPRESA - G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	5	0			25			
	EMPRESA - H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - I	20	0	5	15	0	0	0	0	10	0	15	15	0	0	5	5	0	20	0	0	0				110		
	EMPRESA - J	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	15	0	0	0	5	0	10	0	0	0	0	0	0	0	35		
	EMPRESA - K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	TERMOPLASTICA	EMPRESA - O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0				50	
EMPRESA - P		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
EMPRESA - Q		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
EMPRESA - R		0	0	0	0	0	0	0	0	80	40	0	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225		
EMPRESA - S		0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50		
PART	Empresas e Particulares	0	10	10	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70		
PMSC	PMSC - Limpeza Pública -RCC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	PMSC - RCC de obras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	PMSC - PODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAIS	TOTAL DE RCD GERADO ³	28	10	60	70	15	0	0	0	100	90	70	130	0	0	50	5	15	50	78	40	0				811		
	TOTAL DE RCD CINZA ³	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20		
	TOTAL DE RCD MISTO ³	28	10	60	50	15	0	0	0	100	90	70	130	0	0	50	5	15	50	78	40	0				791		
OBS:	¹ Considerado 21 dias ao mês																											
	² Volumes descartados no mês de outubro de 2009 com exceção dos sábados, domingos e o feriado do dia 12 (Dia de Nossa Senhora Aparecida)																											
	³ Valor total de RCD classificado na recepção (RCD não triados)																											

Tabela B.15 – Volume de RCD descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em novembro de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA USINA DE RECICLAGEM DE RCD - NOVEMBRO ¹																						
AGENTES COLETORES		ENTRADA (VOLUMES DESCARTADOS) ² (m³)																		TOTAL		
		qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg			
		05	06	09	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30			
EMPRESAS DE CAÇAMBAS	EMPRESA - A	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
	EMPRESA - B	0	0	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
	EMPRESA - C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - D	40	10	5	10	10	0	0	13	0	10	13	0	0	0	0	0	0	0	111		
	EMPRESA - E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - F	5	5	5	10	5	0	5	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	45		
	EMPRESA - G	0	0	5	0	10	5	0	0	0	5	10	0	0	0	0	0	0	0	35		
	EMPRESA - H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - I	0	5	0	5	10	5	5	15	0	15	5	5	0	0	0	10	0	0	80		
	EMPRESA - J	0	5	0	0	20	5	5	10	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	55		
	EMPRESA - K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TERRAPLANAGEM	EMPRESA - O	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10		
	EMPRESA - P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EMPRESA - S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	5	0	0	0	0	0	20	0	105		
PAR	Empresas e Particulares	0	0	80	25	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	110		
PMSC	PMSC - Limpeza Pública -RCC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	PMSC - RCC de obras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	PMSC - PODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTALS	TOTAL DE RCD GERADO ³	55	30	95	50	55	20	20	43	0	115	48	5	0	0	5	10	20	0	571		
	TOTAL DE RCD CINZA ³	0	0	75	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100		
	TOTAL DE RCD MISTO ³	55	30	20	25	55	20	20	43	0	115	48	5	0	0	5	10	20	0	471		
OBS:		¹ Considerado 18 dias no mês ² Volumes descartados no mês de novembro de 2009 com exceção dos sábados, domingos e recessos e feriados dos dias 02, 03, 04 e 15 ³ Valor total de RCD classificado na recepção (RCD não triados)																				

Tabela B.16 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em maio de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA USINA DE RECICLAGEM DE RCD - MAIO ¹																								
ORIGEM	AGENTES COLETORES	ENTRADA (VOLUMES DESCARTADOS) ² (m³)																				TOTAL GERADO (m³)	TOTAL PODAS (m³)	TOTAL RCD (m³) ³
		seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex			
		04	05	06	07	08	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29			
CONSTRUÇÕES E REFORMAS	COLETORAS	0	0	0	90	70	20	50	25	45	10	50	15	55	50	38	20	60	25	40	25	688	0	688
	PMSC - RCC DE OBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EMPRESAS E PARTICULARES	0	0	0	23	0	0	0	30	0	0	0	50	0	5	0	0	10	15	0	0	133	0	133
	PMSC - LIMPEZA PÚBLICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TERR.	TERRAPLANAGEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	125	0	10	30	0	175	0	175
PODA	PODA E CAPINA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	10	0	0	0	0	0	60	0	60
TOTAL	TOTAL	0	0	0	113	70	20	50	55	45	10	50	115	55	55	58	145	70	50	70	25	1056	0	1056
OBS: ¹ Considerado 20 dias no mês ² Volumes descartados no mês de maio de 2009 com exceção dos sábados, domingos e o feriado do dia 01 (Dia do Trabalho) ³ Valor total de resíduos considerados como RCD pela recepção (RCD não triados)

Figura B.5 – Composição percentual segundo a origem dos RCD

Tabela B.17 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em junho de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA USINA DE RECICLAGEM DE RCD - JUNHO ¹																								
ORIGEM	AGENTES COLETORES	ENTRADA (VOLUMES DESCARTADOS) ² (m³)																				TOTAL GERADO (m³)	TOTAL PODAS (m²)	TOTAL RCD (m³) ³
		seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter			
		01	02	03	04	05	08	09	10	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30			
CONSTRUÇÕES E REFORMAS	COLETORAS	70	50	20	35	25	45	45	62	55	25	75	55	65	43	94	89	55	29	59	96	1092	0	1092
	PMSC - RCC DE OBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EMPRESAS E PARTICULARES	0	0	0	0	0	0	35	0	0	25	0	25	12	15	170	65	35	20	35	15	452	0	452
Limp.	PMSC - LIMPEZA PÚBLICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TERR.	TERRAPLANAGEM	25	190	0	0	0	0	0	0	0	0	48	79	61	0	0	0	40	70	60	0	573	0	573
PODA	PODA E CAPINA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	TOTAL	95	240	20	35	25	45	80	62	55	50	123	159	138	58	264	154	130	119	154	111	2117	0	2117
OBS:	¹ Considerado 20 dias no mês ² Volumes descartados no mês de junho de 2009 com exceção dos sábados, domingos, feriado 11 (CORPUS CRISTI) e recesso 12 ³ Valor total de RCD classificado na recepção (RCD não triados)

Figura B.6 – Composição percentual segundo a origem dos RCD

Tabela B.18 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em julho de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NO ATERRO DE INERTES - JULHO ¹																																
ORIGEM	AGENTES COLETORES	ENTRADA (VOLUMES DESCARTADOS) ² (m³)																								TOTAL	TOTAL	TOTAL				
																										GERADO	PODAS(	RCD				
		qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	(m³)	m³)	(m³) ³					
01	02	03	06	07	08	09	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31										
CONSTRUÇÕES E REFORMAS	COLETORAS	40	63	0	0	15	0	0	0	73	78	66	40	0	58	25	0	0	0	15	0	15	0	25	513	0	513					
	PMSC - RCC DE OBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	EMPRESAS E PARTICULARES	55	5	0	0	0	0	0	0	50	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	120					
Limp.	PMSC - LIMPEZA PÚBLICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
TERR.	TERRAPLANAGEM	0	0	0	0	0	0	0	0	236	190	180	50	0	50	0	0	0	0	70	0	0	0	0	776	0	776					
PODA	PODA E CAPINA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
TOTAL	TOTAL	95	68	0	0	15	0	0	0	359	278	246	90	0	108	25	0	0	0	85	0	15	0	25	1409	0	1409					
OBS:	¹ Considerado 23 dias no mês																															
	² Volumes descartados no mês de março de 2009 com exceção dos sábados e domingos																															
	³ Valor total de resíduos considerados como RCD pela recepção (RCD não triados)

Figura B.7 – Composição percentual segundo a origem dos RCD

Tabela B.19 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em agosto de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA USINA DE RECICLAGEM DE RCD - AGOSTO ¹																									
ORIGEM	AGENTES COLETORES	ENTRADA (VOLUMES DESCARTADOS) ² (m³)																				TOTAL GERADO (m³)	TOTAL PODAS/ (m³)	TOTAL RCD (m³)	
		seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex				seg
		03	04	05	06	07	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28				31
CONSTRUÇÕES E REFORMAS	COLETORAS	30	15	68	28	45	40	40	5	25	0	30	0	0	0	0	0	10	10	0	15	20	381	0	381
	PMSC - RCC DE OBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EMPRESAS E PARTICULARES	0	50	60	0	0	60	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	10	0	30	30	265	0	265
	PMSC - LIMPEZA PÚBLICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TERR.	TERRAPLANAGEM	0	30	60	0	0	0	20	10	0	0	10	0	0	0	180	140	30	0	0	0	0	480	0	480
PODA	PODA E CAPINA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	TOTAL	30	95	188	28	45	100	60	15	25	0	65	0	0	0	180	140	40	20	0	45	50	1126	0	1126
OBS:	¹ Considerado 21 dias no mês ² Volumes descartados no mês de agosto de 2009 com exceção dos sábados e domingos ³ Valor total de resíduos considerados como RCD pela recepção (RCD não triados)

Figura B.8 – Composição percentual segundo a origem dos RCD

Tabela B.20 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em setembro de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA USINA DE RECICLAGEM DE RCD - SETEMBRO ¹																									
ORIGEM	AGENTES COLETORES	ENTRADA (VOLUMES DESCARTADOS) ² (m³)																				TOTAL GERADO (m³)	TOTAL PODAS (m³)	TOTAL RCD (m³) ³	
		ter	qua	qui	sex	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter				qua
		01	02	03	04	08	09	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29				30
CONSTRUÇÕES E REFORMAS	COLETORAS	0	33	10	0	20	5	0	0	18	23	0	5	15	5	30	41	10	0	15	30	10	270	0	270
	PMSC - RCC DE OBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EMPRESAS E PARTICULARES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	15	0	0	0	0	0	5	5	5	75	0	75
Limp.	PMSC - LIMPEZA PÚBLICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TERR.	TERRAPLANAGEM	0	0	0	0	0	0	0	90	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	10	0	180	0	180
PODA	PODA E CAPINA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	TOTAL	0	33	10	0	20	5	0	90	48	23	0	50	30	5	30	41	10	0	70	45	15	525	0	525
OBS:	¹ Considerado 21 dias no mês ² Volumes descartados no mês de setembro de 2009 com exceção dos sábados, domingos e o feriado do dia 07 (Procl. Da República) ³ Valor total de resíduos considerados como RCD pela recepção (RCD não triados)

Figura B.9 – Composição percentual segundo a origem dos RCD

Tabela B.21 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em outubro de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA USINA DE RECICLAGEM DE RCD - OUTUBRO ¹																									
ORIGEM	AGENTES COLETORES	ENTRADA (VOLUMES DESCARTADOS) ² (m³)																				TOTAL	TOTAL	TOTAL	
																						GERADO			
		qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex			(m³)
		01	02	05	06	07	08	09	13	14	15	16	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30			
CONSTRUÇÕES E REFORMAS	COLETORAS	28	0	50	20	15	0	0	0	20	0	70	25	0	0	50	5	15	50	28	40	0	416	0	416
	PMSC - RCC DE OBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EMPRESAS E PARTICULARES	0	10	10	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	70
Limp.	PMSC - LIMPEZA PÚBLICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TERR.	TERRAPLANAGEM	0	0	0	0	0	0	0	0	80	90	0	105	0	0	0	0	0	0	50	0	0	325	0	325
PODA	PODA E CAPINA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	TOTAL	28	10	60	70	15	0	0	0	100	90	70	130	0	0	50	5	15	50	78	40	0	811	0	811
OBS:	¹ Considerado 21 dias ao mês ² Volumes descartados no mês de outubro de 2009 com exceção dos sábados, domingos e o feriado do dia 12 ³ Valor total de resíduos considerados como RCD pela recepção (RCD não triados)

Figura B.10 – Composição percentual segundo a origem dos RCD

Tabela B.22 – Movimento de cargas por tipo de agente coletor descartados na usina de reciclagem de RCD da PROHAB em novembro de 2009

LEVANTAMENTO DE DADOS NA USINA DE RECICLAGEM DE RCD - NOVEMBRO ¹																						
ORIGEM	AGENTES COLETORES	ENTRADA (VOLUMES DESCARTADOS) ² (m³)																		TOTAL GERADO (m³)	TOTAL PODAS (m³)	TOTAL RCD (m³) ³
		qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	qui	sex	seg			
		05	06	09	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30			
CONSTRUÇÕES E REFORMAS	COLETORAS	45	30	15	25	55	20	20	43	0	35	38	5	0	0	5	10	0	0	346	0	346
	PMSC - RCC DE OBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EMPRESAS E PARTICULARES	0	0	80	25	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	110	0	110
Limp.	PMSC - LIMPEZA PÚBLICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TERR.	TERRAPLANAGEM	10	0	0	0	0	0	0	0	0	80	5	0	0	0	0	0	0	20	115	0	115
PODA	PODA E CAPINA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	TOTAL	55	30	95	50	55	20	20	43	0	115	48	5	0	0	5	10	20	0	571	0	571
OBS: ¹ Considerado 18 dias no mês ² Volumes descartados no mês de novembro de 2009 com exceção dos sábados, domingos e recessos e feriados dos dias 02, 03 e 04 ³ Valor total de resíduos considerados como RCD pela recepção (RCD não triados)

Figura B.11 – Composição percentual segundo a origem dos RCD

APÊNDICE C

Resultados dos ensaios de caracterização qualitativa dos RCD de ambas as metodologias
abordadas neste estudo

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 1 da usina de reciclagem RCD

Figura C.1 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material da base da pilha de resíduos

Figura C.2 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 1 da usina de reciclagem RCD

Figura C.3 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 1 da pilha de resíduos

Figura C.4 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 1 da usina de reciclagem RCD

Figura C.5 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 3 da pilha de resíduos

Figura C.6 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 2 da usina de reciclagem RCD

Figura C.7 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material da base da pilha de resíduos

Figura C.8 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 2 da usina de reciclagem RCD

Figura C.11 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 3 da pilha de resíduos

Figura C.12 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos

Figura C.13 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material da base da pilha de resíduos

Figura C.14 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 3 da usina de reciclagem RCD

Figura C.15 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 1 da pilha de resíduos

Figura C.16 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos

Figura C.17 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 3 da pilha de resíduos

Figura C.18 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos

Tabela C.2 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 1 – Amostra 2 da usina de reciclagem RCD

CARACTERIZAÇÃO VOLUMÉTRICA DOS RCD MEDIANTE PROCESSAMENTO DE IMAGENS - RESULTADOS														
Análise dos RCD destinados à Usina de RCD de São Carlos-SP														
Data:			Origem: Reforma					Descrição do Resíduo			Predominância telhas e solo			
Amostra: 2			Volume Amostrado: 5 m³					Predominante:						
Classe	Materiais	Composição Percentual (%)							Estimativa dos Materiais				Estimativa das Classes	
		Base	Meio	Topo 1	Topo 2	Topo 3	Topo 4	Média Topo	Composição Volumétrica Final		Composição Gravimétrica Estimada		Massa ²	Volume
									(%) ¹	(m³)	(%) ²	(kg) ²	(%)	(%)
Classe A	Concreto	5,80	8,40	11,80	6,40	11,60	0,10	7,48	7,23	0,36	5,66	316,71	92,38	87,48
	Areia/ Solo	16,10	30,10	46,20	78,60	56,60	79,50	65,23	37,14	1,86	41,28	2311,70		
	Argamassa	27,90	-	-	-	-	-	0,00	9,30	0,47	14,60	817,50		
	Componentes Cerâmicos	23,10	55,70	36,80	12,80	30,60	10,40	22,65	33,82	1,69	30,84	1727,07		
	Pedra	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Asfalto	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Classe B	Plástico	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,98	10,93
	Papel/Papelão	13,80	0,80	-	-	1,10	10,00	2,78	5,79	0,29	0,86	48,26		
	Metais	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Vidro	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Madeira	10,10	3,90	5,20	0,40	0,10	-	1,43	5,14	0,26	6,12	342,78		
	Outros	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Classe C	Gesso	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe D	Tintas	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	1,58
	Solventes	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Óleos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Fibrocimento (c/ amianto)	3,20	1,10	-	1,80	-	-	0,45	1,58	0,08	0,63	35,42		
Total		100	100	100	100	100	100	100	100	5,00	100,0	5599,43	100	100
OBS: ¹ Valor obtido por meio da média aritmética da base, meio e média topo														
² Valor estimado por meio da massa específica de cada material obtida na amostragem física														

Tabela C.4 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 1 da usina de reciclagem RCD

CARACTERIZAÇÃO EM MASSA E VOLUME DOS RCD MEDIANTE AMOSTRAGEM FÍSICA- RESULTADOS														
Análise dos RCD destinados à Usina de RCD de São Carlos-SP														
Transportador: Emp. de Demolição e Terr.			Origem: Reforma				Descrição do Resíduo			Predominância de concreto				
Amostra: 1			Volume Amostrado: 108 L				Predominante:							
Classe	Materiais	Composição						Estimativa dos Materiais				Massa esp. ap. ρ (kg/L)	Estimativa das Classes	
		Base		Meio		Topo		Massa Total Final		Volume Total Final			Massa (%)	Volume (%)
		M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	(kg)	(%)	(L)	(%)			
Classe A	Concreto	32,40	27,00	39,60	33,00	38,40	32,00	110,40	91,45	92,00	85,19	1,200	99,50	93,52
	Areia/ Solo	9,72	9,00	-	-	-	-	9,72	8,05	9,00	8,33	1,080		
	Argamassa	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Componentes Cerâmicos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Pedra	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Asfalto	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Classe B	Plástico	-	-	0,26	3,00	0,34	4,00	0,60	0,50	7,00	6,48	0,086	0,50	6,48
	Papel/Papelão	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Metais	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,333		
	Vidro	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Madeira	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Outros	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Classe C	Gesso	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
Classe D	Tintas	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
	Solventes	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Óleos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Fibrocimento (c/ amianto)	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Total	42,12	36,00	39,86	36,00	38,74	36,00	120,72	100	108,00	100	1,118	100	100
OBS: Amostrados apenas materiais que puderam ser colocados em latas, deixando o complementar destas latas vazios no qual foi considerado como concreto.														
Nesta amostragem foram medidos a massa e volume real do resíduo transportado pelo caminhão.														
Massa real "cacamba fechada" = 11.700 kg e Volume real "cacamba fechada" = 10 m³, portanto massa específica aparente úmida (γ) = 1,17 t/m³														

Tabela C.6 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 3 da usina de reciclagem RCD

CARACTERIZAÇÃO EM MASSA E VOLUME DOS RCD MEDIANTE AMOSTRAGEM FÍSICA- RESULTADOS														
Análise dos RCD destinados à Usina de RCD de São Carlos-SP														
Transportador: Empresa de Caçamba			Origem: Reforma					Descrição do Resíduo		Predominância areia, pedras e argamassa				
Amostra: 3			Volume Amostrado: 108 L					Predominante:						
Classe	Materiais	Composição						Estimativa dos Materiais				Massa esp. ap.	Estimativa das Classes	
		Base		Meio		Topo		Massa Total Final		Volume Total Final		ρ	Massa	Volume
		M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	(kg)	(%)	(L)	(%)	(kg/L)	(%)	(%)
Classe A	Concreto	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	100,00	100,00
	Areia/ Solo	23,57	20,50	23,00	19,00	25,00	21,00	71,57	48,83	60,50	56,02	1,183		
	Argamassa	7,50	5,00	9,00	5,50	7,50	5,00	24,00	16,37	15,50	14,35	1,548		
	Componentes Cerâmicos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Pedra	16,50	10,50	18,50	11,50	16,00	10,00	51,00	34,80	32,00	29,63	1,594		
	Asfalto	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Classe B	Plástico	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
	Papel/Papelão	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Metais	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Vidro	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Madeira	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Outros	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Classe C	Gesso	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
Classe D	Tintas	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
	Solventes	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Óleos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Fibrocimento (c/ amianto)	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Total	47,57	36,00	50,50	36,00	48,50	36,00	146,57	100	108,00	100	1,357	100	100
OBS: Nesta amostragem foram medidos a massa e volume real do resíduo transportado pelo caminhão. Massa real "caçamba fechada" = 13.330 kg e Volume real "caçamba fechada" = 10 m³, portanto massa específica aparente úmida (γ) = 1,333 t/m³														

Tabela C.7 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 1 da usina de reciclagem RCD

CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE RCD - RESULTADOS									
Análise dos RCD destinados à Usina de RCD de São Carlos -SP									
Classe	Materiais	Composição Percentual dos RCD da Amostra 1							
		Metodologia 1 ¹		Metodologia 2 ²		Volume		Massa	
		Volume	Massa	Volume	Massa	Média ⁴	Desvio Padrão ³	Média ⁴	Desvio Padrão ³
Classe A	Concreto	85,76	91,78	85,19	91,45	85,47	0,41	91,62	0,23
	Areia/ Solo	8,11	7,81	8,33	8,05	8,22	0,16	7,93	0,17
	Argamassa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Componentes Cerâmicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pedra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe B	Plástico	5,33	0,41	6,48	0,50	5,91	0,81	0,45	0,06
	Papel/Papelão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Metais	0,80	0,00	0,00	0,00	0,40	0,57	0,00	0,00
	Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe C	Gesso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe D	Tintas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Solventes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Óleos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fibrocimento (c/ amianto)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	100	100	100	100	100	-	100	-

OBS: ¹ Metodologia de caracterização mediante processamento de imagens

² Metodologia de caracterização por amostragem física

³ Desvio Padrão dos valores obtidos na metodologia 1 e metodologia 2

⁴ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2

Tabela C.8 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 2 da usina de reciclagem RCD

CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE RCD - RESULTADOS									
Análise dos RCD destinados à Usina de RCD de São Carlos -SP									
Classe	Materiais	Composição Percentual dos RCD da Amostra 2							
		Metodologia 1 ¹		Metodologia 2 ²		Volume		Massa	
		Volume	Massa	Volume	Massa	Média ⁴	Desvio Padrão ³	Média ⁴	Desvio Padrão ³
Classe A	Concreto	7,23	5,66	13,52	9,91	10,37	4,45	7,78	3,01
	Areia/ Solo	37,14	41,28	57,87	60,22	47,51	14,66	50,75	13,39
	Argamassa	9,30	14,60	11,48	16,87	10,39	1,54	15,74	1,61
	Componentes Cerâmicos	33,82	30,84	12,96	11,07	23,39	14,75	20,96	13,98
	Pedra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe B	Plástico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Papel/Papelão	5,79	0,86	2,78	0,39	4,28	2,13	0,62	0,34
	Metais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Madeira	5,14	6,12	1,39	1,55	3,27	2,65	3,83	3,23
	Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe C	Gesso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe D	Tintas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Solventes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Óleos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fibrocimento (c/ amianto)	1,58	0,63	0,00	0,00	0,79	1,12	0,32	0,45
	Total	100	100	100	100	100	-	100	-
OBS: ¹ Metodologia de caracterização mediante processamento de imagens ² Metodologia de caracterização por amostragem física ³ Desvio Padrão dos valores obtidos na metodologia 1 e metodologia 2 ⁴ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2									

Tabela C.9 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 3 da usina de reciclagem RCD

CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE RCD - RESULTADOS									
Análise dos RCD destinados à Usina de RCD de São Carlos -SP									
Classe	Materiais	Composição Percentual dos RCD da Amostra 3							
		Metodologia 1 ¹		Metodologia 2 ²		Volume		Massa	
		Volume	Massa	Volume	Massa	Média ⁴	Desvio Padrão ³	Média ⁴	Desvio Padrão
Classe A	Concreto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Areia/ Solo	40,23	33,53	56,02	48,83	48,12	11,17	41,18	10,82
	Argamassa	20,44	22,30	14,35	16,37	17,40	4,31	19,34	4,19
	Componentes Cerâmicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pedra	39,33	44,17	29,63	34,80	34,48	6,86	39,48	6,63
	Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe B	Plástico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Papel/Papelão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe C	Gesso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe D	Tintas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Solventes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Óleos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fibrocimento (c/ amianto)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	100	100	100	100	100	-	100	-

OBS: ¹ Metodologia de caracterização mediante processamento de imagens

² Metodologia de caracterização por amostragem física

³ Desvio Padrão dos valores obtidos na metodologia 1 e metodologia 2

⁴ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 1 do aterro de RCD

Figura C.19 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material da base da pilha de resíduos

Figura C.20 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 1 do aterro de RCD

Figura C.21 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 1 da pilha de resíduos

Figura C.22 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 1 do aterro de RCD

Figura C.23 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 3 da pilha de resíduos

Figura C.24 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 2 do aterro de RCD

Figura C.25 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material da base da pilha de resíduos

Figura C.26 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos

Figura C.27 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 1 da pilha de resíduos

Figura C.28 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 2 do aterro de RCD

Figura C.29 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 3 da pilha de resíduos

Figura C.30 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos

Figura C.31 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material da base da pilha de resíduos

Figura C.32 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 3 do aterro de RCD

Figura C.33 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 1 da pilha de resíduos

Figura C.34 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos

Figura C.35 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 3 da pilha de resíduos

Figura C.36 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 4 do aterro de RCD

Figura C.37 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material da base da pilha de resíduos

Figura C.38 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 4 do aterro de RCD

Figura C.39 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 1 da pilha de resíduos

Figura C.40 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 4 do aterro de RCD

Figura C.41 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 3 da pilha de resíduos

Figura C.42 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos

Figura C.43 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material da base da pilha de resíduos

Figura C.44 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do meio da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 5 do aterro de RCD

Figura C.45 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 1 da pilha de resíduos

Figura C.46 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 2 da pilha de resíduos

Procedimento de caracterização volumétrica mediante a análise por meio de análise de imagens – Amostra 5 do aterro de RCD

Figura C.47 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 3 da pilha de resíduos

Figura C.48 – Estimativa percentual da composição volumétrica por material do topo 4 da pilha de resíduos

Tabela C.11 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 1 – Amostra 2 do aterro de RCD

CARACTERIZAÇÃO VOLUMÉTRICA DOS RCD MEDIANTE PROCESSAMENTO DE IMAGENS - RESULTADOS														
Análise dos RCD destinados à Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I São Carlos-SP														
Transportador: Empresa de Caçamba			Origem: Construção					Descrição do Resíduo			Predominância cerâmicos, solo e argamassa			
Amostra: 2			Volume Amostrado: 3 m³					Predominante:						
Classe	Materiais	Composição Percentual (%)							Estimativa dos Materiais				Estimativa das Classes	
		Base	Meio	Topo 1	Topo 2	Topo 3	Topo 4	Média Topo	Composição Volumétrica Final		Composição Gravimétrica Estimada		Massa ²	Volume
									(%) ¹	(m³)	(%) ²	(kg) ²	(%)	(%)
Classe A	Concreto	-	10,30	8,30	13,00	15,80	8,60	11,43	7,24	0,22	8,43	236,04	94,48	81,91
	Areia/ Solo	-	22,50	38,00	13,70	28,90	28,60	27,30	16,60	0,50	19,92	557,76		
	Argamassa	58,20	3,90	6,10	34,80	8,50	31,90	20,33	27,48	0,82	35,71	999,91		
	Componentes Cerâmicos	11,50	51,30	31,30	23,30	40,40	20,70	28,93	30,58	0,92	30,39	851,00		
	Pedra	-	-	-	-	-	0,20	0,05	0,02	0,00	0,02	0,57		
	Asfalto	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Classe B	Plástico	-	-	13,60	0,20	-	1,30	3,78	1,26	0,04	0,05	1,51	5,40	17,99
	Papel/Papelão	4,50	0,90	0,70	5,40	3,40	5,20	3,68	3,03	0,09	0,43	12,10		
	Metais	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Vidro	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Madeira	25,80	11,10	2,00	9,60	1,70	3,50	4,20	13,70	0,41	4,91	137,60		
	Outros	-	-	-	-	0,10	-	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00		
Classe C	Gesso	-	-	-	-	1,20	-	0,30	0,10	0,00	0,12	3,43	0,12	0,10
Classe D	Tintas	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Solventes	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Óleos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Fibrocimento (c/ amianto)	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Total		100	100	100	100	100	100	100	100	3	100	2799,93	100	100
OBS: ¹ Valor obtido por meio da média aritmética da base, meio e média topo														
² Valor estimado por meio da massa específica de cada material obtida na amostragem física														

Tabela C.12 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 1 – Amostra 3 do aterro de RCD

Transportador: Empresa de Caçamba				Origem: Construção				Descrição do Resíduo			Predominância cerâmicos, solo e papelão					
Amostra: 3				Volume Amostrado: 5 m³				Predominante:								
Classe	Materiais	Composição Percentual (%)							Estimativa dos Materiais				Estimativa das Classes			
									Composição Volumétrica Final		Composição Gravimétrica Estimada		Massa ²	Volume		
		Base	Meio	Topo 1	Topo 2	Topo 3	Topo 4	Média Topo	(%) ¹	(m³)	(%) ²	(kg) ²	(%)	(%)		
Classe A	Concreto	3,80	21,20	2,60	7,60	3,00	0,50	3,43	9,48	0,47	11,97	358,70	87,83	61,80		
	Areia/ Solo	70,30	24,50	3,60	8,80	19,30	12,60	11,08	35,29	1,76	55,16	1652,43				
	Argamassa	2,50	18,70	2,40	11,50	-	6,40	5,08	8,76	0,44	10,42	312,27				
	Componentes Cerâmicos	1,50	4,80	33,70	16,10	15,70	8,60	18,53	8,28	0,41	10,28	307,96				
	Pedra	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	Asfalto	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Classe B	Plástico	1,80	-	11,80	1,80	5,80	26,90	11,58	4,46	0,22	0,51	15,38	12,17	38,20		
	Papel/Papelão	11,10	18,10	20,20	37,00	46,00	28,90	33,03	20,74	1,04	3,46	103,71				
	Metais	3,30	12,70	-	5,40	2,20	-	1,90	5,97	0,30	2,32	69,61				
	Vidro	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	Madeira	5,70	-	20,20	11,80	5,70	6,10	10,95	5,55	0,28	5,84	174,83				
	Outros	-	-	5,50	-	2,30	10,00	4,45	1,48	0,07	0,03	0,93				
Classe C	Gesso	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Classe D	Tintas	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Solventes	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	Óleos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	Fibrocimento (c/ amianto)	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Total		100	100	100	100	100	100	100	100	5	100	2995,81	100	100		
OBS: ¹ Valor obtido por meio da média aritmética da base, meio e média topo																
² Valor estimado por meio da massa específica de cada material obtida na amostragem física																

Tabela C.13 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 1 – Amostra 4 do aterro de RCD

CARACTERIZAÇÃO VOLUMÉTRICA DOS RCD MEDIANTE PROCESSAMENTO DE IMAGENS - RESULTADOS														
Análise dos RCD destinados à Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I São Carlos-SP														
Transportador: Empresa de Terraplanagem			Origem: Escavação				Descrição do Resíduo			Predominância solo				
Amostra: 4			Volume Amostrado: 5 m³				Predominante:							
Classe	Materiais	Composição Percentual (%)							Estimativa dos Materiais				Estimativa das Classes	
		Base	Meio	Topo 1	Topo 2	Topo 3	Topo 4	Média Topo	Composição Volumétrica Final		Composição Gravimétrica Estimada		Massa ²	Volume
									(%) ¹	(m³)	(%) ²	(kg) ²	(%)	(%)
Classe A	Concreto	2,60	2,20	16,50	0,30	11,90	-	7,18	3,99	0,20	2,81	221,76	100,00	100,00
	Areia/ Solo	97,40	97,80	83,50	99,70	88,10	100,00	92,83	96,01	4,80	97,19	7675,82		
	Argamassa	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Componentes Cerâmicos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Pedra	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Asfalto	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Classe B	Plástico	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Papel/Papelão	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Metais	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Vidro	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Madeira	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Outros	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Classe C	Gesso	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe D	Tintas	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Solventes	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Óleos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Fibrocimento (c/ amianto)	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Total		100	100	100	100	100	100	100	100	5	100	7897,58	100	100
OBS: ¹ Valor obtido por meio da média aritmética da base, meio e média topo														
² Valor estimado por meio da massa específica de cada material obtida na amostragem física														

Tabela C.15 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 1 do aterro de RCD

CARACTERIZAÇÃO EM MASSA E VOLUME DOS RCD MEDIANTE AMOSTRAGEM FÍSICA- RESULTADOS														
Análise dos RCD destinados à Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I São Carlos-SP														
Transportador: Empresa de Caçamba				Origem: Reforma				Descrição do Resíduo			Predominância madeira, tijolos e argamassa			
Amostra: 1				Volume Amostrado: 108 L				Predominante:						
Classe	Materiais	Composição						Estimativa dos Materiais				Massa esp. ap.	Estimativa das Classes	
		Base		Meio		Topo		Massa Total Final		Volume Total Final		ρ	Massa	Volume
		M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	(kg)	(%)	(L)	(%)	(kg/L)	(%)	(%)
Classe A	Concreto	9,10	8,00	-	-	-	-	9,10	8,66	8,00	7,44	1,138	92,91	81,79
	Areia/ Solo	13,85	11,00	13,60	11,70	1,80	2,00	29,25	27,83	24,70	22,98	1,184		
	Argamassa	2,00	1,70	6,60	6,10	13,60	10,50	22,20	21,12	18,30	17,03	1,213		
	Componentes Cerâmicos	9,80	10,00	9,00	8,50	11,00	12,00	29,80	28,35	30,50	28,38	0,977		
	Pedra	1,90	0,90	5,40	5,50	-	-	7,30	6,95	6,40	5,96	1,141		
	Asfalto	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Classe B	Plástico	0,15	0,49	0,01	0,20	0,20	3,00	0,36	0,34	3,69	3,43	0,098	3,47	15,12
	Papel/Papelão	0,20	3,60	0,40	0,90	0,60	4,50	1,20	1,14	9,00	8,37	0,133		
	Metais	0,10	0,02	0,24	0,04	0,05	0,30	0,39	0,37	0,36	0,33	1,083		
	Vidro	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Madeira	0,30	0,20	-	-	1,40	3,00	1,70	1,62	3,20	2,98	0,531		
	Outros	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Classe C	Gesso	0,80	0,32	3,00	3,00	-	-	3,80	3,62	3,32	3,09	1,145	3,62	3,09
Classe D	Tintas	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
	Solventes	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Óleos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Fibrocimento (c/ amianto)	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Total	38,20	36,23	38,25	35,94	28,65	35,30	105,10	100	107,47	100	0,978	100	100
OBS: Amostras coletadas, segregadas e pesadas em condições úmidas														

Tabela C.17 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 3 do aterro de RCD

CARACTERIZAÇÃO EM MASSA E VOLUME DOS RCD MEDIANTE AMOSTRAGEM FÍSICA- RESULTADOS														
Análise dos RCD destinados à Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I São Carlos-SP														
Transportador: Empresa de Caçamba				Origem: Construção				Descrição do Resíduo		Predominância cerâmicos, solo e papelão				
Amostra: 3				Volume Amostrado: 108 L				Predominante:						
Classe	Materiais	Composição						Estimativa dos Materiais				Massa esp. ap.	Estimativa das Classes	
		Base		Meio		Topo		Massa Total Final		Volume Total Final		ρ	Massa	Volume
		M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	(kg)	(%)	(L)	(%)	(kg/L)	(%)	(%)
Classe A	Concreto	10,80	12,00	9,20	13,00	1,20	3,00	21,20	29,71	28,00	25,87	0,757	93,47	79,22
	Areia/ Solo	4,70	2,80	4,35	7,00	2,00	2,00	11,05	15,48	11,80	10,90	0,936		
	Argamassa	3,40	5,00	0,05	0,06	0,80	0,90	4,25	5,96	5,96	5,51	0,713		
	Componentes Cerâmicos	10,20	14,50	10,20	12,00	9,00	13,00	29,40	41,20	39,50	36,49	0,744		
	Pedra	0,80	0,50	-	-	-	-	0,80	1,12	0,50	0,46	1,600		
	Asfalto	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Classe B	Plástico	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,069	6,53	20,78
	Papel/Papelão	-	-	-	-	1,40	14,00	1,40	1,96	14,00	12,93	0,100		
	Metais	0,07	0,30	-	-	-	-	0,07	0,10	0,30	0,28	0,233		
	Vidro	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Madeira	1,25	0,60	1,50	3,00	0,40	1,40	3,15	4,41	5,00	4,62	0,630		
	Outros	0,01	0,09	0,01	1,00	0,02	2,10	0,04	0,06	3,19	2,95	0,013		
Classe C	Gesso	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
Classe D	Tintas	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
	Solventes	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Óleos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Fibrocimento (c/ amianto)	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Total	31,23	35,79	25,31	36,06	14,82	36,40	71,36	100	108,25	100	0,659	100	100
OBS: Amostras coletadas, segregadas e pesadas em condições pouco úmidas														

Tabela C.18 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 4 do aterro de RCD

CARACTERIZAÇÃO EM MASSA E VOLUME DOS RCD MEDIANTE AMOSTRAGEM FÍSICA- RESULTADOS														
Análise dos RCD destinados à Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I São Carlos-SP														
Transportador: Empresa de Terraplanagem			Origem: Escavação					Descrição do Resíduo		Predominância solo				
Amostra: 4			Volume Amostrado: 108 L					Predominante:						
Classe	Materiais	Composição						Estimativa dos Materiais				Massa esp. ap. ρ (kg/L)	Estimativa das Classes	
		Base		Meio		Topo		Massa Total Final		Volume Total Final			Massa (%)	Volume (%)
		M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	(kg)	(%)	(L)	(%)			
Classe A	Concreto	-	-	-	-	1,00	0,90	1,00	0,59	0,90	0,83	1,111	100,00	100,00
	Areia/ Solo	50,00	34,50	54,80	33,50	53,50	31,00	158,30	93,72	99,00	91,33	1,599		
	Argamassa	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Componentes Cerâmicos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Pedra	2,00	1,50	3,20	3,00	4,40	4,00	9,60	5,68	8,50	7,84	1,129		
	Asfalto	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Classe B	Plástico	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
	Papel/Papelão	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Metais	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Vidro	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Madeira	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Outros	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Classe C	Gesso	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
Classe D	Tintas	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
	Solventes	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Óleos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Fibrocimento (c/ amianto)	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Total	52,00	36,00	58,00	36,50	58,90	35,90	168,90	100	108,40	100	1,558	100	100
OBS: Amostras coletadas, segregadas e pesadas em condições úmidas														

Tabela C.19 – Resultado da caracterização qualitativa mediante o uso da metodologia 2 – Amostra 5 do aterro de RCD

CARACTERIZAÇÃO EM MASSA E VOLUME DOS RCD MEDIANTE AMOSTRAGEM FÍSICA- RESULTADOS														
Análise dos RCD destinados à Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I São Carlos-SP														
Transportador: Empresa de Terraplanagem			Origem: Terraplanagem					Descrição do Resíduo		Predominância solo e vegetação				
Amostra ¹ : 5			Volume Amostrado: 108 L					Predominante:						
Classe	Materiais	Composição						Estimativa dos Materiais				Massa esp. ap.	Estimativa das Classes	
		Base		Meio		Topo		Massa Total Final		Volume Total Final		ρ	Massa	Volume
		M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	(kg)	(%)	(L)	(%)	(kg/L)	(%)	(%)
Classe A	Concreto	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	1,023	100,00	100,00
	Areia/ Solo	50,50	34,50	54,00	35,00	52,00	33,50	156,50	96,90	103,00	96,26	1,519		
	Argamassa	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Componentes Cerâmicos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,883		
	Pedra	1,50	1,00	1,00	1,00	2,50	2,00	5,00	3,10	4,00	3,74	1,250		
	Asfalto	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Classe B	Plástico	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
	Papel/Papelão	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Metais	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Vidro	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Madeira	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Outros	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Classe C	Gesso	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
Classe D	Tintas	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
	Solventes	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Óleos	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Fibrocimento (c/ amianto)	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
	Total	52,00	35,50	55,00	36,00	54,50	35,50	161,50	100	107,00	100	1,509		
OBS: Amostras coletadas, segregadas e pesadas em condições úmidas														
¹ Amostra destinada ao aterro de Cidade Aracy, a qual foi direcionada a um bota fora do município devido o atual aterro de inertes estar em fase de saturação														

Tabela C.20 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 1 do aterro de RCD

CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE RCD - RESULTADOS									
Análise dos RCD destinados à Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I São Carlos-SP									
Classe	Materiais	Composição Percentual dos RCD da Amostra 1							
		Metodologia 1 ¹		Metodologia 2 ²		Volume		Massa	
		Volume	Massa	Volume	Massa	Média ⁴	Desvio Padrão ³	Média ⁴	Desvio Padrão ³
Classe A	Concreto	8,75	11,48	7,44	8,66	8,10	0,92	10,07	2,00
	Areia/ Solo	14,84	20,28	22,98	27,83	18,91	5,76	24,05	5,34
	Argamassa	13,38	18,73	17,03	21,12	15,21	2,58	19,93	1,69
	Componentes Cerâmicos	31,72	35,75	28,38	28,35	30,05	2,36	32,05	5,23
	Pedra	0,00	0,00	5,96	6,95	2,98	4,21	3,47	4,91
	Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe B	Plástico	3,47	0,39	3,43	0,34	3,45	0,02	0,37	0,03
	Papel/Papelão	8,44	1,30	8,37	1,14	8,41	0,05	1,22	0,11
	Metais	0,28	0,34	0,33	0,37	0,30	0,04	0,36	0,02
	Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Madeira	19,13	11,72	2,98	1,62	11,05	11,42	6,67	7,15
	Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe C	Gesso	0,00	0,00	3,09	3,62	1,54	2,18	1,81	2,56
Classe D	Tintas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Solventes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Óleos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fibrocimento (c/ amianto)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	100	100	100	100	100	-	100	-

OBS: ¹ Metodologia de caracterização mediante processamento de imagens

² Metodologia de caracterização por amostragem física

³ Desvio Padrão dos valores obtidos na metodologia 1 e metodologia 2

⁴ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2

Tabela C.21 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 2 do aterro de RCD

CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE RCD - RESULTADOS Análise dos RCD destinados à Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I São Carlos-SP									
Classe	Materiais	Composição Percentual dos RCD da Amostra 2							
		Metodologia 1 ¹		Metodologia 2 ²		Volume		Massa	
		Volume	Massa	Volume	Massa	Média ⁴	Desvio Padrão ³	Média ⁴	Desvio Padrão ³
Classe A	Concreto	7,24	8,43	34,01	36,12	20,62	18,93	22,28	19,58
	Areia/ Solo	16,60	19,92	29,87	32,71	23,24	9,38	26,31	9,04
	Argamassa	27,48	35,71	0,00	0,00	13,74	19,43	17,86	25,25
	Componentes Cerâmicos	30,58	30,39	33,09	30,01	31,83	1,78	30,20	0,27
	Pedra	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
	Asfalto	0,00	0,00	0,46	0,45	0,23	0,32	0,22	0,32
Classe B	Plástico	1,26	0,05	0,46	0,02	0,86	0,56	0,04	0,03
	Papel/Papelão	3,03	0,43	0,00	0,00	1,51	2,14	0,22	0,31
	Metais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Madeira	13,70	4,91	2,11	0,69	7,91	8,19	2,80	2,99
	Outros	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Classe C	Gesso	0,10	0,12	0,00	0,00	0,05	0,07	0,06	0,09
Classe D	Tintas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Solventes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Óleos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fibrocimento (c/ amianto)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	100	100	100	100	100	-	100	-
OBS: ¹ Metodologia de caracterização mediante processamento de imagens ² Metodologia de caracterização por amostragem física ³ Desvio Padrão dos valores obtidos na metodologia 1 e metodologia 2 ⁴ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2									

Tabela C.23 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa – Amostra 4 do aterro de RCD

CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE RCD - RESULTADOS Análise dos RCD destinados à Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I São Carlos-SP									
Classe	Materiais	Composição Percentual dos RCD da Amostra 4							
		Metodologia 1 ¹		Metodologia 2 ²		Volume		Massa	
		Volume	Massa	Volume	Massa	Média ⁴	Desvio Padrão ³	Média ⁴	Desvio Padrão ³
Classe A	Concreto	3,99	2,81	0,83	0,59	2,41	2,24	1,70	1,57
	Areia/ Solo	96,01	97,19	91,33	93,72	93,67	3,31	95,46	2,45
	Argamassa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Componentes Cerâmicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pedra	0,00	0,00	7,84	5,68	3,92	5,54	2,84	4,02
	Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe B	Plástico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Papel/Papelão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe C	Gesso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe D	Tintas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Solventes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Óleos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fibrocimento (c/ amianto)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	100	100	100	100	100	-	100	-
OBS: ¹ Metodologia de caracterização mediante processamento de imagens ² Metodologia de caracterização por amostragem física ³ Desvio Padrão dos valores obtidos na metodologia 1 e metodologia 2 ⁴ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2									

Tabela C.24 – Comparativo dos resultados das metodologias da caracterização qualitativa realizadas – Amostra 5 do aterro de RCD

CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE RCD - RESULTADOS									
Análise dos RCD destinados à Central de Triagem e Aterro de Cidade Aracy I São Carlos-SP									
Classe	Materiais	Composição Percentual dos RCD da Amostra 5							
		Metodologia 1 ¹		Metodologia 2 ²		Volume		Massa	
		Volume	Massa	Volume	Massa	Média ⁴	Desvio Padrão ³	Média ⁴	Desvio Padrão ³
Classe A	Concreto	1,26	0,85	0,00	0,00	0,63	0,89	0,43	0,60
	Areia/ Solo	98,32	98,84	96,26	96,90	97,29	1,45	97,87	1,37
	Argamassa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Componentes Cerâmicos	0,16	0,09	0,00	0,00	0,08	0,11	0,05	0,07
	Pedra	0,27	0,22	3,74	3,10	2,00	2,45	1,66	2,03
	Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe B	Plástico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Papel/Papelão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Outros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe C	Gesso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe D	Tintas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Solventes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Óleos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fibrocimento (c/ amianto)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	100	100	100	100	100	-	100	-

OBS: ¹ Metodologia de caracterização mediante processamento de imagens

² Metodologia de caracterização por amostragem física

³ Desvio Padrão dos valores obtidos na metodologia 1 e metodologia 2

⁴ Valores obtidos por meio da média aritmética da metodologia 1 e metodologia 2

APÊNDICE D

Inventário das áreas de descarte de RCD no município de São Carlos - SP (2009/2010)

Quadro D.1 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Santos Dumont junto à garagem da PMSC (área 1)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 1)
Situado:	Área pública
Entorno:	Garagem da PMSC
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 1 m³.
Situação Atual:	Ativo
Composição:	Argamassas, cimento, madeira, tijolos, isopor, poda e capina e volumosos
OBS:	Constatado carroceiros no local

<p>Imagem aérea da área 1 Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004</p>	<p>Localização da área 1. Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>

<p>Situação física da área 1. Fonte: Trabalho de campo. Realizado em ago. 2009</p>

Quadro D.2 – Local de descarte clandestino de RCD ao longo da Rua Bolívia (área 2)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 2)
Situado:	Área pública – bens dominicais
Entorno:	-
Porte:	Médio
Pilha maior:	Aprox. 3 m³.
Situação Atual:	Ativo
Composição:	Concreto, asfalto, solo e volumosos
OBS:	Descarte por grandes geradores

<p>Imagem aérea da área 2</p> <p>Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004</p>	<p>Situação física da área 2.</p> <p>Fonte: Trabalho de campo. Realizado em ago. 2009</p>
--	--

Localização da área 2.

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 3)
Situado:	Área pública – bens dominicais
Entorno:	-
Porte:	Grande
Pilha maior:	Aprox. 5 m³.
Situação Atual:	Ativo
Composição:	Concreto, cerâmicos, asfalto, solo e volumosos
OBS:	Evidência de descarte de grandes geradores

Localização da área 3.

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 3

Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004

Situação física da área 3.

Fonte: Trabalho de campo. Realizado em ago. 2009

Quadro D.5 – Local de descarte clandestino de RCD na Avenida Capitão Luiz Brandão, próximo ao futuro Ecoponto São Carlos VIII (área 5)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 5)
Situado:	Via pública e área institucional
Entorno:	-
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 1 m³
Situação Atual:	Ativo
Composição:	Concreto, cerâmicos, solo/areia, argamassa, poda e capina e outros volumosos
OBS:	Obstrução da passagem de pedestres

<p>Imagem aérea da área 5 Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004</p>
	<p>Localização da área 5 Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>
	<p>Situação física da área 5 Fonte: Trabalho de campo. Realizado em ago. 2009</p>

Quadro D.7 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Vinicius E. Laurito Miceli, próximo ao futuro Ecoponto Douradinho (área 7)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 7)
Situado:	Via pública
Entorno:	-
Porte:	Médio
Pilha maior:	Aprox. 1 m³
Situação Atual:	Ativo
Composição:	Concreto, cerâmicos, solo/areia, argamassa, poda e capina e volumosos
OBS:	Obstrução da via pública

Localização da área 7

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

<div> <p>Imagem aérea da área 7</p><p>Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p></div>	<div> <p>Situação física da área 7</p><p>Fonte: Trabalho de campo. Realizado em ago. 2009</p></div>
---	--

Quadro D.8 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Rio São Francisco (área 8)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 8)
Situado:	Via pública
Entorno:	-
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 0,5 m ³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Cerâmicos, solo/areia, argamassa e volumosos
OBS:	Placa de proibido jogar entulho colocada por moradores do local

<p>Imagem aérea da área 8</p> <p>Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004</p>	<p>Situação física da área 8</p> <p>Fonte: Trabalho de campo. Realizado em ago. 2009</p>
--	---

Localização da área 8

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Quadro D.9 – Depósito provisório autorizado pela PMSC na Rua Indalécio de C. Pereira, local do futuro Ecoponto Jardim Paulistano (área 9)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Depósito provisório (área 9)
Situado:	Área Institucional
Entorno:	Córrego do monjolinho e APP
Porte:	Médio
Pilha maior:	Aprox. 1 m³
Situação Atual:	Ativo
Composição:	Cerâmicos, solo/areia, argamassa, concreto, poda e capina, gesso e volumosos
OBS:	Detectado o descarte de gesso no local

Localização da área 9
Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 9
Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004

Situação física da área 9
Fonte: Trabalho de campo. Realizado em ago. 2009

Quadro D.10 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Miguel Petrucelli, próximo ao futuro Ecoponto Jd. Ipanema (área 10)

INFORMAÇÕES:			
Tipo de depósito:	Clandestino (área 10)	<p>Localização da área 10</p> <p>Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>	
Situado:	Via pública		
Entorno:	Córrego do monjolinho e APP		
Porte:	Médio		
Pilha maior:	Aprox. 2 m ³		
Situação Atual:	Ativo		
Composição:	Cerâmicos, solo/areia, argamassa, poda e capina e volumosos	<p>Imagem aérea da área 10</p> <p>Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004</p>	
OBS:	-
		<p>Situação física da área 10</p> <p>Fonte: Trabalho de campo. Realizado em ago. 2009</p>	

Quadro D.11 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Francisco Possa, próximo ao futuro Ecoponto São Carlos III (área 11)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 11)
Situado:	Área pública – sistema de recreio
Entorno:	Córrego do Santa Fé e APP
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 1 m ³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Cerâmicos, solo/areia, argamassa, poda e capina e volumosos
OBS:	Constatado crianças próximas ao local

<p>Imagem aérea da área 11 Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004</p>
	<p>Localização da área 11 Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>
	<p>Situação física da área 11 Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jul. 2009</p>

Quadro D.12 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Rio Paraguai (área 12)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 12)
Situado:	Área pública – área institucional
Entorno:	Córrego do Santa Fé e APP
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 0,5 m³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Argamassa, poda e capina e volumosos
OBS:	-

Localização da área 12
Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 12
Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004

Situação física da área 12
Fonte: Trabalho de campo. Realizado em ago. 2009

Quadro D.13 – Depósito provisório autorizado pela PMSC na Lucrécia Placco, local do futuro Ecoponto Parque Primavera (área 13)

INFORMAÇÕES:		<p>Localização da área 13 Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>
Tipo de depósito:	Depósito Provisório (área 13)	
Situado:	Área pública – área institucional	
Entorno:	-	
Porte:	Médio	
Pilha maior:	Aprox. 20 m ³	
Situação Atual:	Ativo	
Composição:	Argamassa, cerâmicos, concreto, poda e capina e volumosos	<p>Imagem aérea da área 13 Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004</p>
OBS:	Pilha de resíduos organizada pela PMSC
<p>Situação física da área 13 Fonte: Trabalho de campo. Realizado em 18 de ago. 2009</p>		

Quadro D.15 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Miguel Petrucelli (área 15)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 15)
Situado:	Via pública
Entorno:	Córrego da Bacia do Monjolinho e APP
Porte:	Médio
Pilha maior:	Aprox. 0,5 m³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Argamassa, cerâmicos, poda e capina e outros volumosos
OBS:	Presença de RCD na drenagem da rua

Localização da área 15
Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 15
Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004

Situação física da área 15
Fonte: Trabalho de campo. Realizado em ago. 2009

Quadro D.16 – Local de descarte clandestino de RCD na estrada de acesso que liga Antenor Garcia ao Jardim Medeiros (área 16)

INFORMAÇÕES:		<p>Localização da área 16</p> <p>Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>
Tipo de depósito:	Clandestino (área 16)	
Situado:	Estrada Rural	
Entorno:	Córrego da Bacia da Água Quente e APP	
Porte:	Pequeno	
Pilha maior:	Aprox. 5 m ³	
Situação Atual:	Estável	
Composição:	Argamassa, cerâmicos e concreto	
OBS:	Evidência de descarte de grandes geradores
<p>Imagem aérea da área 16</p> <p>Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p>		<p>Situação física da área 16</p> <p>Fonte: Trabalho de campo. Realizado em 18 de ago. 2009</p>

Quadro D.17 – Local de descarte clandestino de RCD na estrada de acesso que liga Antenor Garcia ao Jardim Medeiros (área 17)

INFORMAÇÕES:		<p>Localização da área 17 Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>
Tipo de depósito:	Clandestino (área 17)	
Situado:	Estrada Rural	
Entorno:	Córrego da Bacia da Água Quente e APP	
Porte:	Pequeno	
Pilha maior:	Aprox. 1 m³	
Situação Atual:	Ativo	
Composição:	Argamassa, madeira, poda e capina, plástico e RSD facilmente degradáveis	<p>Imagem aérea da área 17 Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p>
OBS:	Evidência de descarte de RSD junto aos RCD
<p>Situação física da área 17 Fonte: Trabalho de campo. Realizado em 18 de ago. 2009</p>		

Quadro D.18 – Local de descarte clandestino de RCD na estrada de acesso que liga Antenor Garcia ao Jardim Medeiros (área 18)

INFORMAÇÕES:			
Tipo de depósito:	Clandestino (área 18)	<p>Localização da área 18</p> <p>Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>	
Situado:	Estrada Rural		
Entorno:	Córrego da Bacia da Água Quente e APP		
Porte:	Pequeno		
Pilha maior:	Aprox. 0,5 m³		
Situação Atual:	Estável		
Composição:	Argamassa, poda e capina, madeira		
OBS:	Presença de catador no local
<p>Imagem aérea da área 18</p> <p>Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p>		<p>Situação física da área 18</p> <p>Fonte: Trabalho de campo. Realizado em 18 de ago. 2009</p>	

Quadro D.19 – Depósito autorizado pela PMSC na Rod. Cônego Washington José Pera – Ecoponto Jardim Botafogo (área 19)

INFORMAÇÕES:		<p>Localização da área 19 Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>
Tipo de depósito:	Ecoponto do Jardim Botafogo (área 19)	
Situado:	Área pública	
Entorno:	Rodovia Washington José Pera – SCA 255	
Porte:	Grande	
Pilha maior:	Aprox. 20 m ³	
Situação Atual:	Desativado – descartes clandestinos	<p>Imagem aérea da área 19 Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p>
Composição:	Argamassa, madeira, concreto, cerâmicos, fibrocimento, poda e capina e outros volumosos	
OBS:	Área de descarte clandestino constatada em 2010
		<p>Situação física da área 19 Fonte: Trabalho de campo. Realizado em 18 de ago. 2009</p>

Quadro D.21 – Local de descarte clandestino de RCD na Estrada Municipal Antônio Sorrigotti, próximo ao futuro Ecoponto Jd. Ipanema (área 21)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 21)
Situado:	Estrada Municipal
Entorno:	-
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 0,5 m³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Argamassa, poda e capina e outros volumosos
OBS:	Presença de RCD na estrada

Localização da área 21

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 21

Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004

Situação física da área 21

Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jul. 2009

Quadro D.22 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Francisco Gentil de Guzzi (área 22)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 22)
Situado:	Faixa de proteção - APP
Entorno:	Córrego Santa Fé e APP
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 2 m ³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Argamassa, cerâmicos, RSD e volumosos
OBS:	Presença de RSD facilmente degradáveis e obstrução de drenagem por RCD

Localização da área 22
Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 22
Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004

Situação física da área 22
Fonte: Trabalho de campo. Realizado em 18 de ago. 2009

Quadro D.24 – Local de descarte clandestino de RCD ao longo da Av. Ayrton S. Leopoldino Jr., próximo a usina de RCD (área 24)

INFORMAÇÕES:		<p>Localização da área 24 Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>
Tipo de depósito:	Clandestino (área 24)	
Situado:	Via pública	
Entorno:	Próximo a usina de reciclagem da PROHAB	
Porte:	Médio	
Pilha maior:	Aprox. 4 m ³	
Situação Atual:	Ativo	
Composição:	Argamassa, concreto, cerâmicos, poda e capina, e outros volumos e RSD	<p>Imagem aérea da área 24 Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p>
OBS:	Presença de RSD facilmente degradável
<p>Situação física da área 24 Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jul. 2009</p>		

Quadro D.25 – Local de descarte clandestino de RCD ao longo Estrada Manoel Nunes, próximo ao Ecoponto Jd. Botafogo (área 25)

INFORMAÇÕES:		<p>Localização da área 25 Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>
Tipo de depósito:	Clandestino (área 25)	
Situado:	Estrada Municipal	
Entorno:	Córrego da Água Quente e APP	
Porte:	Médio	
Pilha maior:	Aprox. 2 m ³	
Situação Atual:	Ativo	
Composição:	Argamassa, madeira, gesso e RSD	<p>Imagem aérea da área 25 Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p>
OBS:	Presença de sacos de gesso
<p>Situação física da área 25 Fonte: Trabalho de campo. Realizado em set. 2009</p>		

Quadro D.26 – Local de descarte de RCD na Rua Prof. Gisto Rossi, próximo ao Córrego da Água Quente (área 26)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Antigo bota-fora (aterramento) (área 26)
Situado:	Área pública- sistema de recreio
Entorno:	Córrego da bacia da Água Quente e APP
Porte:	Médio
Pilha maior:	Aprox. 5 m ³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Argamassa, solo/areia, cerâmicos e concreto
OBS:	RCD descartado como aterro, porém atrai novos descartes.

<p>Imagem aérea da área 26</p> <p>Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p>	<p>Situação física da área 26</p> <p>Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. 2010</p>
---	--

Localização da área 26

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Quadro D.27 – Local de descarte clandestino de RCD na continuação da Av. Paulo de Arruda C. Silva. (área 27)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 27)
Situado:	Faixa de proteção - APP
Entorno:	Caminho da Usina do Córrego da Monjolinho
Porte:	Médio
Pilha maior:	Aprox. 4 m ³
Situação Atual:	Ativo
Composição:	Argamassa, cerâmicos, concreto e RSD
OBS:	Descarte por grandes geradores

Localização da área 27

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 27

Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005

Situação física da área 27

Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. 2010

Quadro D.28 – Local de descarte clandestino de RCD na Avenida “B” próximo ao final do Swiss Park Residencial (área 28)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 28)
Situado:	Área pública – faixa de domínio da linha férrea
Entorno:	Ferrovia
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 2 m ³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Poda e capina, argamassa, solo/areia
OBS:	Presença de RCD e poda e capina junto à linha férrea

Localização da área 28
Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 28
Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005

Situação física da área 28
Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. 2010

Quadro D.29 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Vinicius E. Laurito, próximo a área do futuro Ecoponto Douradinho (área 29)

INFORMAÇÕES:		<p>Localização da área 29</p> <p>Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>
Tipo de depósito:	Clandestino (área 29)	
Situado:	Via pública	
Entorno:	-	
Porte:	Pequeno	
Pilha maior:	Aprox. 5 m ³	
Situação Atual:	Estável	
Composição:	Argamassa, cerâmicos e madeira	<p>Imagem aérea da área 29</p> <p>Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p>
OBS:	Descarte por grandes geradores
		<p>Situação física da área 29</p> <p>Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. 2010</p>

Quadro D.30 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Norberto Peronti, próximo a área do futuro Ecoponto Douradinho (área 30)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 30)
Situado:	Área institucional
Entorno:	Córrego Douradinho e APP
Porte:	médio
Pilha maior:	Aprox. 4 m ³
Situação Atual:	Ativo
Composição:	Argamassa, cerâmicos, solo, concreto e volumosos
OBS:	APP cercada

Localização da área 30
Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 30
Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005

Situação física da área 30
Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. 2010

Quadro D.31– Local de descarte clandestino de RCD na Rui Barbosa com final da Av.Trabalhador Sãocarlense próximo a rodoviária (área 31)

INFORMAÇÕES:		<p>Localização da área 31 Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>
Tipo de depósito:	Clandestino (área 31)	
Situado:	Área pública – bens dominicais	
Entorno:	Córrego Tijuco Preto	
Porte:	Pequeno	
Pilha maior:	Aprox. 0,5 m³	
Situação Atual:	Estável	
Composição:	Poda e capina, argamassa, cerâmicos, concreto e RSD	<p>Imagem aérea da área 31 Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004</p>
OBS:	Vestígios de incêndio no local
<p>Situação física da área 31 Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. 2010</p>		

Quadro D.35 – Local de descarte clandestino de RCD Rua Germano Fher Júnior, próximo ao Córrego do Gregório (área 35)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 35)
Situado:	Área pública – sistema de recreio
Entorno:	Córregos Gregório e Sorregoti
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 1 m ³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Argamassa, concreto e cerâmicos
OBS:	-

Localização da área 35

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 35

Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005

Situação física da área 35

Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. 2010

Quadro D.36 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Sourbone, próximo ao lado do CREA (área 36)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 36)
Situado:	Área pública – bens dominicais
Entorno:	-
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 0,5 m³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Poda e capina, argamassa, concreto, cerâmicos e RSD
OBS:	-

Localização da área 36

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 36

Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005

Situação física da área 36

Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. 2010

Quadro D.37 – Local de descarte clandestino de RCD na Rua Emílio Ribas (área 37)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 37)
Situado:	Área pública – sistema de recreio
Entorno:	-
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 1 m³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Argamassa, cerâmicos, poda e capina e outros volumosos
OBS:	-

<p>Imagem aérea da área 37 Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004</p>	<p>Localização da área 37 Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>

<p>Situação física da área 37 Fonte: Trabalho de campo. Realizado em fev. 2010</p>

Quadro D.38 – Local de descarte clandestino de RCD ao longo da Avenida João Dagnone (área 38)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 38)
Situado:	Área pública – sistema de recreio
Entorno:	-
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 0,5 m³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Poda e capina, argamassa, cerâmicos, concreto
OBS:	-

Localização da área 38

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 38

Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004

Situação física da área 38

Fonte: Trabalho de campo. Realizado em fev. 2010

Quadro D.39 – Local de descarte clandestino de RCD R. Candido de Arruda Botelho, área onde será implantado o Ecoponto São Carlo III (área 39)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 39)
Situado:	Via pública e área institucional
Entorno:	-
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 0,5 m³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Poda e capina, argamassa, cerâmicos, concreto
OBS:	RCD descartado na via pública

Localização da área 39
Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 39
Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004

Situação física da área 39
Fonte: Trabalho de campo. Realizado em fev. 2010

Quadro D.40 – Local de descarte clandestino de RCD Avenida Arnaldo Meira Pires, no entorno do aterro de Cidade Aracy II (área 40)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 40)
Situado:	Área pública - bens dominicais
Entorno:	-
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 0,5 m³
Situação Atual:	Estável
Composição:	Argamassa, cerâmicos e RSD
OBS:	Descarte atrás da placa de proibição de entulho

Localização da área 40

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Imagem aérea da área 40

Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005

Situação física da área 40

Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jul. 2009

Quadro D.41 – Local de descarte de grandes quantidades de RCD na Av. Arnaldo Almeida Pires, próximo ao Córrego da Água Quente (área 41)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Bota-fora (área 41)
Situado:	Área pública – sistema de recreio
Entorno:	Córrego da Água Quente e APP
Porte:	Grande
Pilha maior:	Aprox. 8 m ³
Situação Atual:	Ativo
Composição:	Solo, cerâmicos, RCD oriundos de limpeza de terrenos
OBS:	Área próxima a faixa de proteção

<p>Imagem aérea da área 41 Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p>	<p>Situação física da área 41 Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jul. 2009</p>

Localização da área 41

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Quadro D.42 – Local de descarte clandestino de RCD na R. Bruno Pauka (Rua 7), próximo na antiga área de deposição do Antenor Garcia (área 42)

INFORMAÇÕES:	
Tipo de depósito:	Clandestino (área 42)
Situado:	Área pública
Entorno:	Córrego da Água Quente e APP
Porte:	Pequeno
Pilha maior:	Aprox. 2 m ³
Situação Atual:	Ativo
Composição:	RSD, madeira, cerâmicos, argamassa, poda e capina e outros volumosos
OBS:	Antigo depósito de RCD

<p>Imagem aérea da área 42 Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p>	<p>Situação física da área 42 Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. de 2010</p>

Localização da área 42

Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)

Quadro D.43 – Local da usina de reciclagem de RCD da PROHAB na Av. Ayrton Salvador Leopoldino Junior (área 43)

INFORMAÇÕES:			
Tipo de depósito:	Usina de reciclagem de RCD (área 43)	<p>Localização da área 43</p> <p>Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>	
Situado:	Área particular pertencente à PROHAB		
Entorno:	-		
Porte:	Grande		
Pilha maior:	-		
Situação Atual:	Ativo		
Composição:	-	<p>Imagem aérea da área 43</p> <p>Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p>	
OBS:	Área destinada à triagem e transformação dos RCD
		<p>Situação física da área 43</p> <p>Fonte: Visita técnica. Realizada em fev. 2010</p>	

Quadro D.44 – Local da central de triagem e aterro de RCD do município na Avenida Regit Arab (área 44)

INFORMAÇÕES:		<p>Localização da área 44</p> <p>Fonte: mapa urbano da PMSC (atualizado em 14/09/2009)</p>
Tipo de depósito:	Central de triagem e aterro de RCD (área 43)	
Situado:	Área particular	
Entorno:	Córrego da Água Quente e APP	
Porte:	Grande	
Pilha maior:	-	
Situação Atual:	Ativo	
Composição:	-	<p>Imagem aérea da área 44</p> <p>Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005</p>
OBS:	Aterro de RCD no final de sua vida útil
<p>Situação física da área 44</p> <p>Fonte: Visita técnica. Realizada em fev. 2010</p>		

APÊNDICE E

Inventário das áreas de implantação dos ecopontos (2009/2010)

Quadro E. 1 – Local de implantação do futuro Ecoponto do Jardim Ipanema na Avenida Otto Werner Rosel, próximo ao Campus 2 da USP

INFORMAÇÕES:			
Ecoponto:	Jardim Ipanema	<p>Localização do futuro ecoponto. Fonte: PROHAB (2009)</p>	
Situado:	Área Institucional		
Área:	Aprox. 420 m ²		
Infra-estrutura:	Não apresenta		
Situação atual:	Terreno plano e limpo		
Posicionamento:	Próximo ao limite do perímetro urbano		
Resíduos constatados:	Nenhum resíduo constatado no local		
OBS:	-
<p>Imagem aérea do futuro ecoponto Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004</p>		<p>Área de implantação do futuro ecoponto. Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. 2010</p>	

Quadro E. 3 – Local de implantação do futuro Ecoponto do Jardim Paulistano na Rua Indalécio de Campos Pereira

INFORMAÇÕES:	
Ecoponto:	Jardim Paulistano
Situado:	Área pública – sistema de recreio
Área:	Aprox. 580 m ²
Infra-estrutura:	Não apresenta
Situação atual:	Depósito provisório (área 9)
Posicionamento:	Próximo ao centro da bacia de captação
Resíduos constatados:	Cerâmicos, solo/areia, argamassa, concreto, poda e capina, gesso e volumosos
OBS:	Descarte de gesso no local

Localização do futuro ecoponto.
Fonte: PROHAB (2009)

Imagem aérea do futuro ecoponto
Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004

Área de implantação do futuro ecoponto.
Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. 2010

Quadro E. 4 – Local de implantação do futuro Ecoponto do Parque Douradinho na Rua Francisca Dirce Barbosa

INFORMAÇÕES:	
Ecoponto:	Parque Douradinho
Situado:	Área Institucional
Área:	Aprox. 950 m ²
Infra-estrutura:	Não apresenta
Situação atual:	Descarte clandestino (área 30)
Posicionamento:	Próximo ao limite do perímetro urbano
Resíduos constatados:	Argamassa, cerâmicos, solo, concreto e volumosos
OBS:	-

Localização do futuro ecoponto.
Fonte: PROHAB (2009)

Imagem aérea do futuro ecoponto
Fonte: Google Earth, imagem 03 de jun. 2005

Área de implantação do futuro ecoponto.
Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. 2010

Quadro E. 5 – Local de implantação do futuro Ecoponto do Jardim São Carlos VIII na Avenida Capitão Luiz Brandão

INFORMAÇÕES:	
Ecoponto:	São Carlos VIII
Situado:	Área Institucional
Área:	Aprox. 555 m²
Infra-estrutura:	Somente cerca de proteção
Situação atual:	Depósito provisório (área 6)
Posicionamento:	Próximo ao limite do perímetro urbano
Resíduos constatados:	Concreto, cerâmicos, argamassa, solo/areia, poda e capina e outros volumosos
OBS:	Pilha de resíduos organizada pela PMSC

Localização do futuro ecoponto.
Fonte: PROHAB (2009)

Imagem aérea do futuro ecoponto
Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004

Área de implantação do futuro ecoponto.
Fonte: Trabalho de campo. Realizado em ago. 2009

Quadro E. 6 – Local de implantação do futuro Ecoponto do Parque Primavera na Rua Lucrécia Placco, próximo a Rodovia Washington Luiz

INFORMAÇÕES:	
Ecoponto:	Parque Primavera
Situado:	Área Institucional
Área:	Aprox. 725 m ²
Infra-estrutura:	Não apresenta
Situação atual:	Depósito Provisório (área 13)
Posicionamento:	Bacia de captação limitada pela rodovia
Resíduos constatados:	Argamassa, cerâmicos, concreto, poda e capina e volumosos
OBS:	Pilha de resíduos organizada pela PMSC

**ECOPONTO
PARQUE PRIMAVERA**

Localização do futuro ecoponto.
Fonte: PROHAB (2009)

Imagem aérea do futuro ecoponto
Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004

Área de implantação do futuro ecoponto.
Fonte: Trabalho de campo. Realizado em set. 2010

Quadro E. 7 – Local de implantação do futuro Ecoponto do Jardim Maria Alice na Avenida Comendador Alfredo Maffei

INFORMAÇÕES:	
Ecoponto:	Jardim Maria Alice
Situado:	Área Institucional
Área:	Aprox. 895 m²
Infra-estrutura:	Não apresenta
Situação atual:	Terreno limpo e plano
Posicionamento:	Próximo ao centro da bacia de captação
Resíduos constatados:	-
OBS:	-

Localização do futuro ecoponto.
Fonte: PROHAB (2009)

Imagem aérea do futuro ecoponto
Fonte: Google Earth, imagem 01 de jul. 2004

Área de implantação do futuro ecoponto.
Fonte: Trabalho de campo. Realizado em jan. 2010