

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP
EXEMPLAR REVISADO
Data de entrada no Serviço: 28.6.2000
Ass.: *[Assinatura]*

**RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE EM
CIDADES DE MÉDIO PORTE:
CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS DE COLETA
E APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE
INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA
ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS DE COLETA E
TRANSPORTE**



Eng^a Civil LUCIANE FERNANDA PINHEIRO GELESKY SARKIS



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

ORIENTADOR: Prof. Dr. Edson Martins de Aguiar

São Carlos
2000

Class.	TESE-EESC
Cutt.	5206
Tombo	0139/00

3110008658.

S/S 1084580

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

S245r

Sarkis, Luciane Fernanda Pinheiro Gelesky
Resíduos de serviços de saúde em cidades de médio
porte : caracterização de sistemas de coleta e aplicação
de um sistema de informação geográfica na roteirização de
veículos de coleta e transporte / Luciane Fernanda
Pinheiro Gelesky Sarkis. -- São Carlos, 2000.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São
Carlos-Universidade de São Paulo, 2000.

Área: Hidráulica e Saneamento.

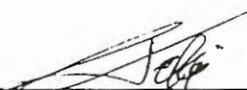
Orientador: Prof. Dr. Edson Martins de Aguiar.

1. Resíduos de serviços de saúde. 2. Sistemas de
coleta. 3. Roteirização de veículos. 4. Sistema de
Informação Geográfica. I. Título.

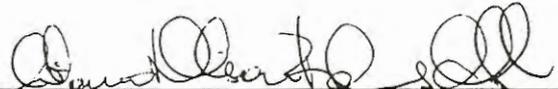
FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: Engenheira **LUCIANE FERNANDA PINHEIRO GELESKY SARKIS**

Dissertação defendida e aprovada em 28-04-2000
pela Comissão Julgadora:



Prof. Doutor **EDSON MARTINS DE AGUIAR (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Associado **ANTÔNIO NÉLSON RODRIGUES DA SILVA**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Doutor **WELLINGTON CYRO DE ALMEIDA LEITE**
(UNESP - Campus de Guaratinguetá)



Prof. Associado **EDUARDO CLETO PIRES**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Hidráulica e Saneamento



JOSÉ CARLOS A CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC



Ao meu amado esposo, Rodrigo;
aos meus queridos pais, Henrique e Ivete;
e à minha estimada avó, Edith;
meus incentivadores.



“O caminho da Sabedoria é
não ter medo de errar.”

Paulo Coelho



AGRADECIMENTOS

À Deus, inteligência suprema, causa primária de todas as coisas.

Ao Professor Dr. Edson Martins de Aguiar, pela orientação, apoio e amizade.

Ao Professor Dr. Antônio Néelson Rodrigues da Silva, pela imprescindível colaboração no aprendizado e aplicação do *software* TransCAD.

Ao Professor Dr. João Bosco Ladislau de Andrade, pela colaboração na preparação do material destinado ao Exame de Qualificação.

À Professora Maria José Baião, ao Professor Dr. Attus Pereira Moreira e à Professora Dr.^a Márcia Xavier Peiter, pela contribuição na conclusão deste trabalho, com críticas esclarecedoras.

Ao Sr. Paulo Pacheco Teixeira, gerente da Agência Central dos Correios, na cidade de São Carlos-SP, pelo empréstimo do catálogo de CÓDIGO DE ENDEREÇAMENTO POSTAL – CEP.

Às Prefeituras Municipais, empresas públicas e particulares, pelo fornecimento de informações sobre os sistemas de coleta de resíduos de serviços de saúde.

Ao Sr. Erci Carlos Andreotti, gerente operacional da VEGA Sopave Engenharia Ambiental, na cidade de São Carlos-SP, pelo fornecimento de dados e informações.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, processo n.º 135563/96-8, pela bolsa concedida.

A todos os amigos, colegas, professores e funcionários dos Departamentos de Hidráulica e Saneamento (SHS) e Transportes (STT) da EESC/USP, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.



SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xv
LISTA DE TABELAS.....	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xvix
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xxi
RESUMO.....	xxiii
ABSTRACT.....	xxv
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo geral.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Delineamento do Trabalho.....	3
2 GENERALIDADES SOBRE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS) 5	
2.1 Histórico, Legislação e Normatização.....	7
2.2 Definição de RSS.....	13
2.3 Classificação dos RSS.....	15
2.4 Composição dos RSS.....	18
2.5 Gerenciamento dos RSS.....	20
2.5.1 Geração.....	21
2.5.2 Segregação ou Separação.....	23
2.5.3 Acondicionamento.....	24
2.5.4 Coleta e Transporte.....	28
2.5.5 Armazenamento.....	34
2.5.6 Tratamento.....	35
2.5.7 Disposição Final.....	48

3 ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS	53
3.1 Conceitos Básicos sobre Grafos	53
3.2 Modelos de Roteirização de Veículos.....	56
3.3 Abordagem do PCV.....	57
3.3.1 Métodos de Solução do PCV	58
3.4 Extensões do PCV	61
3.5 Abordagem do PRV.....	62
3.5.1 Métodos de Solução do PRV	62
3.6 <i>Softwares</i> para Roteirização de Veículos	65
3.7 Aplicações Práticas de Modelos de Roteirização de Veículos	67
4 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA - SIGs.....	70
4.1 Histórico	70
4.2 Definição	71
4.3 Funções e Características	73
4.4 Estrutura de representação de dados espaciais.....	75
4.5 Exemplos de Utilização de SIGs.....	76
4.6 O SIG e sua Utilização em Roteirização	79
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	83
5.1 Primeira Etapa: Elaboração e Envio de Questionários.....	83
5.2 Segunda Etapa: Equacionamento de Dados para Aplicação do <i>Software</i>	86
5.2.1 Aprendizado do <i>Software</i>	86
5.2.2 Aquisição e Entrada de Dados.....	88
5.2.3 Processamento dos Dados.....	95
6 ESTUDO DE CASO	101
6.1 Área do Estudo de Caso.....	101
6.2 Aplicação da Rotina de Roteirização de Veículos	111
6.3 Problemas Observados	114
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	117
7.1 Características dos Sistemas de Coleta de RSS.....	117
7.2 Resultados da Rotina de Roteirização de Veículos.....	131

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	147
8.1 Sistemas de Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde de Municípios de Médio Porte	147
8.2 Aplicação do Sistema de Informação Geográfica	149
8.3 Propostas para Trabalhos Futuros.....	150
ANEXO A.....	151
ANEXO B.....	153
ANEXO C.....	163
ANEXO D.....	169
ANEXO E.....	198
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	211



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Composição gravimétrica dos resíduos de serviços de saúde gerados na Cidade de São Carlos (SP)	19
FIGURA 2 - Possibilidades de encaminhamento dos resíduos dentro de um serviço de saúde	22
FIGURA 3 - Símbolo de substância infectante	25
FIGURA 4 - Símbolo para veículos de transporte de resíduos de serviços de saúde	32
FIGURA 5 - Representação de uma rede viária (a) e seu grafo correspondente (b)	53
FIGURA 6 - Grafo orientado (a), grafo não orientado (b) e grafo misto (c)	54
FIGURA 7 - Grafo conexo (a) e grafo não conexo (b).....	55
FIGURA 8 - Composição de um Sistema de Informação Geográfica	72
FIGURA 9 - Informações espaciais que podem ser representadas em um SIG.....	74
FIGURA 10 - Estrutura de representação dos dados geográficos (ou espaciais).....	75
FIGURA 11 - Descrição dos capítulos do tutorial para o <i>software</i> TransCAD 3.0 ..	87
FIGURA 12 - Mapa do sistema viário da cidade de São Carlos.....	89
FIGURA 13 - Representação do nome dos logradouros	90
FIGURA 14 - Detalhe da base de dados das restrições do sistema viário.....	91
FIGURA 15 - Sistema viário alterado e camada de pontos de coleta.....	92
FIGURA 16 - Base de dados de atributos da camada de pontos de coleta, garagem e incinerador.....	93
FIGURA 17 - Características da base de dados do sistema viário necessárias à criação da rede	95
FIGURA 18 - Caixa diálogo para construção da matriz de roteirização de veículos.....	96
FIGURA 19 - Visualização de uma matriz de roteirização de veículos	97
FIGURA 20 - Caixa diálogo da roteirização de veículos	98
FIGURA 21 - Listagem do itinerário de cada veículo	99

FIGURA 22 - Tabela de rota com listagem das paradas em cada rota	99
FIGURA 23 - Relatório com dados de entrada e de saída	100
FIGURA 24 - Pontos de coleta de RSS no município de São Carlos	103
FIGURA 25 - Pontos de coleta de RSS na Segunda-feira	104
FIGURA 26 - Pontos de coleta de RSS na Terça-feira.....	105
FIGURA 27 - Pontos de coleta de RSS na Quarta-feira.....	106
FIGURA 28 - Pontos de coleta de RSS na Quinta-feira	107
FIGURA 29 - Pontos de coleta de RSS na Sexta-feira.....	108
FIGURA 30 - Pontos de coleta de RSS no Sábado	109
FIGURA 31 - Viagens interna e externa da garagem ao incinerador	113
FIGURA 32 - Relação entre disposição final e tratamento dos RSS.....	122
FIGURA 33 - Rotas fornecidas pelo TransCAD para a Segunda-feira	133
FIGURA 34 - Comparação entre as distâncias percorridas pela empresa na Segunda- feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa.....	134
FIGURA 35 - Rotas fornecidas pelo TransCAD para a Terça-feira.....	135
FIGURA 36 - Comparação entre as distâncias percorridas pela empresa na Terça- feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa.....	136
FIGURA 37 - Rotas fornecidas pelo TransCAD para a Quarta-feira	137
FIGURA 38 - Comparação entre as distâncias percorridas pela empresa na Quarta- feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa.....	138
FIGURA 39 - Rotas fornecidas pelo TransCAD para a Quinta-feira	139
FIGURA 40 - Comparação entre as distâncias percorridas pela empresa na Quinta- feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa.....	140
FIGURA 41 - Rotas fornecidas pelo TransCAD para a Sexta-feira	141
FIGURA 42 - Comparação entre as distâncias percorridas pela empresa na Sexta- feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa.....	142
FIGURA 43 - Rotas fornecidas pelo TransCAD para o Sábado	143
FIGURA 44 - Comparação entre as distâncias percorridas pela empresa no Sábado, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa	144

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Classificação dos resíduos quanto à origem	6
TABELA 2 - Resumo histórico mundial dos RSS	7
TABELA 3 - Classificação de resíduos sólidos gerados em estabelecimentos prestadores de serviços de saúde por categoria, segundo a Resolução CONAMA n.º 5/1993	16
TABELA 4 - Classificação de resíduos de serviços de saúde por categoria, segundo a NBR 12808/ABNT	17
TABELA 5 - Classificação de resíduos de serviços de saúde por categoria, segundo o CVS-SUDS-SP	18
TABELA 6 - Quantidade de resíduos de serviços de saúde e resíduos sólidos domésticos coletados para os 6 (seis) municípios estudados (ANO BASE:1992).....	23
TABELA 7 - Síntese dos principais requisitos e características de sistemas para roteirização de veículos segundo alguns autores	66
TABELA 8 - Vantagens e desvantagens dos formatos Raster e Vetorial.....	76
TABELA 9 - Classificação das cidades brasileiras.....	84
TABELA 10 - Número de municípios de acordo com o número de habitantes	85
TABELA 11 - Municípios pesquisados por região e estado	85
TABELA 12 - Campos a serem preenchidos na base de dados da camada da garagem.....	93
TABELA 13 - Campos a serem preenchidos na base de dados da camada dos pontos de coleta e incinerador.....	93
TABELA 14 - Quantidade de RSS gerada em São Carlos.....	102
TABELA 15 - Questionários enviados e recebidos por tipo de município	117

TABELA 16 - Número de municípios de médio porte pesquisados por região e estado	118
TABELA 17 - Aspectos gerais dos sistemas de coleta de RSS	120
TABELA 18 - Aspectos técnicos dos sistemas de coleta de RSS	123
TABELA 19 - Aspectos social e sanitário dos sistemas de coleta de RSS	126
TABELA 20 - Custo coleta, tratamento e/ou destino final dos RSS em alguns municípios de médio porte (R\$).....	130
TABELA 21 - Distâncias percorridas pela empresa na Segunda-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa (km).....	134
TABELA 22 - Distâncias percorridas pela empresa na Terça-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa (km).....	136
TABELA 23 - Distâncias percorridas pela empresa na Quarta-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa (km).....	138
TABELA 24 - Distâncias percorridas pela empresa na Quinta-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa (km).....	140
TABELA 25 - Distâncias percorridas pela empresa na Sexta-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa (km)	142
TABELA 26 - Distâncias percorridas pela empresa no Sábado, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa (km)	144

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIDS	- Acquired Immunodeficiency Syndrome
CAD	- Computer Aided Design
CaO	- Cal virgem
CEMPRE	- Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CETESB	- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CGIS	- Canadian Geographic Information Systems
CNEN	- Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPP	- Chinese Postman Problem
CVS	- Centro de Vigilância Sanitária
EPA	- Environmental Protection Agency
EPI	- Equipamento de Proteção Individual
ESRI	- Environmental Systems Research Institute's
EUA	- Estados Unidos da América
HSC	- Health & Safety Commission
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IML	- Instituto Médico Legal
IPT	- Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO	- International Organization for Standardization
l	- litro
LIMPURB	- Empresa de Limpeza Urbana
MINTER	- Ministério do Interior
MS	- Ministério da Saúde
NBR	- Norma Brasileira Registrada

°C	- Grau Celsius
OMS	- Organização Mundial da Saúde
PCC	- Problema do Carteiro Chinês
PCV	- Problema do Caixeiro Viajante
PRV	- Problema de Roteirização de Veículos
RD	- Resíduo Doméstico
RSS	- Resíduos de Serviços de Saúde
SIG	- Sistemas de Informação Geográfica
SP	- São Paulo
SUDS	- Sistema Único de Saúde
t	- Tonelada
t/dia	- Tonelada por dia
TECMAES	- Tecnologia de Máquinas Especiais
USEPA	- United States Environmental Protection Agency
UV	- Ultravioleta
WHO	- World Health Organization

LISTA DE SÍMBOLOS

γ	- parâmetro de forma de rota
δ_i	- tempos de parada
A	- linhas
a_i	- intervalo de tempo
b_i	- intervalo de tempo
c	- custo
C	- matriz de custo
D	- capacidade dos veículos
D	- destino
f	- custo de veículo
G	- grafo
G'	- subgrafo
i, j e k	- nós, vértices, pontos de entrega ou coleta
L	- comprimento
m	- número de rotas
n	- nós
N	- nós ou vértices
O	- origem
s	- economia
ℓ	- extensão



RESUMO

SARKIS, L. F. P. G. (2000). *Resíduos de serviços de saúde em cidades de médio porte: caracterização de sistemas de coleta e aplicação de um sistema de informação geográfica na roteirização de veículos de coleta e transporte*. São Carlos, 2000. 210p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A operação de coleta, especificamente, absorve uma considerável fatia dos recursos municipais destinados à limpeza. Desta forma, torna-se importante um serviço bem planejado. Inicialmente, o trabalho trata de caracterizar os sistemas de coleta dos resíduos de serviços de saúde (RSS), em municípios de médio porte. A partir de questionários enviados a estes, pôde-se concluir que o serviço de coleta é realizado de modo empírico, sem adaptação a sua própria realidade, revertendo em custos elevados. Outros aspectos do gerenciamento destes resíduos, acondicionamento, segregação, tratamento e destino final, também são apresentados, e discutidos. Visando analisar a viabilidade da utilização de um Sistema de Informação Geográfica - SIG na roteirização de veículos de coleta e transporte dos RSS, em municípios de médio porte, realizou-se estudo de caso em São Carlos – SP. Para tanto, implementou-se o SIG TransCAD, versão 3.0c. A coleta é realizada por empresa terceirizada, que atende, aproximadamente, 180 estabelecimentos geradores. Conclui-se que, apesar de reduzir a quilometragem percorrida, o *software* não se adapta às reais condições de coleta destes resíduos.

Palavras-chave: resíduos de serviços de saúde; sistemas de coleta; roteirização de veículos; sistema de informação geográfica



ABSTRACT

SARKIS, L. F. P. G. (2000). *Medium sized cities health care waste: collection system characterization and application of Geographic Information System in collection and transportation vehicles routing* São Carlos, 2000. 210p. Msc thesis - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A great part of the municipal resources destined to public cleansing is absorbed by the collection operation. Then, a well planed service become important. Initially, this thesis will characterize the health care waste collection systems in medium sized cities. It is possible to conclude by the questionnaires sent to them that the collection system is made empirically, without adaptation to their own reality, bringing high costs as a consequence. Other aspects of this waste management, segregation, packing, treatment and disposal will be also showed and discussed. A case study, in São Carlos – SP, was made to analyze the viability of using Geographic Information System - GIS for health care waste collection and transportation vehicles routing in medium sized cities. For this reason, the version 3.0c SIG TransCAD was implemented. The collection is made by a private company which attends approximately 180 generator establishments. Despite of a reduction in the distance traveled, this work shows that is not well adapted to real residual collection conditions.

Keywords: health care waste, collection system, vehicle routing, geographic information system.



1 INTRODUÇÃO

Os resíduos de serviços de saúde (RSS) representam uma pequena parcela do total de resíduos sólidos produzidos por um município, mas são particularmente importantes, pois constituem fontes de disseminação de doenças, devido à possibilidade de portarem organismos patogênicos. Assim, o adequado gerenciamento destes resíduos minimiza ou até impede os efeitos adversos por eles causados, do ponto de vista sanitário, ambiental e ocupacional.

A coleta é uma importante etapa do gerenciamento dos resíduos em geral. No caso dos RSS, conforme CUNHA et al. (1995), a coleta deve ser diferenciada, tendo por objetivos:

- a destinação apropriada;
- evitar a contaminação de resíduos considerados não-perigosos;
- o manejo seguro e adequado dos resíduos infectantes.

Embora existam poucos dados a respeito, constata-se que ainda é uma raridade a localidade, no território brasileiro, que possua uma coleta especial de RSS em funcionamento, pois, na grande maioria, os resíduos produzidos nos estabelecimentos geradores são recolhidos juntamente com a coleta domiciliar. Por outro lado, observa-se que algumas cidades implantaram a coleta especial de RSS e vêm operando de maneira irregular, pois a determinação dos roteiros é realizada de forma empírica.

CUNHA et al. (1995) citam que “os serviços de limpeza absorvem entre 7 e 15% dos recursos de um orçamento municipal, dos quais 50% são destinados à coleta e ao transporte do lixo”. Este problema é agravado quando da terceirização do serviço de coleta.

A operação de coleta pode ser dividida em convencional e especial. Na coleta convencional, o veículo coletor percorre todas as ruas de uma área definida; e na

coleta especial, visita pontos previamente definidos. Nos dois casos, o ideal é percorrer a rota de distância mínima, visando a redução dos custos de coleta. A coleta especial, de modo geral, é constituída pela coleta de RSS, de caixas coletoras e, ainda, de eventuais solicitações para remoção de entulhos em geral (coleta por containers).

Os avanços tecnológicos na informática, nos últimos anos, têm facilitado o manuseio de grande número de dados por meio de sistemas computacionais, denominados Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que podem tratar e representar situações complexas como as do sistema urbano, propiciando resultados mais rápidos e confiáveis no tocante à tomada de decisões, planejamento e gerenciamento.

“Os SIGs têm representado um papel importante para tornar os sistemas de roteirização e programação de veículos mais eficientes, úteis e aplicáveis no contexto diário das empresas. Entre as aplicações pode-se citar a construção e a manutenção do banco de dados viário (rede de transporte), a localização automática de clientes e pontos a serem atendidos, entre outros.” (ROSSETO & CUNHA, 1994, p.35)

A utilização de um SIG para a roteirização de veículos para coleta e transporte de RSS, além de agilizar o processo, facilita as possíveis alterações de roteiros, ao surgir um novo ponto gerador de resíduo.

O trabalho teve por finalidade fazer um levantamento da situação dos RSS no Brasil, e os problemas referentes à coleta destes resíduos. Comprovada a deficiência dos serviços de coleta implementou-se um estudo de caso com a aplicação de um Sistema de Informação Geográfica no planejamento da roteirização dos veículos.

1.1 Objetivos

O presente trabalho visa, além do treinamento pessoal na aplicação do SIG (especificamente através do “software” TransCAD) e o desenvolvimento da investigação científica, alcançar os objetivos abaixo relacionados.

1.1.1 Objetivo geral

- Levantar informações a respeito de sistemas de coleta de resíduos de serviços de saúde existentes, implantados em cidades de médio porte.
- Avaliar a aplicação do Sistema de Informação Geográfica como instrumento para a determinação de roteiros para veículos de coleta e transporte de resíduos de serviços de saúde em cidades de médio porte.

1.1.2 Objetivos específicos

- Aplicar um Sistema de Informação Geográfica na roteirização para veículos de coleta e transporte de resíduos de serviços de saúde.
- Identificar problemas e dificuldades encontrados no desenvolvimento deste tipo de trabalho, bem como as indicações de soluções.
- Identificar os erros e imperfeições resultantes da aplicação do Sistema de Informação Geográfica.

1.2 Delineamento do Trabalho

Uma breve descrição da organização do presente trabalho será aqui apresentada.

O Capítulo 2 trata, especificamente, dos RSS. Inicia apresentando a definição de resíduos sólidos, bem como classificação quanto à origem, destes resíduos, onde inclui-se os RSS. Segue resumo histórico mundial dos RSS, além de legislação e normatização específica que contemplam tais resíduos. Ademais, apresenta definições encontradas na literatura, além de classificação e composição física. Ainda, aborda a questão do gerenciamento dos RSS, envolvendo as suas várias etapas: geração, segregação ou separação, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e/ou destino final. Quanto ao gerenciamento, cabe destacar sua importância na problemática dos RSS.

Uma apresentação de conceitos básicos sobre grafos inicia o Capítulo 3. Na seqüência, são apresentados modelos de roteirização de veículos, enfatizando tanto o

Problema do Caixeiro Viajante, como sua extensão, o Problema de Roteirização de Veículos. Os principais algoritmos, exatos e heurísticos, utilizados na solução destes problemas, também são expostos. A seguir, algumas características necessárias em *softwares* para roteirização de veículos, são apresentadas. Por fim, são descritas algumas aplicações práticas de modelos de roteirização de veículos.

O Capítulo 4 focaliza os Sistemas de Informação Geográfica, iniciando com histórico, definição e funções e características. Vantagens e desvantagens sobre as estruturas de representação de dados espaciais em SIGs, também são apresentadas. Seguem, alguns exemplos de utilização de SIGs nas diversas áreas; além da utilização em roteirização.

No Capítulo 5 são apresentados os procedimentos adotados no envio dos questionários. Ademais, relata-se aqueles necessários para aplicação do estudo de caso, como: aprendizado do *software*, *hardware* utilizado, coleta, entrada e processamento de dados.

O Capítulo 6 trata especificamente do estudo de caso (coleta de RSS), onde são apresentadas as características da área de estudo, bem como o método utilizado pela empresa para a execução da coleta. Também são apresentados os problemas observados na aplicação da rotina de roteirização do TransCAD.

Os resultados obtidos dos questionários recebidos e do estudo de caso, são objeto do Capítulo 7, juntamente com algumas discussões; as quais conduzem às conclusões e recomendações apresentadas no Capítulo 8.

O Anexo A apresenta o questionário padrão enviado aos municípios relacionados no Anexo B. Os estabelecimentos geradores atendidos pela coleta especial de RSS, na área de estudo, estão contidos no Anexo C.

Os resultados dos questionários recebidos estão detalhados no Anexo D.

Por fim, têm-se o Anexo E que apresenta os itinerários detalhados para o veículo de coleta, propostos pelo TransCAD.

2 GENERALIDADES SOBRE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS)

Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (1987a), por meio da Norma Brasileira Registrada – NBR 10004, os resíduos sólidos são definidos como sendo aqueles nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornam inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível.

Conforme CONSONI et al. (1995), os resíduos sólidos podem ser classificados de várias formas. Por exemplo: por sua natureza física (seco ou molhado); por sua composição química (matéria orgânica e matéria inorgânica); e ainda, pelos riscos potenciais ao meio ambiente (perigosos, não inertes e inertes). Quanto a origem os resíduos sólidos podem ser: domiciliar; comercial; público; de serviços de saúde; de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários; industrial; agrícola e entulho. A TABELA 1 apresenta uma detalhada descrição destes resíduos.

TABELA 1 - Classificação dos resíduos quanto à origem

ORIGEM	DESCRIÇÃO
Domiciliar	Resíduos da vida diária das residências, constituído por restos de alimentos (tais como, cascas de frutas, verduras etc.), produtos deteriorados, papéis (jornais e revistas), garrafas (vidros), metais, plásticos, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens, podendo conter resíduos de natureza tóxica.
Comercial	Resíduos de estabelecimentos comerciais e de serviços, tais como: supermercados, estabelecimentos bancários, escritórios, lojas, bares, restaurantes, hotéis, etc. A sua constituição depende do estabelecimento gerador, mas que tem um forte componente de papel, plásticos, embalagens diversas e resíduos de asseio dos funcionários, tais como, papéis toalha, papel higiênico, etc.
Público	Resíduos dos serviços de limpeza pública urbana, incluindo varrição das vias públicas, limpeza de praias, de galerias, de córregos e de terrenos, restos de podas de árvores, etc.; de limpeza de áreas de feiras livres, constituídos por restos vegetais diversos, embalagens, etc.
Serviços de saúde	Resíduos sépticos que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, produzidos em: hospitais, clínicas médicas, laboratórios, farmácias, drogarias, clínicas veterinárias e odontológicas, ambulatórios, postos de saúde, como: agulhas, seringas, gases, bandagens, algodões, órgãos e tecidos removidos, meios de culturas e animais usados em testes, sangue coagulado, luvas descartáveis, remédios com prazos de validade vencidos, instrumentos de resina sintética, filmes fotográficos de raios X. Obs.: Os resíduos assépticos dos serviços de saúde, constituídos por papéis, restos da preparação de alimentos, resíduos de limpezas gerais (pós, cinzas, etc.), e outros materiais que não entram em contato direto com pacientes ou com os resíduos sépticos anteriormente descritos, são considerados como domiciliares.
Portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários	Resíduos sépticos que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, trazidos aos portos, terminais rodoviários e aeroportos, basicamente originários de material de higiene, asseio pessoal e restos de alimentação podendo veicular doenças provenientes de outras cidades, estados e países. Obs.: Também neste caso, os resíduos assépticos destes locais são considerados como domiciliares.
Industrial	Resíduos originados nas atividades dos diversos ramos da indústria, tais como, metalúrgica, química, petroquímica, papelaria, alimentícia; é bastante variado, podendo ser representado por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros e cerâmicas etc. Obs.: Inclui-se, nesta categoria, a grande maioria do lixo considerado tóxico, mas para serem classificados como urbanos não se considera os tóxicos ou perigosos.
Agrícola	Resíduos sólidos das atividades agrícolas e da pecuária, como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheita, etc. Obs.: Em várias regiões do mundo, estes resíduos já constituem uma preocupação crescente, destacando-se as enormes quantidades de esterco animal geradas nas fazendas de pecuária intensiva. Com relação às embalagens de agroquímicos diversos, em geral altamente tóxicos, tem-se legislação específica, co-responsabilizando a própria indústria fabricante pela destinação final.
Entulho	Resíduos da construção civil: demolições e restos de obras, solos de escavações, caracterizado por entulho, material geralmente inerte, passível de reaproveitamento.

Fonte: CONSONI et al. (1995). Origem e Composição do Lixo. In: JARDIM, N. S. coord. et al. *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT/Compromisso Empresarial para a Reciclagem - CEMPRE. Cap.2, p.21-35. (Adaptada)

2.1 Histórico, Legislação e Normatização

Cientificamente, para confirmação de uma hipótese, faz-se necessário uma abordagem dos elementos envolvidos num processo científico. Assim sendo, a TABELA 2, baseada em diversos trabalhos, apresenta um resumo histórico mundial envolvendo os principais acontecimentos em relação à problemática dos RSS e sua evolução na legislação e normatização brasileira.

TABELA 2 - Resumo histórico mundial dos RSS

DATA	RESUMO HISTÓRICO
1874	Instalação de um dos primeiros incineradores do mundo, com a finalidade de queima de lixo urbano, em Nottingham – Inglaterra.
1891	Instalação do primeiro incinerador em um hospital nos Estados Unidos.
1896	Instalação do primeiro incinerador no Brasil – Manaus – com tecnologia inglesa. Desativado em 1958.
1908	Publicação de trabalho sobre a relação existente entre a contração de doenças com pessoas que manipulam resíduos hospitalares.
Década de 30	Importância aos problemas provenientes dos resíduos hospitalares e se buscam soluções para alguns deles.
Década de 40	Publicação de diversos trabalhos sobre a utilização da incineração como método de disposição, sua importância, bem como suas desvantagens.
Década de 50	Prioridade ao manejo de resíduos hospitalares como medida preventiva para evitar que os mesmos se transformem em fontes de contaminação. A incineração continua a ser utilizada e começa a preocupação com o controle de resíduos radioativos.
1951	Destaque dos resíduos sólidos no Brasil com a criação da Lei n.º 1561-A, de 29/12/51, sobre o Código de Normas Sanitárias no Estado de São Paulo, e que no título V, artigos 339 a 343, dispunha sobre normas de apresentação do lixo à coleta pública e sobre a própria coleta, transporte e destino final.
1954	Criação da Lei Federal 2.312, de 03/09/54: em seu artigo 12 faziam-se observações sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos, a fim de evitar inconvenientes à saúde e ao bem estar público. Esta lei foi regulamentada pelo Decreto 49.974-A, de 21/01/61.
1959	Instalação do incinerador de Ponte Pequena (São Paulo), com capacidade de 300 toneladas de resíduo/dia.
Década de 60	Ênfase à problemática desses tipos de resíduos, apontando-se possíveis soluções através de publicações sobre: necessidade de mecanização dos serviços; controle que evite a dissipação de doenças infecciosas; utilização de sacos plásticos para acondicionamento; utilização de dutos ("chutes") para o transporte destes resíduos e análise das inconveniências; equipamentos para redução de volume de resíduos e estudo de controle dos líquidos gerados; utilização de incineradores e a poluição atmosférica; manutenção dos equipamentos envolvidos na solução dos problemas de resíduos; periculosidade dos frascos de aerossóis e desprendimento de gases corrosivos; tratamento de resíduos produzidos por indivíduos com doenças contagiosas; problemas originados com a utilização de substâncias radioativas.

DATA	RESUMO HISTÓRICO
1963	Criação de uma lei municipal em São Paulo, tomando a incineração obrigatória para os RSS.
1964	Criação da Lei Federal 4320/64, que estabelece uma série de serviços que devem ser prestados à comunidade pela entidade Prefeitura, descritos no referido diploma como atividades afins e incluindo: serviços de saúde; serviços urbanos (limpeza pública, controle de produção e outros).
1967	Instalação do incinerador de Vergueiro (São Paulo).
Década de 70	Utilização de técnicas mais avançadas no tratamento dos problemas originados pelos resíduos gerados nos estabelecimentos de saúde, em função da utilização crescente de materiais descartáveis, uso mais generalizado de material radioativo, e preocupação pela mecanização dos serviços. É verificada também a influência das medidas de controle da contaminação do ar. Lei do estado de Nova Iorque recomenda a incineração como método de tratamento de RSS, ou qualquer método aprovado pelo Departamento de Saúde.
1970	Obrigatoriedade da incineração dos RSS no Estado de São Paulo através de um Decreto Estadual.
1975	Criação da Lei 6229, que dispõe sobre a organização do Sistema Nacional de Saúde e compreende na área de ação sobre o meio ambiente: atividade de combate aos agressores encontrados no ambiente natural e aos criados pelo próprio homem; e, atividades que visem criar melhores condições ambientais para a saúde, tais como: a proteção hídrica, adequada remoção de dejetos e outras obras de engenharia sanitária. Criação da Lei Estadual (SP) que confere restrições, a serem estabelecida em lei, sobre as condições de coleta, transporte e destinação de esgotos e de resíduos sólidos nas áreas de proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da região metropolitana de São Paulo.
1975	Decreto que dispõe sobre normas e padrões para prédios destinados a serviços de saúde e normatiza a construção das instalações com o adequado destino final dos despejos (o lixo séptico deverá ser incinerado).
1976	Decreto 8468/79 que regulamenta a Lei 997/76 quanto a atividade de incineração do lixo e determina o tempo de detenção da queima de resíduos de serviços de saúde e controle da fonte de poluição atmosférica.
1976	Criação da Portaria do Ministério do Interior que estabelece padrões de qualidade do ar para orientação da elaboração dos planos nacionais e regionais de controle da poluição do ar.
1977	Criação do Decreto n.º 14405, de 08/03/77, conferindo a LIMPURB o encargo de coletar e incinerar o lixo hospitalar em São Paulo. Obs.: Um levantamento realizado no 1º trimestre de 1977 indicou que mais de 3000 toneladas por mês de lixo hospitalar, presumivelmente contaminado, vinham sendo incineradas nos próprios hospitais. Ficou constatado que, em sua quase totalidade, esse incineradores eram inadequadamente operados, provocando poluição do ar – por causa da combustão incompleta – e gerando constantes incômodos à vizinhança. Esse é o primeiro serviço público de coleta hospitalar que se tem notícia no mundo.

DATA	RESUMO HISTÓRICO
1979	<p>Criação da Portaria do Ministério do Interior, que dispõe sobre tratamento e disposição dos resíduos sólidos no território nacional, tornando obrigatória a incineração dos resíduos de estabelecimentos hospitalares, sendo que seu item X, proibia a disposição dos RSS sobre o solo, a céu aberto (lixões). Também estabelecia que somente a autoridade ambiental e/ou de saúde pública poderia autorizar sua acumulação temporária, ficando a acumulação definitiva vetada em todo o país.</p> <p>A Environmental Protection Agency (EPA) é encarregada de avaliar o impacto dos resíduos infectantes na saúde pública e meio ambiente, e conclui que não existe evidência epidemiológica disto, retirando os resíduos infectantes da classe de resíduos perigosos.</p>
Décadas de 80 e 90	<p>Grande atenção voltada aos problemas ambientais de forma geral. Constatação de níveis alarmantes de infecção hospitalar, trazendo consigo preocupação, mesmo que de forma indireta, com os resíduos de serviços de saúde. Grande preocupação voltada aos crescentes níveis de poluição atmosférica o que leva a publicação de diversos artigos relacionados a: padrões de emissão de efluentes gasosos para sistemas de incineração de resíduos; estudo comparativo de efluentes gasosos produzidos por veículos e sistema de incineração de resíduos sólidos domésticos, com base na análise de emissão de dioxinas e furanos; publicação de artigo específico voltado ao planejamento e otimização de sistema de incineração de resíduos sólidos de serviço de saúde.</p>
1982	<p>Confirmação do 1.º caso de AIDS no Brasil provavelmente contraída fora do país. Assim, com a transmissão desta doença a partir de sangue contaminado, os resíduos perfurocortantes se tornam potencialmente perigosos.</p>
1983	<p>Normatização do transporte de cargas perigosas pela ABNT através da NBR 7502.</p>
1985	<p>Normatização do acondicionamento dos RSS em sacos cor branca leitosa pela ABNT através da NBR 9190.</p> <p>Os RSS são um dos principais temas da campanha para prefeitura de Nova Iorque, cujas leis e altas multas contribuem para uma drástica redução de RSS inadequadamente dispostos.</p>
1987	<p>Definição e enquadramento pela ANBT, através da NBR 10.004, dos RSS como resíduo perigoso, classe I, devido ao risco que representam para a saúde pública e ao meio ambiente e por apresentarem patogenicidade como uma de suas características.</p> <p>Estabelecimento pela ABNT, através da NBR 7.500, dos símbolos e seu dimensionamento a serem aplicados nas unidades de transporte e nas embalagens para indicação dos riscos e os cuidados a tomar no manuseio, transporte e armazenagem, de acordo com a carga contida.</p> <p>Estabelecimento pela ABNT, através da NBR 8.286, do emprego da simbologia para o transporte rodoviário de produtos perigosos.</p>
1990	<p>Proibição da comercialização de resíduos alimentares provenientes de estabelecimentos de saúde, pela Portaria do CVS.</p>
1991	<p>Criação do Parecer n.º 001/91/CAI/CAS e a Informação SAMA n.º 263/91, que indicavam a incineração como melhor método de tratamento. Isso se deu em resposta a alguns cientistas que no final dos anos 80 e início dos 90, afirmaram que a incineração dos RSS comprometia a qualidade de vida da população devido à produção de gases nocivos e que não eliminava totalmente os agentes químicos e biológicos. Apesar dos pareceres favoráveis à incineração, o CONAMA aprovou uma resolução contrária à incineração dos RSS através da Resolução n.º 06.</p>

DATA	RESUMO HISTÓRICO
1992	Definição pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (SP), através do IPT NEA 26, dos critérios para embalagens de resíduos perfurocortantes e padrões de testes de resistência, ruptura e vazamentos.
1993	Resolução n.º 05/93, do CONAMA. É a mais recente orientação legal para os RSS, e decorreu do estudo feito pelo grupo de técnicos nomeados na Resolução 06/91. Nela abre-se a possibilidade de ser utilizado o aterro sanitário como um método de destinação final dos resíduos e considera-se a incineração como um método de tratamento para os mesmos, dentro de um controle de emissão de gases, assim como a esterilização à vapor. Estabelece, também que cabe à instituição geradora apresentar um Plano de Gerenciamento de seus resíduos para os órgãos de saúde pública e do meio ambiente do Estado, sem, no entanto, definir uma solução única de tratamento. A ABNT propõe normas para terminologia, classificação, procedimentos e coleta dos RSS, através das NBRs 12807, 12808, 12809 e 12810.

Fonte: REVISTA LIMPEZA PÚBLICA, 1977, p.10-26; GENATIOS¹ (1979) apud AKUTSU, 1992, p.11-15; MATTOSO, 1996, p.4-6; GAUSZER, 1996, 15-18; ANDRADE, 1997, p.72-7.

• Legislação

Os projetos e programas que envolvem o gerenciamento dos resíduos devem estar adequados às normas e leis. Mas, é difícil encontrar leis que sejam abrangentes o suficiente e contemplem todos os aspectos que a questão merece, pois quando se fala hoje em resíduos sólidos devem ser ressaltados os seguintes pontos:

- aspectos econômicos, financeiros e administrativos;
- questões sociais, culturais e participativas da comunidade;
- educação, saúde e saneamento;
- poluição do ar, água e do solo;
- fiscalização e controle sobre produtos produzidos e comercializados.

Assim, as principais leis federais que contemplam os RSS são:

Decreto Federal n.º 76.973, de 31 de dezembro de 1975. Dispõe sobre normas e padrões para prédios destinados a serviços de saúde, credenciação e contratos com os mesmos e dá outras providências.

¹ GENATIOS, G. E. (1980). Manejo y Transporte de Desechos Sólidos en Institutos Hospitalários y formas de determinar las cantidades producidas. In: XVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, La Paz, 1980 apud AKUTSU, J. (1992) *Resíduos sólidos de serviço de saúde: proposição de metodologia para análise de alternativas de sistemas de tratamento*. São Carlos. 266p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. p.11-15.

Decreto Federal n.º 77.052, de 19 de janeiro de 1976. Dispõe sobre a fiscalização sanitária das condições de exercício de profissões e ocupações técnicas auxiliares, relacionadas diretamente com a saúde.

Lei Federal n.º 6.437, de 20 de agosto de 1977. Configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências.

Portaria do Ministério da Saúde - MS n.º 400, de 6 de dezembro de 1977. Aprova as normas e os padrões sobre construções e instalações de serviços de saúde, a serem observados em todo o Território Nacional.

Portaria do Ministério do Interior - Minter n.º 53, de 1.º de março de 1979. Estabelece normas aos projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, bem como a fiscalização de sua implantação, operação e manutenção.

Portaria do Ministério da Saúde - MS n.º 282, de 17 de novembro de 1982. Aprova os conceitos e definições referentes à terminologia física para prédios destinados aos serviços de saúde em todo o Território Nacional.

Resolução da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN n.º 6.05, de 27 de novembro de 1985. Aprova a Norma Experimental: GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS EM INSTALAÇÕES RADIOATIVAS.

Decreto Federal n.º 96.044, de 18 de maio de 1988. Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, e dá outras providências.

Resolução CONAMA n.º 5, de 15 de junho de 1988. Especifica as obras de saneamento objeto de licenciamento ambiental.

Resolução da Comissão Nacional de Energia Nuclear CNEN n.º 3.05, de 19 de janeiro de 1989. Aprova a Norma Experimental: REQUISITOS DE RADIOPROTEÇÃO E SEGURANÇA PARA SERVIÇOS DE MEDICINA NUCLEAR.

Lei Federal n.º 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes, e dá outras providências.

Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA n.º 6, de 19 de setembro de 1991. Estabelece critérios, para a desobrigação da incineração ou qualquer outro tratamento de queima dos resíduos sólidos, provenientes dos estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.

Portaria do Ministério da Saúde - MS n.º 930, de 27 de agosto de 1992. Expede normas para o controle das infecções hospitalares e revoga a Portaria n.º 196 de 24 de junho de 1983.

Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA n.º 5, de 5 de agosto de 1993 – Define as normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, bem como a necessidade de estender tais exigências aos terminais ferroviários e rodoviários e revoga os itens I, V, VI e VIII da Portaria Minter n.º 53/79.

• **Normatização**

Norma é um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido que fornece, para uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características para atividades ou seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto.

Para os serviços de limpeza pública, as normas são importantes, pois:

- permitem comunicar na mesma linguagem;
- fornecem especificação necessária para uma boa qualidade dos serviços;
- orientam, através de critérios, como construir e operar sistemas de serviços.

As normas podem ser elaboradas basicamente em três níveis:

- internacional. Ex.: ISO (International Organization for Standardization);
- nacional. Ex.: ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas);
- de empresas governamentais ou privadas. Ex.: normas da CETESB e da FEEMA e Associações Setoriais.

Assim, as principais normas que contemplam os RSS no Brasil são:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.
(1983). Norma Brasileira Registrada (NBR) 7502. Transporte de cargas perigosas: Classificação.

- _____. (1985a). **NBR 9190** - Sacos plásticos para acondicionamento de lixo: classificação.
- _____. (1985b). **NBR 9191** - Sacos plásticos para acondicionamento de lixo: especificação.
- _____. (1987a). **NBR 7500**. Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenagem de materiais: simbologia.
- _____. (1987b). **NBR 8286**. Emprego da simbologia para o transporte rodoviário de produtos perigoso.
- _____. (1987c). **NBR 10004**. Resíduos sólidos: classificação.
- _____. (1987d). **NBR 10007**. Amostragem de resíduos: procedimento.
- _____. (1993a). **NBR 12807**. Resíduos de serviços de saúde: terminologia.
- _____. (1993b). **NBR 12808**. Resíduos de serviços de saúde: classificação.
- _____. (1993c). **NBR 12809**. Manuseio de resíduos de serviços de saúde: procedimento.
- _____. (1993d). **NBR 12810**. Coleta de resíduos de serviços de saúde: procedimento.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. (1992). IPT NEA 55. Embalagem para resíduos de serviços de saúde, perfurantes e cortantes – Especificação.

Conforme TAKAYANAGUI (1993), nos países do Primeiro Mundo (EUA), a legislação é conflitante, mas também é rígida e as penalidades são duras e; no Brasil, a legislação além de conflitante é insuficiente e ineficiente na sua aplicação prática.

2.2 Definição de RSS

Ao longo da revisão bibliográfica foram encontradas diversas denominações para os resíduos de serviços de saúde, tanto no Brasil como no exterior. Dentre eles, destacam-se os termos resíduos hospitalares e lixo hospitalar, levando a crer que somente os hospitais produziam tal tipo de resíduo e; passando a idéia de lixo contaminado principalmente sob o aspecto microbiológico. Percebe-se que esta é uma idéia totalmente errônea, pois em um hospital encontramos resíduos diversos como:

resíduos químicos (como medicamentos vencidos e drogas quimioterápicas), resíduos radioativos e resíduos provenientes das áreas administrativas.

Com o passar do tempo, houve a percepção de que outros estabelecimentos também geram, mesmo que em menor quantidade, resíduos semelhantes aos dos hospitais. Assim, esses resíduos passaram a ser chamados de *resíduo biomédico*, *resíduo clínico*, *resíduo contaminado*, etc., sendo esses termos usados como sinônimos. Segundo MATTOSO (1996), a terminologia resíduos biomédicos é bastante utilizada no Canadá, resíduos clínicos no Reino Unido e resíduos médicos nos EUA.

Conforme conclui AKUTSU (1992), as diversas denominações para estes resíduos devem-se a poucos estudos e trabalhos científicos desenvolvidos na área.

Segundo BERTUZZI FILHO² (1991) apud AKUTSU (1992), a ABNT através de reuniões e seminários alterou, a partir de dezembro de 1987, a usual denominação de *lixo hospitalar* para *resíduos de serviços de saúde*. Atualmente a definição dos RSS é feita pela ABNT (1993a) através da NBR 12807 que define:

“3.32 Resíduo de serviço de saúde

Resíduo resultante de atividades exercidas por estabelecimento gerador, de acordo com a classificação adotada pela NBR 12808”. (ABNT, 1993a, p.3)

Define ainda:

“3.13 Estabelecimento gerador

Instituição que, em razão de suas atividades, produz resíduos de serviços de saúde”. (ABNT, 1993a, p.2)

“3.35 Serviço de saúde

Estabelecimento gerador destinado à prestação de assistência sanitária à população”. (ABNT, 1993a, p.3)

“Como se vê, as definições não são elucidativas - fato que também ocorre no texto de várias legislações (especialmente municipais) existentes no território

² BERTUZZI FILHO, L. A. (1991) Lixo hospitalar: Higiene ou Matemática? *Revista ABLP*, n. 33, p. 27-29 apud AKUTSU, J. (1992). *Resíduos de Serviços de Saúde: proposição de metodologia para análise de alternativas de sistemas de tratamento*. São Carlos. 216p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

brasileiro -, gerando controvérsia técnica e tentativa, por parte das autoridades sanitárias, de resolver o problema a sua maneira”. (ANDRADE, 1997, p.20)

Ainda, de acordo com ANDRADE (1997), os resíduos de serviços de saúde podem ser definidos como “todos aqueles gerados em qualquer serviço prestador de assistência médica, sanitária ou estabelecimentos congêneres, podendo, então, ser proveniente de: farmácias, hospitais, unidades ambulatoriais de saúde, clínicas e consultórios médicos e odontológicos, laboratórios de análises clínicas e patológicas, instituições de ensino e pesquisa médica, bancos de sangue, clínicas veterinárias e outros”.

“No Brasil, a situação dos RSS, apesar de existirem normas e resoluções sobre o assunto, pode ser considerada como indefinida, não apenas por sua denominação e manejo, mas também, por sua forma de tratamento e sua disposição final”. (GAUSZER, 1996, p.2)

2.3 Classificação dos RSS

Da mesma maneira como a definição dos RSS difere no Brasil e no mundo, também acontece com a classificação destes resíduos. Isto acontece porque as classificações são formuladas com objetivos e parâmetros distintos.

“A classificação como ponto de partida do funcionamento do sistema de coleta dos RSS, tem grande importância e repercute no desenvolvimento de cada uma das fases subsequentes deste sistema. Portanto, para o correto gerenciamento (intra e extra-unidade) dos RSS, a classificação implantada em um estabelecimento gerador usualmente deve considerar a área de geração, a natureza e o potencial de risco dos resíduos, a fim de oferecer segurança e minimizar riscos tanto ao agente que maneja tais resíduos quanto ao meio ambiente. Ademais, a classificação dos RSS permite tomar decisões quanto aos resíduos que deverão ser recuperados e quais os que poderão seguir seu fluxo para o local de disposição final”. (ANDRADE, 1997, p.21)

Algumas classificações propostas no Brasil basearam-se em normas internacionais, como a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA N.º 5 - e a NBR 12808, baseadas nas classificações da Health & Safety

Commission - HSC, da World Health Organization - WHO e da United States Environmental Protection Agency - USEPA.

A seguir, são apresentadas as classificações adotadas pela CONAMA N.º 5 e NBR 12808, nas TABELAS 3 e 4, respectivamente.

TABELA 3 - Classificação de resíduos sólidos gerados em estabelecimentos prestadores de serviços de saúde por categoria, segundo a Resolução CONAMA n.º 5/1993*

CATEGORIA	CONSTITUINTES
GRUPO A: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos	Sangue e hemoderivados; animais usados em experimentação, bem como os materiais que tenham entrado em contato com os mesmos; excreções, secreções e líquidos orgânicos; meios de cultura; tecidos, órgãos, fetos e peças anatômicas; filtros de gases aspirados de área contaminada; resíduos advindos de área de isolamento; restos alimentares de unidade de isolamento; resíduos de laboratórios de análises clínicas; resíduos de unidades de atendimento ambulatorial; resíduos de sanitários de unidade de internação e de enfermaria e animais mortos a bordo dos meios de transporte, objetos desta Resolução. Objetos perfurantes ou cortantes, capazes de causar punctura ou corte, tais como lâminas de barbear, bisturis, agulhas, escalpes, vidros quebrados, etc.
GRUPO B: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas	a) Drogas quimioterápicas e produtos por elas contaminados b) Resíduos farmacêuticos (medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados) c) Produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).
GRUPO C: rejeitos radioativos	Materiais radioativos ou contaminados com radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução CNEN 6.05.
GRUPO D: resíduos comuns	Todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente.

Fonte: BRASIL, 1993, p. 12997.

*Esta classificação baseou-se na definição de resíduos sólidos apresentada pela NBR - 10004 da ABNT.

TABELA 4 - Classificação de resíduos de serviços de saúde por categoria, segundo a NBR 12808/ABNT

CATEGORIA	CONSTITUINTES
Classe A - Resíduos infectantes	
Tipo A.1 - Biológico	Cultura, inócuo, mistura de microrganismos e meio de cultura inoculado proveniente de laboratório clínico ou de pesquisa, vacina vencida ou inutilizada, filtro de gases aspirados de áreas contaminadas por agentes infectantes e qualquer resíduo contaminado por estes materiais.
Tipo A.2 - Sangue e hemoderivados	Bolsas de sangue após transfusão, com prazo de validade vencido ou sorologia positiva, amostras de sangue para análise, soro plasma e outros subprodutos.
Tipo A.3 - Cirúrgico anatomicopatológico e exsudato	Tecido, órgão, feto, peça anatômica, sangue e outros líquidos orgânicos resultantes de cirurgia, necropsia e resíduos contaminados por estes materiais.
Tipo A.4 - Perfurante ou cortante	Agulha, ampola, pipeta, lâmina de bisturi e vidro.
Tipo A.5 - Animal contaminado	Carcaça ou parte de animal inoculado, exposto à microrganismos patogênicos ou portador de doença infecto-contagiosa, bem como resíduos que tenham estado em contato com este.
Tipo A.6 - Assistência ao paciente	Secreções, excreções e demais líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes materiais, inclusive restos de refeições.
Classe B - Resíduo especial	
Tipo B.1 - Rejeito radioativo	Material radioativo ou contaminado com radionuclídeos, proveniente de laboratório de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia (ver resolução CNEN - 6.05).
Tipo B.2 - Resíduo farmacêutico	Medicamento vencido, contaminado, interdito ou não utilizado.
Tipo B.3 - Resíduo químico perigoso	Resíduo tóxico, corrosivo, inflamável, explosivo, reativo, genotóxico ou mutagênico conforme NBR 10004.
Classe C - Resíduo comum	Todos aqueles que não se enquadram nos tipos A e B e que, por sua semelhança aos resíduos domésticos, não oferecem risco adicional à saúde pública. P. ex.: resíduo da atividade administrativa, dos serviços de varrição e limpeza de jardins e restos alimentares que não entraram em contato com pacientes.

Fonte: ABNT, 1993, p. 1-2.

Ainda, no âmbito nacional, encontramos a classificação do CVS (1989) - TABELA 5 - que conforme o próprio CVS é um modelo completo, por ser criado a partir da fusão de classificações nacionais e internacionais. Apresenta uma classificação de todos os resíduos produzidos num serviço de saúde e; considera os procedimentos já praticados em muitos estabelecimentos, bem como aqueles a serem propostos para se atingir níveis adequados de segurança, preconizados pela OMS.

TABELA 5 - Classificação de resíduos de serviços de saúde por categoria, segundo o CVS-SUDS-SP

CATEGORIA*
A. Resíduos infectantes
A.1. Material proveniente de locais de isolamento
A.2. Material Biológico
A.3. Sangue humano e hemoderivados
A.4. Resíduos cirúrgicos e anatomopatológicos
A.5. Resíduos perfurantes
A.6. Animais contaminados
B. Resíduos especiais
B.1. Resíduos radioativos
B.2. Resíduos farmacêuticos
B.3. Resíduos químicos perigosos
C. Resíduos comuns

Fonte: CVS/SUDS, 1989, p.10-1. (Adaptada)

*Os constituintes de cada categoria são os mesmos dados pela NBR 12808/ABNT e, não se restringem a tais materiais.

Também são encontradas normas municipais, como a Norma para Seleção, Acondicionamento, Disposição para a Coleta e Disposição Final de Resíduos Gerados por Estabelecimentos de Serviços de Saúde, da Cidade de Vitória - ES.

2.4 Composição dos RSS

A composição gravimétrica ou física é um importante dado para o gerenciamento dos RSS; pois a partir dela torna-se possível a elaboração de projetos como: redução, segregação na origem e aproveitamento dos materiais recuperáveis. No caso dos RSS, a composição gravimétrica é particularmente importante devido à possibilidade de controlar o impacto dos diferentes elementos no meio ambiente;

auxiliando a escolha do tipo de tratamento e/ou destinação final mais adequado aos componentes do lixo. Apesar de ser um dado útil, poucas são as referências que o apresentam, tanto no Brasil como no exterior.

ANDRADE (1997), em seu trabalho, determina a composição gravimétrica dos RSS gerados no Hospital Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (SP), e em 92 estabelecimentos geradores (clínicas médicas, laboratórios, farmácias, drogarias, clínicas veterinárias e odontológicas, ambulatórios, postos de saúde, etc) amostrados. Havia, na época, um total de 160 estabelecimentos geradores em São Carlos. As médias dos resultados obtidos estão representadas na FIGURA 1.

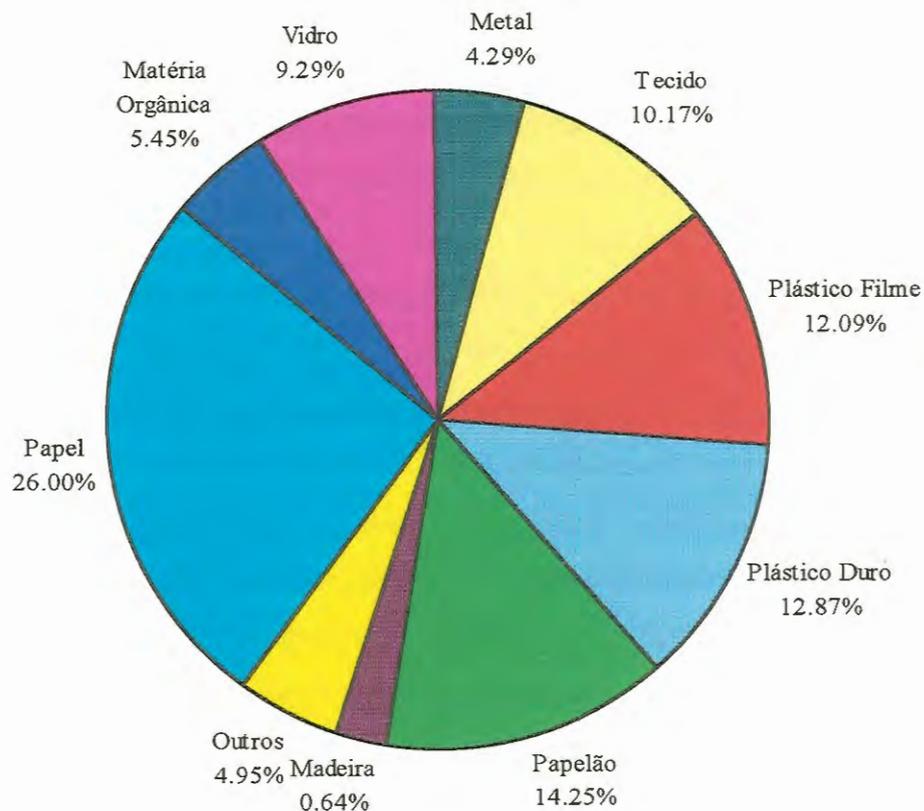


FIGURA 1 - Composição gravimétrica dos resíduos de serviços de saúde gerados na Cidade de São Carlos (SP)
Fonte: ANDRADE, 1997, p.171

2.5 Gerenciamento dos RSS

“A produção de lixo nas cidades brasileiras é um fenômeno inevitável que ocorre diariamente em quantidades e composições que dependem do tamanho da população e do seu desenvolvimento econômico. Os sistemas de limpeza urbana, de competência municipal, devem afastar o lixo das populações e dar um destino ambiental e sanitariamente adequado”. (PRANDINI et al, 1995)

No entanto, conforme os autores, essa tarefa não é fácil, sendo dificultada por problemas, tais como:

- inexistência de uma política brasileira de limpeza pública;
- limitação financeira – orçamentos inadequados, fluxo de caixa desequilibrado, tarifas desatualizadas, arrecadação insuficiente e inexistência de linhas de crédito;
- falta de capacitação técnica e profissional – do gari ao engenheiro-chefe;
- descontinuidade política e administrativa;
- falta de controle ambiental.

A esses fatores, deve-se acrescentar a ausência de um modelo de gestão.

“Esses problemas resultam em degradação ambiental, deslizamentos, enchentes, desenvolvimento de transmissores de enfermidades, poluição das águas superficiais e subterrâneas e poluição do ar.

Uma vez estipuladas as metas a curto, médio e longo prazos, de acordo com a situação do município, uma série de ações devem ser planejadas com o intuito de atingir essas metas, ações que devem ser executadas de maneira integrada.

A execução das ações planejadas, de forma racional e integrada, leva a um gerenciamento adequado de lixo, um dos serviços municipais de maior visibilidade por seus efeitos imediatos, representa boa aceitação da administração municipal por parte da população, assegura saúde e bem-estar e significa economia de recursos públicos, além de vir ao encontro de um desejo maior que é a melhoria da qualidade de vida da geração atual e das futuras e a conservação do meio ambiente”. (PRANDINI et al., 1995)

PRANDINI et al. (1995) citam que as prioridades máximas para qualquer modelo de gerenciamento devem ser:

- coletar todo o lixo gerado de responsabilidade da prefeitura;

- dar um destino final adequado para o lixo;
- buscar formas de tratamento para o lixo do seu município. Considerar que essas formas só darão resultados positivos e duradouros se responderem a claros requisitos tanto ambientais, como econômicos;
- fazer campanhas ou implantar programas educacionais voltados à conscientização pela limpeza da cidade e incentivar medidas que visem diminuir a própria geração de lixo.

Assim, o gerenciamento dos RSS envolve várias etapas – geração, segregação ou separação, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e/ou destino final – que serão abordadas a seguir.

A FIGURA 2 apresentada pelo CVS (1989), simula várias possibilidades de encaminhamento dos resíduos dentro de um serviço de saúde, independente de seu tipo e tamanho.

2.5.1 Geração

A ABNT (1993a), através da NBR 12807 define geração como a transformação de material utilizável em resíduo.

De acordo com GRACIOLLI (1994), a geração “é a primeira fase a ser estudada no conjunto que constitui o sistema gerencial de resíduos sólidos e compreende aquelas atividades nas quais os materiais são identificados como não tendo mais valor econômico positivo e então colocados à disposição dos serviços de coleta e eliminação de uma cidade”.

Existem vários fatores que influenciam na geração dos resíduos em geral, tais como: mês, época e estações do ano; clima; costumes e condições econômicas da população; natureza da comunidade; situação econômica do país e eficiência do serviço de coleta.

AKUTSU (1993) conclui que existe uma relação entre os RSS e os resíduos sólidos domésticos produzidos em uma cidade e ambos estão relacionados à densidade populacional. A pesquisa foi realizada em seis municípios do Território Nacional e os resultados obtidos são apresentados na TABELA 6. Os dados de quantidade de resíduos contidos nessa referem-se aos resíduos de serviços de saúde

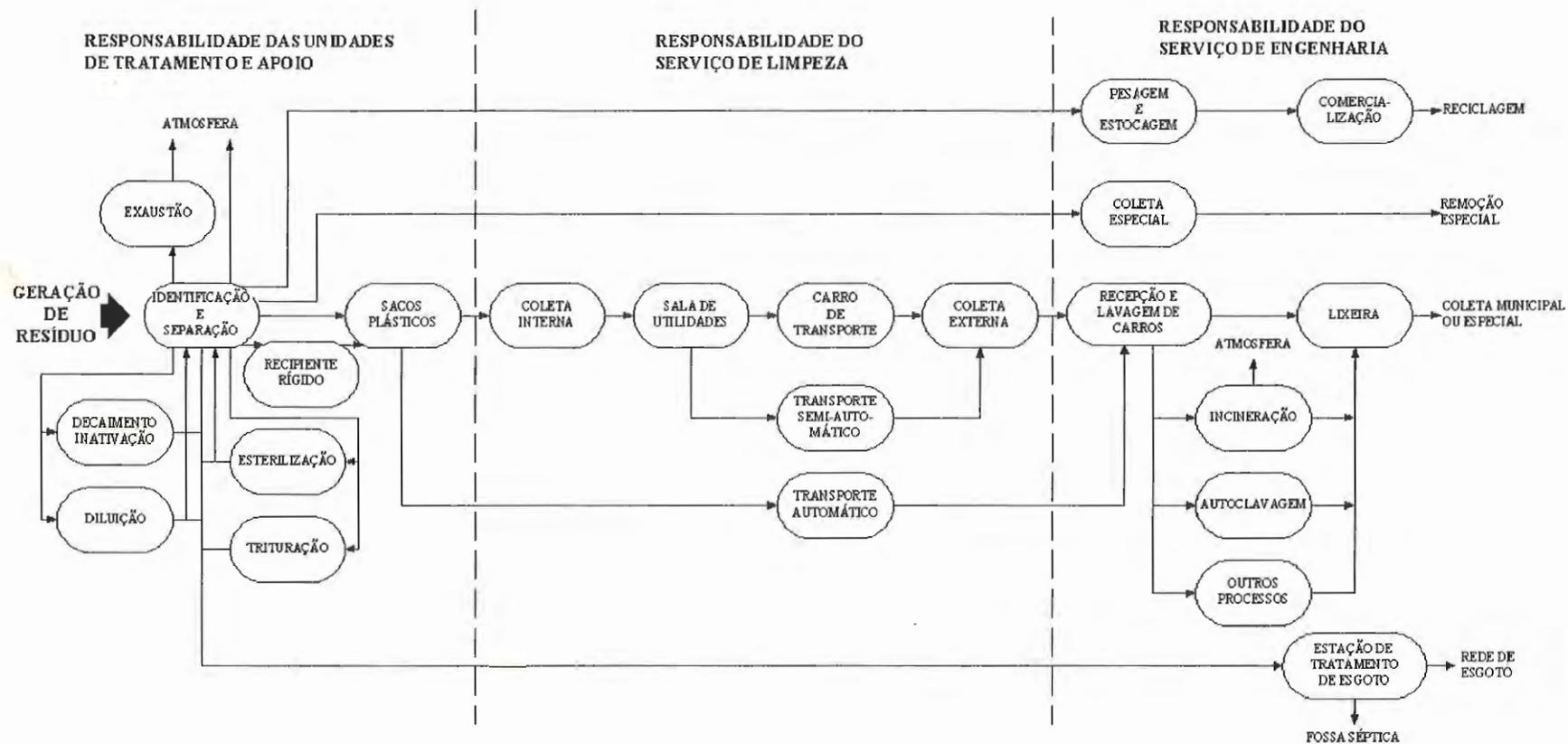


FIGURA 2 – Possibilidades de encaminhamento dos resíduos dentro de um serviço de saúde
 Fonte: CVS, 1989, p.8

totais, ou seja, sépticos e não sépticos.

TABELA 6 – Quantidade de resíduos de serviços de saúde e resíduos sólidos domésticos coletados para os 6 (seis) municípios estudados (ANO BASE:1992)

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO	RESÍDUOS DE SERV. SAÚDE (RSS) (t/dia)	RESÍDUOS DOMÉSTICOS (RD) (t/dia)	RELAÇÃO: RSS/RD
Rio Claro	137.509	0,65	64	0,010
Americana	143.000	1,20	120	0,010
Piracicaba	283.540	1,50	192	0,008
Santos	428.526	3,10	350	0,009
Guarulhos	780.000	6,00	400	0,015
Porto Alegre	1.400.000	24,76	850	0,029

Fonte: AKUTSU, 1992, p.145. (Adaptada)

A geração do lixo hospitalar é quase cem vezes menor que a do lixo municipal, afirma BARBOSA (1995). De acordo com CUSAK (1993), nos EUA, mais de 600.000 t/ano de resíduos são geradas pelo sistema de saúde, a cidade de São Paulo produz em torno de 40.000 t/ano, uma cidade como Diadema (SP) 480 t/ano, Santos (SP)1000 t/ano.

Os valores acima citados certamente sofreriam uma drástica redução se o sistema de gerenciamento dentro dos estabelecimentos fosse suficientemente eficiente para promover a correta separação, na fonte, dos resíduos infectantes e comuns; conforme veremos a seguir.

2.5.2 Segregação ou Separação

A NBR 12807 define segregação como a operação de separação dos resíduos no momento da geração, de acordo com a classificação adotada pela NBR 12808. “Todos os funcionários dos serviços de saúde devem ser capacitados para segregar adequadamente os resíduos e reconhecer o sistema de identificação”. (ABNT, 1993a, p.1)

A segregação dos resíduos produzidos em um estabelecimento é de fundamental importância no processo de gerenciamento, isto é, uma vez que os resíduos comuns são acondicionados com os resíduos infectantes, todo o resíduo passa a ser considerado como infectante. Em conseqüência, a quantidade de resíduos infectantes que necessitam de coleta especial, tratamento diferenciado e disposição

adequada é bem maior, resultando em custos adicionais para os estabelecimentos de saúde. “Nos países em desenvolvimento, onde os recursos despendidos na área de saúde são cada vez menores, este custo adicional pode ser evitado com a simples medida de segregação”. (MATTOSO, 1996, p.14)

Conforme CUNHA et al. (1995), apenas cerca de 30%, em peso, dos resíduos gerados nos estabelecimentos de saúde são sépticos e devem ter um tratamento especial, quanto ao sistema de coleta e destinação final. Entretanto, os outros 70% são potencialmente contaminantes devido às falhas na segregação dos resíduos.

Para a CVS (1989), a segregação dos resíduos em categorias, tem os seguintes objetivos:

- Racionalizar os recursos, permitindo-se tratamento específico e de acordo com as necessidades de cada categoria;
- Impedir contaminação de grande quantidade de resíduos por uma pequena quantidade de material perigoso;
- Intensificar as medidas de segurança apenas onde estas forem necessárias;
- Facilitar a ação em caso de acidente ou emergência.

2.5.3 Acondicionamento

O acondicionamento constitui a primeira etapa do processo de remoção dos resíduos sólidos. Segundo a NBR 12807 a finalidade do acondicionamento é proteger os resíduos de risco e facilitar o seu transporte.

Conforme MATTOSO (1996), devido à heterogeneidade dos resíduos sob o ponto de vista de composição química, aspecto, estado físico e grau de patogenicidade, o acondicionamento deverá ser feita de acordo com o tipo de resíduo (infectante, especial ou comum).

No que se refere às embalagens para resíduos infectantes, estas têm que observar os requisitos estipulados pela NBR 9190 e CONAMA N.º 5, que determinam o uso de saco branco leitoso para os RSS. Conforme estabelece o CONAMA N.º 5 (1993), os resíduos infectantes (grupo A) deverão ser acondicionados em sacos plásticos com a simbologia infectante (FIGURA 3). A ABNT (1987a), através da NBR 7500, é quem estabelece os símbolos convencionais

e seu dimensionamento, para serem aplicados nas unidades de transporte e nas embalagens para indicação dos riscos e cuidados a tomar no manuseio, transporte e armazenagem, de acordo com a carga contida.



FIGURA 3 – Símbolo de substância infectante

Fonte: ABNT, 1987a, p. 21

Para os resíduos perfurocortantes, tanto o CVS (1989) como a NBR 12809, especificam o uso de recipientes rígidos, mas não definem o material, a cor ou o rótulo a ser usado. As informações técnicas sobre estes recipientes, ou seja, detalhes sobre o tipo de material, alças, local, dimensões, limite de enchimento, cor identificação, advertência e instruções de uso foram propostas pela norma do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, IPT-NEA 55, apresentada anteriormente. A simbologia para esses recipientes é a mesma estabelecida pela NBR 7500. Devido a fatores financeiros, muitas vezes esses resíduos são acondicionados em sacos plásticos (nem sempre os especificados por norma), juntamente com os outros resíduos, colocando em risco a saúde dos funcionários e do pessoal da coleta especial. Uma maneira de

amenizar esse problema, seria o uso de recipientes alternativos resistentes, como por exemplo: garrafas PET.

Ademais, o CVS (1989) sugere que os perfurantes, já dentro de uma primeira embalagem resistente, deverão ser colocados em sacos plásticos para facilitar o transporte e identificação.

Quanto aos resíduos líquidos, o CVS (1989) observa que “deverão estar contidos em garrafas, tanques ou frascos, preferencialmente inquebráveis. Caso o recipiente tenha de ser de vidro, este deverá estar protegido dentro de outra embalagem resistente”. Conforme MATTOSO (1996), esta pode ser uma atitude perigosa, principalmente em hospitais e bancos de sangue, onde a quantidade de resíduos é geralmente grande. Isto porque, ao fazer a transferência destes líquidos de seus recipientes originais, para outras embalagens, os funcionários deverão estar usando equipamentos de proteção individual (principalmente óculos); e sabe-se que muitos hospitais não dispõem nem de luvas para os funcionários. E também, durante o transporte interno e externo, as embalagens podem se romper colocando em risco a saúde dos pacientes, funcionários e visitantes. Para a ABNT (1993c) – NBR 12809 – “os resíduos líquidos infectantes, como sangue, secreções, excreções e outros líquidos orgânicos, têm que ser submetidos a tratamento na própria instituição anterior ao lançamento na rede pública de esgoto, conforme exigências do órgão competente de controle ambiental”.

A ABNT determina ainda: (i) que o resíduo infectante procedente de análises clínicas, hemoterapia e pesquisa microbiológica, ou seja, dos tipos A.1 e A.2 conforme a NBR 12808, deve ser submetido à esterilização na unidade geradora e; (ii) que o resíduo infectante pertencente ao tipo A.3, composto por membros, fetos, órgãos e tecidos humanos, tem que ser acondicionados, separadamente, em sacos plásticos, conforme a NBR 9190.

O CVS (1989), acrescenta que o acondicionamento deverá observar as seguintes regras:

- Utilização de dupla embalagem (um saco contendo mais sacos) para resíduos de áreas altamente infectadas (como unidades de isolamento ou de laboratório); desta forma, os sacos coletados nestas unidades são colocados

dentro de um saco maior, evitando-se o contato com o lado externo do primeiro saco e garantindo-se maior segurança contra vazamento.

- Os sacos deverão ser totalmente fechados, de tal forma a não permitir o derramamento do conteúdo, mesmo que virados com as bocas para baixo. Uma vez fechados, precisam ser mantidos íntegros até o processamento ou destinação final do resíduo. Caso ocorram rompimentos freqüentes dos sacos, dever-se-á verificar a qualidade do produto ou os métodos do transporte utilizados. Não admite-se aberturas ou rompimento de saco contendo lixo infectante sem prévio tratamento.
- Uma vez que a identificação do tipo de lixo se faz através da cor do saco, é fundamental que se utilize sempre a embalagem adequada, evitando-se a falta de sacos por falta de fornecimento. Assim, há que se manter sempre um estoque de segurança compatível com a oferta do mercado e com o sistema de compras do estabelecimento.
- A utilização de saco inadequado para o tipo de lixo será punível com multa para o estabelecimento ou para o fabricante do saco (caso se constate falha no produto).

No caso dos resíduos especiais, estes têm de ser embalados de forma segura, compatível com suas características físico-químicas, conforme a CVS (1989) e; a padronização dessas embalagens e da forma de identificação deverá ser objeto de um estudo complementar semelhante ao realizado pela ABNT para resíduos infectantes.

Assim, a NBR 12809 normatiza para os resíduos especiais, que:

- O resíduo farmacêutico e químico perigoso, conforme NBR 10004, tem que ser disposto em recipiente compatível com suas características físico-químicas, de forma a não sofrer alterações que comprometam a segurança durante o armazenamento e o transporte. Este recipiente tem que ser identificado de forma visível e indelével, com o nome da substância ou resíduo, sua concentração e principais características físico-químicas.
- O rejeito radioativo tem que ser processado conforme a Resolução CNEN-NE-6.05.

- Recomenda-se que o resíduo químico perigoso seja, sempre que possível, reciclado, ou que o processo gerador seja substituído por outro que produza resíduos menos perigoso ou reciclável.
- O resíduo químico que, de acordo com a NBR 10004, não for classificado como perigoso, pode ser considerado como resíduo comum.

Ainda, conforme a NBR 12809, o resíduo classificado como comum tem que ser disposto em saco plástico, conforme NBR 9190. Devem receber o mesmo tratamento dado aos resíduos sólidos urbanos. Um exemplo desses resíduos são os provenientes das áreas administrativas e de preparo de alimentos.

Alguns procedimentos gerais são citados pela NBR 12809: os funcionários devem usar EPI no manuseio dos RSS; todo recipiente deve ser fechado de forma a não permitir vazamento; os recipientes devem ser lacrados quando atingirem 2/3 da sua capacidade.

2.5.4 Coleta e Transporte

Dentre as várias operações realizadas dentro de um estabelecimento gerador, temos a coleta e o transporte, que estão intrinsecamente relacionados. Conforme CUNHA et al. (1995), a coleta dos RSS é feita de forma diferenciada, objetivando a destinação apropriada, evitar a contaminação de resíduos não-perigosos e o manejo seguro de resíduos infectantes. O CVS (1989) divide a coleta em interna, externa e especial. Já a ABNT (1993c) – NBR 12809 – adota a divisão: coleta interna I, coleta interna II e coleta externa. O que a primeira adota por coleta interna, a segunda adota por coleta interna I, e assim sucessivamente.

As definições adotadas na NBR 12809 são:

- Coleta interna I: operação de transferência dos recipientes do local de geração para a sala de resíduo.
- Coleta interna II: Operação de transferência dos recipientes da sala de resíduo para o abrigo de resíduo ou diretamente para tratamento.
- Coleta externa: operação de remoção e transporte de recipientes do abrigo de resíduo, através do veículo coletor, para o tratamento e/ou destino final.

A mesma norma, ainda define:

- Sala de resíduos: elemento destinado ao armazenamento interno.
- Abrigo de resíduo: elemento destinado ao armazenamento temporário dos resíduos de serviços de saúde, no guarda da coleta externa.

A coleta interna I tem que ser efetuada de acordo com as necessidades da unidade geradora, no que se refere à frequência, horário e demais exigências do serviço. Ainda, de acordo com a NBR 12809, os recipientes contendo resíduos que não excedem a 20 l podem ser transportados manualmente; caso contrário, deve ser usado o carro de coleta interna I.

Para a coleta interna I dos resíduos infectantes ou especiais, o CVS (1989) recomenda a observância dos seguintes preceitos:

- Jamais despejar o conteúdo da lixeira em outro recipiente.
- Observar a cor do saco (o saco branco deverá ser sempre substituído por outro saco branco – a não ser por recomendação do chefe responsável pelo serviço ou unidade, no caso de mudança do tipo de resíduo produzido).
- As lixeiras para resíduos infectantes deverão ser providas de tampas e identificadas por cor, símbolo ou inscrição (essas lixeiras não de ser lavadas pelo menos uma vez por semana ou sempre que houver vazamento do saco).
- A coleta de resíduo infectante ou de resíduo comum, quando em locais onde haja risco de infecção para o paciente, seguirá a esta rotina: observar a cor do saco e utilizar os equipamentos de segurança individual recomendados para aquele tipo de resíduo; fechar totalmente o saco, amarrando-o com arame ou cordão; retirar o saco da lixeira; pelo menos uma vez por dia, levar a lixeira para a sala de utilidades a fim de se proceder à sua lavagem; se houver derramamento do conteúdo, cobrir o material derramado com um pano embebido em desinfetante, recolhendo-se, em seguida, com uma pá, material e pano.
- Colocar um saco novo, fixando-o firmemente na bordas da lixeira.

Para a coleta interna II, a NBR 12809 adota as mesmas determinações da coleta interna I e acrescenta que esta deve ser planejada com o menor percurso,

sempre no mesmo sentido, sem provocar ruídos, evitando coincidência com os fluxos de pessoas, roupa limpa, alimentos, medicamentos e outros materiais. Ademais, a mesma norma determina que deve haver um carro para coleta interna I e outro para a coleta interna II e os equipamentos de proteção individual – EPIs – usados para a coleta interna II, são os mesmos da coleta interna I (gorro, óculos, máscara, uniforme, luvas e botas) com acréscimo de avental impermeável.

Quanto ao carro de coleta interna, a ABNT (1993d) – NBR 12810 – determina: o carro deve ser estanque, constituído de material rígido, lavável e impermeável de forma a não permitir vazamento de líquido, com cantos arredondados e dotado de tampa; ostentar a simbologia de “substância infectante” (FIGURA 3); ser de uso exclusivo para coleta de resíduos; volume máximo para transporte de 100 l (coleta interna I) e de 500 l (coleta interna II).

Para o transporte de resíduos em hospitais ou outros estabelecimentos de grande porte, o CVS (1989) faz algumas recomendações, dentre as principais, estão:

- Os roteiros e horários deverão ser fixos e estabelecidos em uma rotina de conhecimento geral.
- Deve-se evitar o cruzamento de material sujo com material limpo e a circulação por áreas ocupadas por muitas pessoas (como elevadores ou corredores cheios), recomendando-se a utilização do elevador exclusivo para material sujo.
- Os carros de lixo jamais deverão ser deixados em corredores ou áreas de acesso de público ou pacientes. Os carros ficarão, quando fora da unidade, na área de lavagem e higienização; quando dentro da unidade, permanecerão na sala de material sujo.
- Para maior segurança, recomenda-se o uso de carros pequenos, que permaneçam nas salas de material sujo. No momento da coleta, um carro vazio e higienizado substituirá o carro cheio, que irá diretamente para a lixeira, onde será esvaziado e higienizado, seguindo para a próxima unidade. Este procedimento evita que o carro cheio de lixo circule por várias unidades.
- Tubos de queda para lixo são proibidos.

Os veículos que transportarem material infectante deverão ser identificados, usando para isto, nos 4 lados, o símbolo de substância infectante (FIGURA 4).

Quanto à coleta externa ou especial, a Resolução CONAMA N.º 5 (BRASIL, 1993), determina que a responsabilidade pela coleta e transporte dos RSS é do gerador. Porém, na prática, a prefeitura acaba tendo que fazê-la ou orientá-la e fiscalizá-la.

A coleta de RSS deve seguir os requisitos estipulados pela NBR 12810, que fixa os procedimentos exigíveis para coleta interna e externa dos RSS, sob condições de higiene e segurança. Em cidades de pequeno e médio portes, o transporte destes resíduos se restringe aquele efetuado no processo de coleta e destinação final, ou seja, não existem grandes distâncias de transporte como para o caso de resíduos domiciliares, onde, às vezes, há transporte até uma estação de transferência e depois para o destino final.

Preocupada com a saúde dos trabalhadores, a NBR 12809 estabelece que a guarnição (equipe composta pelo motorista do veículo e garis) deve receber treinamento adequado e ser submetida a exames médicos pré-admissionais e periódicos, de acordo com o estabelecido na Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho. Ademais, acrescenta que a empresa e/ou municipalidade responsável pela coleta externa dos RSS devem possuir um serviço de apoio que proporcione aos seus funcionários as seguintes condições: higienização e manutenção dos veículos; lavagem e desinfecção dos EPIs; e higienização corporal.

O CVS (1989) acrescenta que rotinas de procedimentos normais e de emergência precisam ser previstas, devendo ser de conhecimento de todos os funcionários do serviço, além de serem descritas de forma clara e afixadas em todos os locais de trabalho, inclusive veículos coletores.

De acordo com MATTOSO (1996), na maior parte das instituições hospitalares, este tipo de coleta é inexistente, pois tanto os produtos químicos (geralmente líquidos), quanto os materiais biológicos, são despejados na rede de esgoto, sem prévio tratamento.



FIGURA 4 – Símbolo para veículos de transporte de resíduos de serviços de saúde
Fonte: ABNT, 1987a, p.40

Conforme GRACIOLLI (1994), a coleta normalmente divide-se em dois tipos:

- Sistema convencional de coleta: este tipo está associado à coleta de resíduos domiciliares, comerciais, de limpeza das vias públicas, etc. Em função do tipo de acondicionamento feito pela comunidade, pode ser de duas formas:
 - a) coleta ao longo das vias públicas: neste tipo de coleta o veículo coletor percorre todas as ruas, onde os resíduos são dispostos para os serviços de coleta, normalmente em pequenos recipientes. Este processo é realizado observando-se a freqüência necessária, o período do dia mais adequado, além de outros parâmetros.
 - b) coleta de containers: neste caso, o veículo coleta os resíduos armazenados em determinados pontos específicos, os quais possivelmente preenchem a carga do veículo. Este tipo é utilizado para a coleta de resíduos de feira livre, de supermercados, etc. Em países desenvolvidos, a coleta dos resíduos domiciliares, também é realizada desta forma.
- Sistema especial de coleta: todos os resíduos contaminados, a exemplo dos resíduos dos serviços de saúde são coletados por este sistema. Neste caso, os resíduos são acondicionados em recipientes específicos e coletados de forma separada de outros tipos de resíduos urbanos e, igualmente, por veículos utilizados somente para este tipo de atividade. O processo utilizado é semelhante ao de coleta de containers, isto é, o sistema ponto a ponto que coleta em locais específicos.

A escolha dos veículos coletores, na maioria das cidades brasileiras, é um processo ainda realizado de uma forma bastante empírica. É de máximo interesse analisar as peculiaridades, vantagens e desvantagens dos veículos coletores em relação às comunidades, aos serviços, aos funcionários, às condições da entidade responsável, enfim, características gerais de interesse sanitário, econômico, estético e de segurança.

Carrocerias compactadoras não são recomendadas pelo CVS (1989), pois além de provocar o rompimento da embalagem, dificultam os processos de tratamento (tais como incineração ou desinfecção). Entretanto, CUNHA et al. (1995) admitem o

uso de caminhões compactadores para grandes geradores, desde que o grau de compactação seja mínimo, ou seja, não permita o rompimento dos sacos.

Dentre as especificações dadas pela NBR 12809 para os veículos coletores, as principais são:

- Ter superfícies internas lisas, de cantos arredondados e de forma a facilitar a higienização;
- Não permitir vazamento de líquido, e ser provido de ventilação adequada;
- O veículo coletor deve contar com os seguintes equipamentos auxiliares: pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante;
- Devem constar em local visível o nome da municipalidade, o nome da empresa coletora (endereço e telefone), a especificação dos resíduos transportáveis, com o número ou código estabelecido na NBR 10004, e o número do veículo coletor;
- Ser de cor branca e ostentar a simbologia para o transporte rodoviário (FIGURA 4).

HERNÁNDEZ (1999) propõe em seu trabalho, instalação de suporte, junto a carroceria de caminhões de coleta de resíduo domiciliar, para colocação de recipiente com tampa para a coleta e transporte dos RSS, em municípios onde a quantidade destes resíduos seja reduzida. O autor realizou tal estudo na cidade de Pato Branco-PR, onde a quantidade de tais resíduos era de, aproximadamente, 103kg/dia.

2.5.5 Armazenamento

O termo armazenagem usado pelo CVS (1989) é sinônimo de armazenamento interno e externo usado pela NBR 12809. Assim, armazenamento interno pode ser definido como a guarda temporária dos recipientes, em instalações apropriadas, localizadas na própria unidade geradora, de onde devem ser encaminhados, através da coleta interna II, para o armazenamento externo (guarda temporária adequada que precede a coleta externa).

Sala de resíduo é o local destinado ao armazenamento interno dos resíduos, e deve obedecer às Normas e Padrões de Construções e Instalações de Serviços de Saúde do Ministério da Saúde/1977, bem como aos seguintes requisitos: área mínima

de 4 m², prevendo-se espaço para o carro de coleta; pisos e paredes de material liso, resistente e lavável; ralo ligado à rede de esgoto; ventilação adequada e telada; lavatório; e ponto de luz. A sala de resíduo é facultativa em pequenos estabelecimentos (produção semanal máxima de 700 l e diária de 150 l), podendo os resíduos serem encaminhados diretamente para o abrigo de resíduo (armazenamento externo).

Quanto ao armazenamento externo, cita a NBR 12809, que os RSS têm que ser armazenados de acordo com norma de segregação e de forma ordenada. A mesma norma acrescenta que, para pequenos geradores, pode-se optar pela instalação de um abrigo reduzido. De qualquer maneira, o abrigo de resíduo deve ostentar, em local de fácil visualização, símbolo de substância infectante ou símbolo de identificação, de acordo com a natureza do resíduo, segundo a NBR 7500.

2.5.6 Tratamento

O CVS (1989) considera como tratamento adequado para RSS qualquer processo que, reproduzido dentro de condições de segurança e com eficiência comprovada, modifica suas características físicas, químicas e biológicas, ajustando-as aos padrões aceitos para uma determinada forma de disposição final. Ademais, recomenda, na medida do possível, a reciclagem de resíduos químicos e a substituição dos produtos ou processos geradores de resíduos perigosos por outros com menor risco.

O tratamento destes resíduos, de acordo com TAKAYANAGUI (1993), pode ser feito dentro do estabelecimento gerador, numa das fases de seu processamento interno, ou em plantas centralizadas, situadas em local próximo às instalações do sistema de disposição final, sempre privilegiando plantas maiores, pela extensão dos benefícios à comunidade e pela maior facilidade de controle da eficiência da operação.

ANDRADE (1997) comenta que “a opção pelo melhor tratamento, ou por um conjunto deles, deverá levar em consideração o tipo de artigo ou de RSS que se deseja tratar; as vantagens e desvantagens que decorrem do tipo de tratamento adotado; os benefícios econômicos advindos; a segurança aos profissionais, aos pacientes, ao ambiente (interno e externo ao estabelecimento gerador) e à população em geral; a legislação e a normalização existentes, etc”.

Vários são os métodos de tratamento existentes para os RSS, sendo que a incineração e a esterilização à vapor ou autoclavagem são os comumente usados e também, os métodos legalmente recomendados pelo CONAMA N.º 5. Estes e outros métodos de tratamento encontrados na literatura, serão aqui abordados.

- **Incineração**

BARBOSA (1995) define incineração como a queima de materiais em alta temperatura (geralmente acima de 900° C), em mistura com uma quantidade apropriada de ar e durante um tempo pré-determinado. Assim, conforme diversos autores citados por RISSO (1993), a incineração converte materiais combustíveis em resíduos não combustíveis (escória), cinzas e gases. Estes últimos são eliminados para atmosfera por meio de chaminés, enquanto as escórias e cinzas podem ser dispostas em aterros sanitários.

ALVES³ (1979) apud GAUSZER (1996), afirma que apesar de ser um equipamento relativamente simples, no qual os resíduos são queimados a uma alta temperatura (geralmente acima de 980°C, com uma quantidade adequada de ar e um período apropriado de tempo que assegure a destruição dos resíduos) o incinerador acaba por ser um equipamento caro, porque exige a instalação de controles de operação e sistemas de monitoramento que garantam uma boa combustão e um efetivo método de purificação da água e ar, subprodutos gerados no processo.

Vários autores consideram a incineração como o método mais adequado para destruir microrganismos patogênicos presentes nos resíduos infecciosos, desde que os incineradores sejam adequadamente projetados e que corretas condições operacionais sejam rigorosamente seguidas. Quando sua operação não é satisfatória, microrganismos podem ser encontrados nas emissões gasosas, nas escórias ou cinzas residuais.

A incineração, como qualquer método de tratamento, tem suas vantagens e desvantagens, sendo assim causa de muitas discussões entre os pesquisadores.

³ ALVES, G. J. C. S. (1979). O armazenamento do lixo no hospital. *Revista Paulista de Hospitais*, ano XXVII, vol. XXVII, n.º 6, jun/1979, p.188-194 apud GAUSZER, T. (1996) *Levantamento da geração dos resíduos de serviço de saúde nas unidades da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (SP)*. São Carlos. 133p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. p.38.

Muitos autores concordam que a redução de volume e peso dos resíduos (na faixa de 85 a 95%), da qual sobra uma pequena quantidade de cinzas, é uma das principais vantagens da incineração. De acordo com o CVS (1989), a incineração aplica-se bem a qualquer tipo de resíduo infectante, bem como a alguns tipos de resíduos especiais, e ainda, elimina características repugnantes dos resíduos patológicos e de animais.

Em contrapartida, o mesmo autor cita a dificuldade de controle dos efluentes gasosos. O que os cientistas afirmam, conforme GAUSZER (1996), é que o decorrer da modernização e o crescente consumo dos materiais descartáveis, pelo medo de transmissão de doenças, pode faticamente provocar o aumento das dioxinas, pois o PVC tem ácido cianídrico em sua composição, o que aumenta a toxidade pela queima. O CVS (1989) recomenda a separação prévia desses materiais.

Além das Dioxinas, também são emitidos Furanos, sendo estes, substâncias ainda pouco conhecidas e ultravenenosas. “As dioxinas e furanos são elementos químicos que têm a capacidade de se acumular nos tecidos adiposos do organismo e enfraquecer suas defesas naturais”, podendo causar câncer. (SCHALCH et al., 1995, p.60).

Segundo MOREL⁴ (1992) apud TAKAYANAGUI (1993), a literatura revela que a possibilidade da emissão desses elementos na atmosfera deve-se, em muito maior proporção, a outras fontes como veículos automotores, movidos à gasolina, com aditivos à base de chumbo, disposição inadequada de produtos químicos clorados, branqueamento de papel e produção de pesticidas à base de ácido triclorofenóxido, dentre outras. De acordo com esta autora, “a emissão de dioxinas por incineração corresponde a 2% em relação às demais fontes”. (p.12)

Alguns outros pontos negativos são citados pelo CVS (1989): dificuldade de operação e manutenção, exigindo pessoal especializado; necessidade de transporte para fora do estabelecimento (não se recomenda a instalação de incineradores próprios em hospitais localizados em grandes cidades, possuidoras de várias fontes

⁴ MOREL, M. (1993). apud TAKAYANAGUI, A.M.M. (1993). *Trabalhadores de saúde: ação educativa do enfermeiro na conscientização para gerenciamento de resíduos sólidos*. Ribeirão Preto. 179p. Tese (Doutorado) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. p.12.

produtoras de resíduos infectantes); dificuldade para queima de resíduos com maior quantidade de líquidos (sangue e hemoderivados, resíduos patológicos, etc).

De acordo com RISSO (1993), os incineradores, localizados dentro dos limites dos estabelecimentos de saúde, podem causar incômodos devido às emissões gasosas, à própria rotina interna do estabelecimento ou à população vizinha, tendo-se em vista que estes estabelecimentos, geralmente, encontram-se em áreas densamente povoadas. TAKAYANAGUI (1993) cita que a incineração nos hospitais foi caindo em desuso, pois não era operada em perfeitas condições técnicas, filtrando os gases poluentes.

SCHALCH et al. (1995) acrescentam que na maioria dos hospitais brasileiros dotados de fornos de incineração, a temperatura mínima de 850° C, exigida por lei, não é atingida, sendo lançados na atmosfera os subprodutos da combustão incompleta (materiais particulados e gases tóxicos). Os mesmos autores sugerem que os municípios deveriam fazer um consórcio para o tratamento de resíduos perigosos e RSS. A mesma opinião é compartilhada por RISSO (1993), que sugere a instalação de unidades centralizadas, que podem receber resíduos de diversos estabelecimentos de saúde para tratamento conjunto, como uma maneira de reduzir o incômodo com os gases produzidos e diminuir os custos de instalação e operacionais.

Segundo RISSO (1993), os incineradores mais usados para os RSS são: ar controlado, câmaras múltiplas e forno rotativo; sendo que todos os três tipos permitem a utilização de câmara de combustão primária, para os resíduos, e câmara de combustão secundária, para os gases produzidos durante a queima.

Os incineradores de câmaras múltiplas, conforme BARBOSA (1995), consistem basicamente de duas câmaras (usando grandes excessos de ar) em série, separadas por chicanas para decantação de material particulado. Geralmente, apenas na segunda câmara é mantido um queimador, para garantir as condições típicas de combustão secundária. Conforme o mesmo autor, os incineradores de ar controlado operam, em sua câmara primária, com vazão de ar abaixo do necessário para a combustão completa, tornando a combustão lenta e com baixa geração de material particulado. Na câmara secundária, os gases são aquecidos a 900 – 1000 °C, destruindo os compostos tóxicos. A energia gerada na queima pode dispensar o uso

do combustível auxiliar durante operação manual. A pureza dos gases de combustão dependerá da homogeneidade do resíduo alimentado. Nos dois tipos citados a movimentação de carga é feita manualmente, com o auxílio de empurradores mecânicos, assim como a retirada e/ou movimentação de cinzas. Ademais, cita o autor, que os incineradores de forno rotativo são dotados de tambores rotativos para fazer o resíduo girar e ficar exposto ao ar de combustão (tanto em excesso como controlado).

De acordo com BARBOSA (1995), no Estado de São Paulo, atualmente, mais de trinta municípios possuem seu próprio incinerador de RSS. O município de São Paulo conta, conforme AKUTSU (1992), atualmente com 3 incineradores: Pinheiros, Ponte Pequena e Vergueiro, com capacidade de incinerar 200t, 300t e 300t por dia, respectivamente. O autor afirma que a necessidade crescente de utilização de incineradores está associada com o crescente desenvolvimento dos grandes centros, quer pela escassez cada vez maior de área, quer pela utilização cada vez maior de materiais sintéticos, que dificilmente podem ser tratados por outros métodos.

“A coleta diferenciada (denominada coleta hospitalar ou especial) e determinados instrumentos legais obrigando a incineração e proibindo outras alternativas gerenciais dos RSS, que predominam em diversos municípios brasileiros, também são ocorrências significativas do modelo atual de gerenciamento. Ambas resultam do pressuposto que os RSS, indiscriminadamente, são perigosos e causam doenças infecto-contagiosas e, evidentemente, ambas repercutem sobremaneira nos custos dos serviços ou na situação financeira dos estabelecimentos geradores”. (ANDRADE, 1997, p. 91 e 92)

- **Esterilização a Vapor**

“Se hoje em dia se cogita a reciclagem e redução de resíduos, através do reuso de seus equipamentos, artigos e materiais, deve-se observar sua esterilização e/ou desinfecção com o objetivo de minimizar riscos desnecessários e ao mesmo tempo reduzir custos no que se refere ao destino final dos Resíduos de Serviços de Saúde”. (SCHALCH et al., 1995, p.69)

De acordo com BARBOSA (1995), este é um método de tratamento também amplamente utilizado para descontaminação de resíduos microbiológicos e outros de

laboratórios, antes da disposição final, principalmente nos EUA.

A esterilização a vapor também é conhecida por autoclavagem, pois este processo é realizado num recipiente fechado comumente chamado de autoclave. Segundo CROSS⁵ (1990) apud MATTOSO (1996), os resíduos são colocados dentro de uma câmara de pressão, com água fervente na sua base, que depois de fechada recebe vapor, através de uma válvula, sendo a relação tempo/temperatura do vapor imprescindível para a destruição dos patógenos.

Conforme GAUSZER (1996), a descontaminação é, primeiramente, efetuada através de transferência de calor medido pelo contato direto do vapor com os microrganismos e posteriormente através da transferência de calor por condução. Segundo a mesma autora, para que haja esterilização é absolutamente necessário que o vapor entre em contato com todos os artigos colocados na câmara, e isto somente ocorre quando o ar é removido tanto desta quanto daqueles.

O CVS (1989) relaciona alguns aspectos positivos e negativos da esterilização a vapor. Como pontos positivos cita: não produz poluição atmosférica; pode ser instalada em qualquer lugar e dispensa o transporte especial para fora do estabelecimento; utiliza pessoal especializado para sua operação e manutenção, normalmente já empregado no estabelecimento; pode ser utilizada para qualquer tipo de resíduo infectante. Os pontos negativos citados pelo mesmo autor são: não reduz volume ou peso; baixa eficácia para resíduos de maior densidade ou líquidos, elevando o consumo de energia; exige embalagens que permitam a perfeita penetração do vapor.

BARBOSA (1995) afirma que, para um processo ser eficiente, deve permitir penetração do vapor e condução de calor por toda a massa a ser esterilizada, torna-se impróprio para o tratamento de grandes volumes de resíduos, pois o estado físico e a espessura do material a ser autoclavado são fatores determinantes para a efetiva execução do processo. O autor acrescenta que o uso de autoclave exige o desenvolvimento de uma tecnologia razoavelmente sofisticada, devendo ser operada

⁵ CROSS, F. L. (1990). Sitting a medical waste facility. *Pollution Engineering*, v.22, n.9, p.68-73, sept. apud MATTOSO, V. D. B. (1996). *Classificação, Quantificação e Análise Microbiológica dos Resíduos de Serviços de Saúde da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos*. São Carlos. 90p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. p.31.

por pessoal treinado. Os resíduos, assim tratados, devem ir para aterro sanitário e jamais ser reciclados, pois não há garantia de destruição dos organismos patogênicos.

- **Desinfecção Química**

Segundo BARBOSA (1995), este é um processo em que os resíduos são mergulhados em solução química desinfetante, que destrói agentes infecciosos. Os resíduos líquidos são despejados em sistemas de esgoto e os resíduos sólidos secos resultantes, são dispostos em aterro sanitário. No entanto, as recomendações para seu uso referem-se mais à desinfecção de utensílios e superfícies do que de resíduos, sendo necessário um monitoramento de cada lote dos produtos utilizados para maior garantia. O maior inconveniente é que este processo deixa resíduos tanto ou mais perigosos para o meio ambiente.

Alguns materiais usados para a desinfecção são citados por GAUSZER (1996), sendo: peróxido de hidrogênio, ácidos, álcoois, compostos de amônia quaternária ou cetonas.

O CVS (1989) também cita alguns pontos positivos e negativos da desinfecção química. Entre os pontos positivos têm-se: facilidade para tratamento de materiais líquidos e não exige grande investimento inicial. Entre os negativos, cita: contra-indicada para resíduos anatomopatológicos, animais contaminados e para parte do material proveniente de locais de isolamento; não elimina o resíduo, constituindo-se o próprio produto num poluente químico; pode ser ineficaz por excesso de matéria orgânica, diluição inadequada ou prazo de validade do produto vencido.

- **Desinfecção Mecânica/Química ou “Hydropulping”**

Esta técnica de tratamento citada por MATTOSO (1996) e RISSO (1993) envolve inicialmente a trituração mecânica dos resíduos, com posterior desinfecção química (por exemplo, hipoclorito de sódio) dos mesmos. Tem-se como resultado um efluente líquido que é descarregado no sistema de esgoto sanitário e material sólido, que após ser desidratado pode ser encaminhado para aterro sanitário ou incineração. Entretanto, dependendo da concentração de cloro e do pH, o resíduo líquido deverá ser pré-tratado antes de seu descarte na rede de esgoto. Alguns autores citam que este

sistema pode ser empregado para resíduos infecciosos, desde que sejam esterilizados em autoclave, antes da trituração.

Conforme alguns autores citados por MATTOSO (1996), a principal vantagem deste sistema é que o mesmo processo reduz o volume dos resíduos e os desinfeta; além de torná-los irreconhecíveis e ser possível tratar tanto os resíduos sólidos como os líquidos.

Desvantagens desta tecnologia segundo alguns autores citados por RISSO (1993) estão relacionadas com o risco de manuseio, armazenamento e uso do cloro; o volume de água necessário; a necessidade de conexão com a rede de esgoto; o efluente líquido gerado deve atender à legislação local para descarga na rede de esgoto; o peso final resultante dos resíduos encharcados com água, embora seu volume tenha se reduzido; necessidade de se controlar o resíduo tratado em relação à presença de patógenos e às emissões fugitivas de gases durante a desinfecção.

- **Inativação Térmica**

BARBOSA (1995) define como um processo de aquecimento do resíduo a temperaturas que destroem grandes volumes de resíduos líquidos, que são colocados sobre uma chama, em temperaturas predeterminadas, por um período de tempo específico. Conforme RISSO (1993), é similar à esterilização à vapor com a ausência do vapor na câmara principal, o que protege os materiais sensíveis à corrosão causada pelo vapor; mas é um tratamento menos eficiente que esta. A autora acrescenta que é um método empregado industrialmente, e somente utilizado para grandes volumes de resíduos líquidos.

A energia requerida e o extenso período de tempo necessário são requisitos que normalmente restringem o uso desta tecnologia, para tratamento de resíduos sólidos infecciosos. Da mesma forma, há necessidade de se determinar a temperatura específica e o período de retenção para cada tipo de resíduo.

De acordo com TAKAYANAGUI (1993) é um método não utilizado no Brasil.

- **Esterilização pelo Calor Seco**

SCHALCH et al.(1995) descreve que esta esterilização é realizada em temperaturas de 140 a 180°C, em estufa elétrica equipada com termostato e

ventilador, para promover o aquecimento rápido, controlado e uniforme da câmara. Os autores acrescentam que os artigos nela colocados são aquecidos, por irradiação do calor das paredes laterais e da base, cuja distribuição deve ser a mais uniforme possível. Sendo o calor seco menos penetrante do que o úmido, o processo requer temperaturas mais elevadas e tempo de exposição mais prolongado. Este é o processo indicado para esterilizar vidraria, instrumentos de corte ou de ponta, passíveis de serem oxidados pelo vapor, e materiais impermeáveis como ceras, pomadas e óleos.

- **Esterilização por Gases**

Segundo RISSO (1993) este processo de tratamento se realiza através de um agente químico vaporizado sobre os resíduos, numa câmara fechada; sendo o agente esterilizante um gás ou vapor químico, onde os produtos químicos mais utilizados são o óxido de etileno e o formaldeído, ambos prováveis carcinogênicos.

Para BARBOSA (1995), o uso de gases no tratamento de resíduos é possível, mas os riscos associados ao óxido de etileno utilizado no processo, desaconselham esta técnica. Por estes riscos, conclui TAKAYANAGUI (1993), é um método que requer toda uma estrutura especial do serviço para sua realização, merecendo, inclusive, uma legislação específica no Brasil.

Conforme RISSO (1993), o uso mais comum desta forma de esterilização está na descontaminação de instrumentos cirúrgicos em estabelecimentos médicos ou em indústrias, pois este gás não causa danos a plásticos ou borrachas e pode penetrar o papel ou o polietileno para matar os microorganismos conhecidos. Ele se torna um esterilizante ideal para materiais hospitalares, que não podem ser autoclavados. Entretanto, ambos os gases trazem um risco de exposição, após o tratamento ter sido completado, porque o óxido de etileno é absorvido pelos poros do material e o formaldeído gera um resíduo, que resulta, nos dois casos, em contínua liberação destes gases por um período de tempo após o tratamento. Não é recomendado para tratar resíduos infecciosos, podendo expor as pessoas envolvidas a riscos maiores do que o próprio resíduo não tratado.

- **Esterilização por Plasma**

Esta nova tecnologia, citada por RISSO (1993), transforma resíduos infecciosos em cinzas. Envolve altas temperaturas, mínima de 1090°C, e o gás ionizado cria uma “tocha” de plasma. A temperatura da chama de plasma, em torno de 4000°C, decompõe os materiais em produtos que reagem com o vapor injetado transformando-se em metano, hidrogênio, monóxido de carbono e dióxido de carbono. A operação é toda automatizada, evitando o contato do operador com os resíduos. Ademais, acrescenta a autora, o método aceita qualquer tipo de resíduo, inclusive perigoso. Os gases produzidos podem ser reaproveitados para uso em caldeiras, para aquecimento ou em motores, como matéria prima para obtenção de metanol. As escórias que foram fundidas e vitrificadas são não lixiviáveis e inertes, servindo para qualquer tipo de agregado ou para serem enviadas a aterro sanitário.

RISSO (1993) cita que o processo apresenta como vantagens a redução do volume dos resíduos; a manipulação automática, sem contato direto; grande flexibilidade de utilização e necessidade de reduzido espaço; por outro lado, o custo de instalação e operação é muito elevado. Porém, de acordo com MATTOSO (1996), o alto custo de instalação e operação é o maior empecilho para a adoção, em larga escala, desta tecnologia, que já vem sendo utilizada experimentalmente em países como Alemanha e Japão.

- **Radiação Gama**

A irradiação Gama é o bombardeamento de materiais por elétrons, sendo o Cobalto-60, um produto de reatores nucleares, o material fonte mais utilizado. Os raios têm uma capacidade de penetração de vários metros, o que é ideal para o tratamento de resíduos pastosos e embalados. O tempo de exposição aos raios pode ser controlado pelo fluxo de resíduos ou a velocidade da correia transportadora.

Nos EUA, conforme citam BARBOSA (1995) e TAKAYANAGUI (1993), o uso de radiações gama é semelhante à técnica usada para esterilização de alimentos e

outros produtos de consumo. De acordo com WILSON⁶ (1993), apud MATTOSO (1996), a radiação gama tem sido comercialmente utilizada desde 1960 para esterilizar suprimentos médicos e aos poucos tem sido aplicada para o processamento de alimentos. Segundo RISSO (1993), alguns autores têm proposto seu uso como uma excelente alternativa à esterilização à vapor ou incineração de resíduos, porque não gera poluentes atmosféricos e nenhum germen pode sobreviver à determinada dose de radiação.

Algumas vantagens desse processo, citadas por RISSO (1993), são o baixo consumo de energia; não aquece e não deixa calor residual no material, não necessitando resfriamento posterior dos efluentes e resíduos para seu descarte; não requer vapor; requer eletricidade nominal; e, o próprio desempenho do sistema.

Entretanto, uma das principais desvantagens citadas por WILSON⁶ (1993) apud MATTOSO (1996), é o seu alto custo inicial, que fica em torno de 2 a 5 milhões de dólares. O mesmo autor acrescenta que, além disso, durante a fase de operação, quanto maior a dose requerida, maior será o custo; tem-se, também, o custo adicional de um tratamento posterior (trituração ou compactação), pois a irradiação não altera o aspecto estético dos RSS. Outras desvantagens apontadas por RISSO (1993), são a necessidade de treinamento específico aos operadores e suporte; grandes áreas para instalação; e, disposição final adequada da fonte de radiação. A autora acrescenta que o custo tem sido o maior empecilho ao uso da radiação gama, porém se comparada com a incineração, pode ser mais atrativa.

- **Radiação Ultravioleta**

“A radiação Ultravioleta – UV, apesar de não ter a mesma força de penetração que a Gama, tem se tornado popular no tratamento de efluentes líquidos, onde é usada como um tratamento terciário. Durante o processo, o efluente passa através de um túnel, onde existe uma série de bulbos de UV, regulados para um comprimento de onda, que mata os organismos patogênicos”. (RISSO, 1993, p.68)

⁶ WILSON, B. K. (1993). The economics of biomedical irradiation: Key issues influencing total cost. *Radiation Physics and Chemistry*, v.42, n.13, p.447-450, jul-sept. apud MATTOSO, V. D. B. (1996). *Classificação, Quantificação e Análise Microbiológica dos Resíduos de Serviços de Saúde da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos*. São Carlos. 90p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, p.32.

Quando aplicada adequadamente, segundo REGO⁷ (1994) apud SCHALCH et al. (1995), a luz ultravioleta é um eficiente microbicida. O autor explica que a UV danifica, principalmente, o ácido nucléico, devido à produção de dímeros de timina no DNA, os quais suprimem a duplicação do DNA e podem, ainda, causar mutações. Entretanto, acrescenta que é possível que a luz UV não consiga destruir todos os microrganismos.

Conforme citam BARBOSA (1995) e TAKAYANAGUI (1993), a radiação ultravioleta tem sido empregada mais no tratamento de águas residuárias.

- **Microondas**

Conforme RISSO (1993), outro tratamento alternativo que tem chamado a atenção nos EUA é a tecnologia através de microondas. Esta aplicação, introduzida há anos atrás na Alemanha, tem sido usada no local de geração ou em unidades móveis.

De acordo com BARBOSA (1995), a utilização de microondas para destruir agentes infecciosos tem sido empregada com sucesso em alguns serviços de saúde da Europa. É um processo ainda novo e de pouco conhecimento no Brasil.

CUSAK et al. (1993) descrevem detalhadamente o tratamento por microondas. O resíduo é inicialmente triturado e transformado em minúsculas partículas, parecidas com confetes. Este material é umedecido homogeneamente com vapor saturado a alta temperatura e submetido à ação de uma bateria de geradores de microondas, que uniformemente desinfetam cada partícula após o processamento. O material é irreconhecível como resíduo hospitalar e pode, sem riscos, ser encaminhado aos aterros municipais. O rápido aquecimento das microondas e sua ação de dentro para fora, asseguram que toda a massa atinja a temperatura requerida, assegurando a desinfecção de cada partícula. Todo o processo é controlado por sensores e micro processadores, assegurando temperatura correta e tempo de permanência especificados. O resíduo final é granulado, não apresenta risco, e pode ser encaminhado para aterros sanitários municipais. Mesmo ampolas, agulhas hipodérmicas, seringas e tubos plásticos, são triturados em pequenas partículas irreconhecíveis.

⁷ REGO, R. C. E. (1994). *Planos de gerenciamento e formas de tratamento de resíduos de serviços de saúde*. s.l. s.ed. apud SCHALCH, V.; ANDRADE, J. B. L.; GAUSZER, T. (1995). *Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde*. Seminário promovido pela Secretaria de Saúde do Estado do Ceará - Departamento de Vigilância Sanitária. Fortaleza-CE.

De acordo com os mesmos autores, a alimentação é automática, através de um guincho hidráulico, que eleva um container com o resíduo e o deposita numa tremonha fechada no topo da unidade. Antes que ela se abra para receber o material o ar interno é tratado com vapor a alta temperatura, para eliminar a presença potencial de qualquer organismo patogênico nocivo, e posteriormente extraído através de um filtro de alta eficiência.

Algumas das vantagens do uso de microondas é que não emite efluentes líquidos ou gasosos, portanto a conexão para esgoto é desnecessária; não utiliza produtos químicos; reduz o volume em até 80%; deixa o produto irreconhecível; é de simples operação e manutenção; não consome combustível. Como antes da disposição final os resíduos são triturados, ficando irreconhecíveis, impede-se a ação de catadores e elementos inescrupulosos, que de alguma maneira tentem seu reaproveitamento ou utilização. Segundo CUSAK et al. (1993), nos EUA, alguns aterros sanitários recusam resíduos médicos, quando ainda identificáveis como tal.

O primeiro sistema de desinfecção deste tipo foi colocado em operação comercial em um hospital universitário da Alemanha em 1987. Atualmente, seu uso encontra-se largamente difundido em instituições de saúde e prefeituras, na Europa e EUA.

- **Medical Jet**

Este tratamento citado por SCHALCH et al. (1995), é executado por um aparelho de tecnologia brasileira, desenvolvido para compactar e esterilizar materiais perfurocortantes contaminados, próprio para hospitais, laboratórios, clínicas e serviços de saúde em geral.

Conforme o prospecto da TECMAES⁸ (1995) apud GAUSZER (1996), este aparelho foi submetido a diversos testes pelo IPT, Instituto Adolpho Lutz e CETESB, no qual se comprova sua eficácia na total eliminação de microrganismos e agentes infecto-contagiosos dos materiais descartados. O processo se realiza por esterilização

⁸ TECNOLOGIA DE MÁQUINAS ESPECIAIS – TECMAES – (1995). *Medical Jet, Compactador/Esterilizador de lixo hospitalar (Sistema Pasteur)* s.ed. Ourinhos, São Paulo. apud GAUSZER, T. (1996) *Levantamento da geração dos resíduos de serviço de saúde nas unidades da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (SP)*. São Carlos. 133p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. p.59.

e compactação através da fusão por alta temperatura, que reduz o volume dos resíduos em até seis vezes, sem a proliferação de gases tóxicos ou fumaça.

Ademais, conforme a referência acima, “o Medical Jet possui duas versões diferentes, em função do volume de resíduos descartados pelo usuário. Na primeira versão, indicada para clínicas, farmácias e pequenos laboratórios, o ciclo de esterilização dura aproximadamente seis horas, pois o resfriamento do resíduo compactado é feito naturalmente. Na segunda versão, indicada para hospitais, prontos-socorros, laboratórios e postos de saúde de grande porte, a duração do ciclo de esterilização é de aproximadamente duas horas e meia, devido a um sistema de resfriamento próprio do resíduo final”. (GAUSZER, 1993, p.59)

Ao final do processo, o resíduo perfurocortante é absolutamente estéril; o que elimina a necessidade de um serviço especial de coleta, armazenamento ou incineração, proporcionando a possibilidade de ser descartado como lixo doméstico comum, sem nenhum risco de contaminação ou agressão ao meio ambiente.

2.5.7 Disposição Final

“Nos últimos anos a disposição final dos resíduos do sistema de saúde tornou-se um assunto de vital importância em todos os países industrializados. Em grande parte isto aconteceu devido ao aumento da consciência ambiental da população. Perigos latentes, como a poluição de águas subterrâneas, mostram que os resíduos não podem ser simplesmente dispostos em aterros”. (CUSAK et al., 1993, p.234)

Entretanto, conforme afirma o CVS (1989), o resíduo submetido a tratamento torna-se lixo comum, e deverá ser considerado como tal; apenas os resíduos perfurantes continuam exigindo cuidados especiais contra acidentes.

Entre os vários métodos de disposição final de RSS, adotados pelos municípios, estão o aterro sanitário e as valas sépticas. Conforme TAKAYANAGUI (1993), estes métodos são soluções geralmente aceitas pelas autoridades governamentais e científicas, desde que os resíduos do tipo infecciosos e especiais tenham sido submetidos a tratamento prévio.

Os métodos de disposição final, de acordo com GAUSZER (1996), são de responsabilidade do Poder Público Municipal em conjunto com as fontes geradoras

dos resíduos. Devido à controvérsia existente sobre o potencial risco dos RSS, também não há concordância em relação ao método de disposição final.

- **Aterro Sanitário**

Este é o método mais indicado para a disposição final de resíduos comuns ou tratados, desde que fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, visando o controle de poluição ambiental e proteção do meio ambiente. Quando há disponibilidade de área, o aterro sanitário é geralmente o método mais econômico de disposição de resíduos. Mesmo com os cuidados operacionais, TAKAYANAGUI (1993) preconiza a necessidade de os resíduos infectantes, ou potencialmente infectantes, serem anteriormente tratados.

O termo aterro sanitário, conforme RISSO (1993), refere-se a um local de disposição de resíduos no solo, ocupando o menor espaço possível e não acarretando nenhum problema ao meio ambiente. Por isso, pressupõe escolha de área apropriada; projeto de engenharia adequado; sistemas de drenagem de águas pluviais, evitando que atinjam a área do aterro; líquidos percolados e gases produzidos; além de operação e monitoramento eficientes, onde os resíduos são compactados e cobertos diariamente. A mesma autora, acrescenta que o termo tem sido utilizado indiscriminadamente referindo-se à simples disposição de resíduos no solo, o que melhor se denomina por aterro a céu aberto ou lixão.

O CVS (1989) comenta a existência de estudos a respeito da sobrevivência de microorganismos patogênicos em aterros sanitários. Estes estudos indicam que os patógenos tendem a ser inativados em poucos dias, devido a ação da alta temperatura da fermentação. Tais estudos, porém, não se mostram suficientemente conclusivos para que se admita o lançamento de resíduos infectantes não tratados em aterros sanitários, a não ser em condições especiais, sob rígido controle e precauções.

No entanto, segundo RISSO (1993), nota-se na prática que muitas vezes os aterros não são sanitários e os resíduos infectantes não são tratados adequadamente antes de serem dispostos, pondo em risco além das pessoas envolvidas com sua coleta e transporte, também as que operam o local de disposição ou aquelas que se utilizam destes locais para realizar a “catação” de resíduos que representam algum valor econômico.

Alguns autores, de acordo com TAKAYANAGUI (1993), recomendam a reciclagem dos resíduos de serviços de saúde, do tipo comum, como por exemplo, papel, papelão, latas de alumínio e vidros, desde que não tenham tido contato com áreas de atendimento de pacientes, visando a preservação do meio ambiente, a conservação de recursos da natureza, a diminuição do volume de resíduos e ao aumento da vida útil dos aterros sanitários.

Conforme alguns autores citados por RISSO (1993), é difícil manter a segregação dos resíduos contaminados e não contaminados na prática dos serviços dos estabelecimentos geradores convencionais, de modo econômico e confiável. Geralmente ocorre uma mistura dos materiais por causa da dificuldade de identificação e inabilidade dos trabalhadores para fazer tal distinção.

- **Aterro Controlado**

Esse método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. Esta forma de disposição produz, em geral, poluição localizada, pois similarmente ao aterro sanitário, a extensão da área de disposição é minimizada. Porém, geralmente não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem sistemas de tratamento de chorume⁹ ou de dispersão dos gases gerados.

Esse método é preferível ao lixão, mas, devido aos problemas ambientais que causa e aos seus custos de operação, é inferior ao aterro sanitário.

- **Lixão**

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública, citada por SANEAMENTO AMBIENTAL (1997), 76% dos resíduos produzidos no país são jogados em lixões (aterro a céu aberto); 13% nos chamados aterros controlados e apenas 10% do total são colocados em aterros sanitários. Como os aterros controlados são uma forma um pouco melhorada dos lixões, 90% dos resíduos são dispostos em aterro a céu aberto.

⁹ chorume: líquido de cor preta, malcheiroso e de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos.



O lixão é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. O maior agravante, conforme AKUTSU (1992), é a codisposição de RSS com resíduos domiciliares, que é uma prática bastante comum no Brasil, fundamentado no princípio de que a maioria dos municípios não dispõe de coleta diferenciada para esses tipos de resíduos.

Os resíduos assim lançados acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc.), geração de maus odores e, principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas, através do chorume, comprometendo os recursos hídricos.

Comumente ainda se associam aos lixões fatos altamente indesejáveis, como a criação de porcos e a existência de catadores (os quais, muitas vezes, residem no próprio local) que, segundo RISSO (1993), constituem-se num grupo de risco, quando manuseando, sem nenhuma proteção, os resíduos dispostos.

- **Vala Séptica**

De acordo com BRACHT (1993), a disposição em valas com cal ou valas sépticas é uma alternativa para os municípios pequenos, devido às condições financeiras dos mesmos e quando o volume dos resíduos for pequeno.

Para TAKAYANAGUI (1993), esta é uma alternativa para disposição final dos resíduos, em caráter emergencial, de pouca utilização, quando não se dispõe de incineração ou de outro método de tratamento. Assim, devem ser construídas em local isolado e protegido de animais e pessoas estranhas, em solo de baixa permeabilidade, com o lençol freático aproximadamente a 5 metros abaixo da superfície e com sistema de drenagem das águas superficiais. Após descarregados, os resíduos devem ser imediatamente recobertos por uma camada de 50cm de terra. BRACHT (1993) acrescenta que após a cobertura com solo será empregado uma técnica denominada “calação”, técnica esta que consiste na formação de uma camada de óxido de cálcio - CaO (cal virgem), de espessura igual a 1 cm, que deverá funcionar como camada selante e protetora.

- **Alimentação de Animais**

Existem municípios que transportam os RSS, geralmente as sobras das cozinhas hospitalares, para propriedades de particulares, onde são utilizados como alimento para animais, principalmente para porcos. Atitude esta recriminada pelos mais diversos autores e pesquisadores, por ser o porco um hospedeiro intermediário de várias doenças, causando sérios problemas para quem o consumir. Assim, RISSO (1993) enfatiza que os restos de alimentos não devem ser utilizados na engorda de animais, a menos que passem por um adequado sistema de cocção, capaz de garantir sua esterilização.

Segundo BRACHT (1993), dezenas de municípios no Estado do Paraná utilizam este método. Esta é uma atitude proibida no Estado de São Paulo.

- **Efluentes Líquidos Hospitalares e Demais Serviços de Saúde**

“Muitos RSS têm sido dispostos por via hídrica, diretamente lançados na rede de esgoto sanitário ou outros sistemas de esgoto. Estes resíduos líquidos incluem resíduos sólidos que foram triturados, resíduos líquidos de laboratórios, tais como: urina, sangue e outros líquidos corporais e, ainda, líquidos farmacêuticos; além de resíduos químicos utilizados como solventes, desinfetantes e reagentes; e, resíduos radioativos”. (RISSO, 1993, p.81)

GAUSZER (1996) cita que no Brasil não existe uma regulamentação específica quanto a padrões de emissão de efluentes líquidos hospitalares e demais serviços de saúde.

O CVS (1989) indica como uma alternativa possível o lançamento de resíduos na rede de esgoto, após tratamento e trituração especial, quando autorizado pelos técnicos responsáveis pelo tratamento de esgoto do município.

Alguns autores defendem que esses esgotos não precisam ser tratados, pois no momento que o paciente chega ao hospital, ele começa a ser medicado, e parte desta medicação vai para o esgoto. Outros autores defendem a hipótese de mutação dos microorganismos, que criam resistências aos medicamentos.

Para TAKAYANAGUI (1993), os resíduos líquidos devem ir para o sistema de esgoto somente após tratamento no estabelecimento gerador.

3 ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS

Para uma melhor compreensão dos problemas de roteirização de veículos, torna-se necessário a apresentação de conceitos básicos da teoria dos grafos. Os conceitos apresentados podem ser encontrados em LARSON & ODONI (1981), NOVAES (1989), CANASSA (1992), GRACIOLLI (1994) e KADO (1998).

3.1 Conceitos Básicos sobre Grafos

Uma rede de transportes, tratada em termos matemáticos, é um grafo (FIGURA 5). A representação de grafos mais familiar é através de um desenho de pontos e linhas. A representação por grafos é uma ferramenta muito simples, natural e poderosa, utilizada em pesquisa operacional em geral, e especificamente em problemas de roteirização.

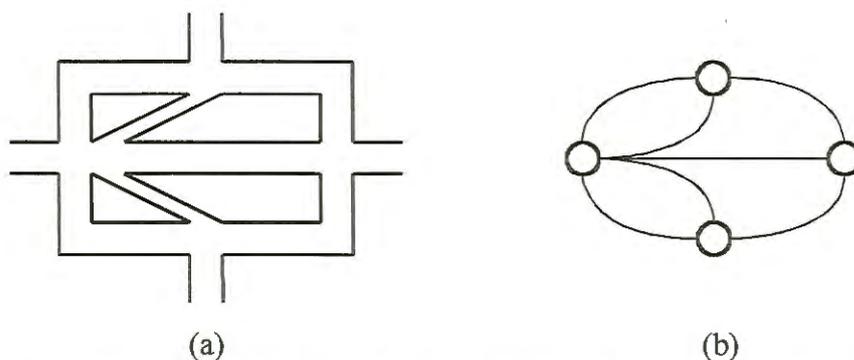


FIGURA 5 – Representação de uma rede viária (a) e seu grafo correspondente (b)
Fonte: GRACIOLLI, 1994, p.15

A *rede* ou *grafo* é constituída por um conjunto finito N de nós ou vértices, e um conjunto finito A de linhas (que interligam pares de nós). Podemos denotar como $G(N, A)$. Uma linha que conecta os nós $i \in N$, e o nó $j \in N$, é denotada por (i, j) . Quando as linhas possuem orientação (sentido de fluxo definido, usualmente mostrado por uma flecha), são chamadas de *arcos*; quando não possuem, *arestas*.

Um grafo que possua somente arcos e nós, é chamado *grafo orientado* (FIGURA 6a). O *grafo não orientado* é aquele que possui somente arestas e nós (FIGURA 6b). Toda aresta pode ser substituída por dois arcos, em sentidos opostos. Quando um grafo possui nós, arcos e arestas é chamado *grafo misto* (FIGURA 6c).

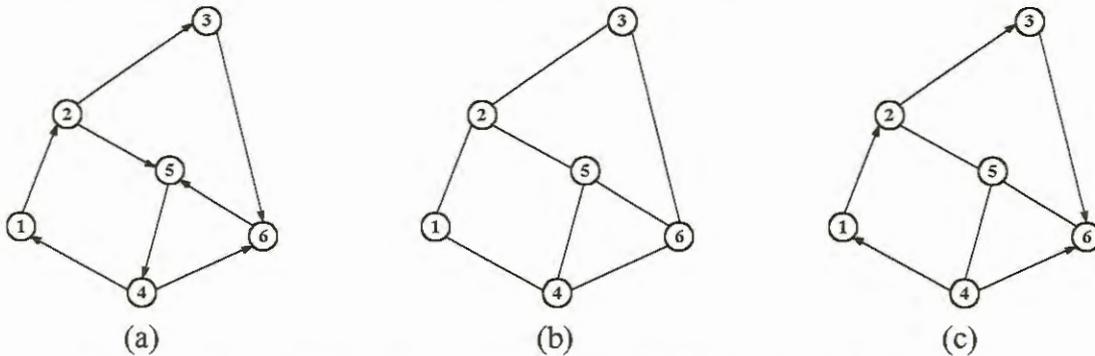


FIGURA 6 – Grafo orientado (a), grafo não orientado (b) e grafo misto (c)
Fonte: NOVAES, 1989, p.240.

Algumas grandezas podem ser associadas aos arcos/arestas e/ou nós de um grafo. Essas podem representar: distância, eficiência, capacidade, custo, tempo, etc. Nesse caso, temos um *grafo valorado*. Um grafo valorado pode ser representado por uma matriz de custo $C = [c_{ij}]$. Quando $c_{ij} = c_{ji}$, então a matriz (ou o problema) é dita simétrica; se $c_{ij} \neq c_{ji}$, a matriz é dita assimétrica.

Um *arco/aresta* é *incidente* sobre os dois nós que o conecta, e é *adjacente* quando tiverem no mínimo um ponto extremo em comum. *Nós adjacentes* são aqueles ligados por um arco/aresta. Quando em um grafo simples, cada par distinto de nós é adjacente, teremos um *grafo completo*.

A seqüência de nós adjacentes e de arcos/arestas adjacentes é conhecida como *caminho*. Estes podem ser *simples*, quando cada arco/aresta aparece somente uma vez na seqüência; ou *elementar*, quando cada nó aparece somente uma vez na seqüência. *Ciclo* ou *circuito* é um caminho simples, no qual os nós inicial e final coincidem.

Se for possível visitar qualquer nó, partindo de um outro e passando por arcos/arestas, temos um *grafo conexo* (FIGURA 7a). Quando existir um caminho entre cada par de nós $i, j \in N$, o grafo é dito *não orientado conexo*. No caso de grafos orientados, este é *conexo* quando o grafo não orientado associado a ele, obtido pela eliminação do sentido de todos os arcos, for conexo. Um grafo é dito *orientado*

fortemente conexo quando para todos os pares distintos de nós i e j , existe um caminho orientado de i para j como também de j para i .

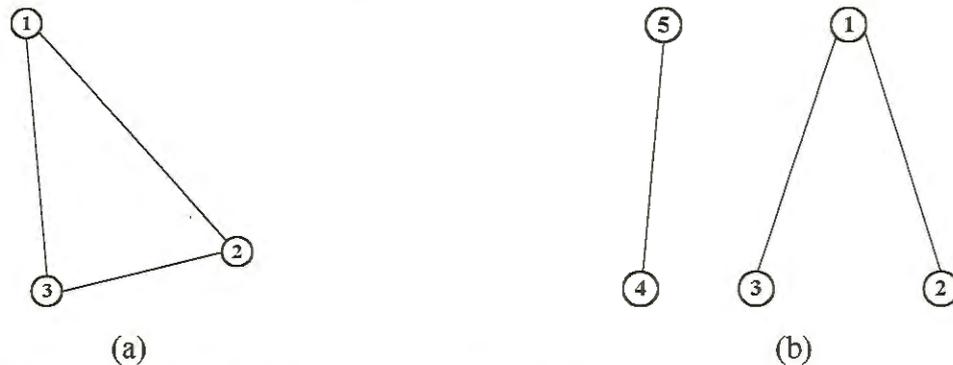


FIGURA 7 – Grafo conexo (a) e grafo não conexo (b)

Fonte: GRACIOLLI, 1994, p.17.

Um *subgrafo*, denotado por $G'(N', A')$, é um grafo tal que todos os nós do conjunto N' pertençam ao conjunto N , e todos os arcos/arestas de A' pertençam a A . A' somente pode conter arcos/arestas cujos nós extremos estão contidos em N' .

A *árvore*, de um grafo não orientado, é um subgrafo conexo que não apresenta circuitos. Uma árvore com n nós possui exatamente $n-1$ arestas e existe sempre uma caminho simples entre dois nós quaisquer, localizados sobre a árvore. De um grafo orientado, existe um nó inicial e um caminho único daquele nó para cada outro nó na árvore. A *árvore completa* cobre todos os nós que formam o conjunto N . Uma árvore cuja somatória dos comprimentos de suas arestas seja mínima chama-se *árvore expandida de mínimo comprimento*.

Quando há um caminho simples fechado, isto é, passando em cada nó de G exatamente uma vez, exceto o nó inicial que é também o final, tem-se um *ciclo Hamiltoniano*. *Caminho Hamiltoniano* é definido como um caminho simples. O comprimento do caminho hamiltoniano em um grafo conexo de n vértices é $n-1$, mas nem todo grafo conexo possui um caminho hamiltoniano.

O *menor caminho* entre dois vértices i e j , pode ser determinado, sem restrição, através do algoritmo de Floyd ou Floyd modificado.

Quando a distância entre dois pontos é representada por uma linha reta, temos uma *distância euclidiana*. Desta maneira, há somente uma ligação euclidiana entre dois pontos.

3.2 Modelos de Roteirização de Veículos

CUNHA (1997) relata em seu trabalho que “nos artigos e publicações técnicas em língua inglesa, o termo *routing* (ou *routeing*), se refere à definição de um ou mais caminhos, seqüências ou itinerários a serem cumpridos por veículos de uma frota, passando por locais pré-determinados que necessitam de atendimento. Esses locais podem ser pontos específicos (endereços de uma cidade, municípios, etc.), caracterizados como nós de uma rede; ou segmentos e vias, usualmente denominados na literatura técnica como arcos, *links* ou ligações”. Ademais, acrescenta que vários autores utilizam o termo roteirização, em português, como equivalente a *routing*; e outros utilizam o termo roteamento. Assim, como esses termos são conhecidos em diversas áreas, serão usados indistintamente no presente trabalho.

Um dos problemas mais comuns em sistemas de serviços urbanos é determinar rotas para veículo ou pessoas. Segundo DASKIN¹⁰ (1985) apud GRACIOLLI (1994), pode-se adotar três abordagens básicas para a roteirização de veículos: modelos de cobertura de arcos/arestas; modelos de cobertura de vértices; e técnicas de achar o caminho mínimo entre um vértice origem a um vértice destino (O-D).

Os problemas de roteirização envolvendo cobertura de vias, conforme NOVAES (1989), têm várias aplicações. Entre elas: dimensionamento de serviços de coleta de resíduos sólidos domiciliares, de equipes para entrega postal (correio), serviços de limpeza de ruas, etc. Este problema consiste em determinar a rota (para um veículo ou pessoa) de comprimento mínimo, que parte de um ponto origem (garagem/depósito), percorre todas as arestas/arcos da rede pelo menos uma vez, e volta à origem. Este é mais conhecido como o Problema do Carteiro Chinês - PCC (*Chinese Postman Problem - CPP*).

Quando entregas, coletas ou visitas devem ser realizadas para um conjunto de pontos específicos, temos um problema de roteirização envolvendo cobertura de nós. A determinação de rotas para ônibus escolares, distribuição de jornais em quiosques,

¹⁰ DASKIN, M. S. (1985). Logistics: an overview of the state of the art and perspectives on future research. *Transportation Research*, v.19A, n.5/6, p.383-98 apud GRACIOLLI, O. D. (1994) *Otimização de roteiros de veículos coletores de resíduos sólidos de serviços de saúde*. Florianópolis. 126p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

entrega de pacotes de correspondência, coleta de resíduos de serviços de saúde são alguns exemplos. O mais fundamental e mais conhecido de todos os problemas de cobertura de nós, conforme LARSON & ODONI (1981), é o Problema do Caixeiro Viajante – PCV (*Travelling Salesman Problem – TSP*), que tem sido objeto de centenas de artigos e relatórios científicos.

Conforme LAPORTE (1992a), o PCV é provavelmente o problema mais estudado em otimização combinatorial e permanece um dos problemas mais desafiadores em Pesquisa Operacional.

As origens deste problema são um pouco obscuras. De acordo com autores citados por LAPORTE & OSMAN (1995), o problema foi exposto em 1831, mas a primeira menção da expressão “Problema do Caixeiro Viajante” foi em 1932.

3.3 Abordagem do PCV

O PCV é definido em um grafo $G = (N, A)$, onde N é um conjunto de n vértices (nós) e A é um conjunto de arcos ou arestas. Seja $C = (c_{ij})$ uma matriz de distância (ou custo) associada a A . O PCV consiste em determinar um circuito de distância mínima passando através de cada vértice uma e somente uma vez, sendo tal circuito conhecido como *circuito Hamiltoniano*. Em várias aplicações, C pode ser interpretada como uma matriz de custo ou tempo de viagem.

De acordo com NOVAES (1989), o PCV pode ser simplificado em alguns pontos, de forma a se ter a seguinte formulação geral:

- A pessoa ou veículo deve partir de uma sede (escritório, agência, depósito) e visitar $n - 1$ pontos (locais de serviço, pontos de entrega e/ou coleta, etc). Após efetuar as visitas deverá voltar ao ponto de partida.
- Tem-se assim uma rede com n pontos (o ponto base, mais os $n - 1$ pontos a serem visitados). Admite-se que a rede assim formada é completamente conexa, ou seja, é possível ir de um nó a um outro qualquer sem ser necessário passar por qualquer um dos outros nós da rede. Para isso, a todos os arcos (i, j) é associada uma extensão $\ell(i, j)$.

- Admite-se a desigualdade triangular, em que a extensão de um dos lados de um triângulo é sempre menor ou igual à soma dos outros dois lados:

$$\ell(i, j) \leq \ell(i, k) + \ell(k, j).$$

Isto ocorre em problemas *Euclidianos*.

- Finalmente, a matriz das distâncias entre nós é admitida simétrica, ou seja, $\ell(i, j) = \ell(j, i)$, para qualquer par (i, j) .

Segundo LARSON & ODONI (1981), a completa conectividade da rede e a desigualdade triangular nos assegura que a rota do caixeiro viajante de comprimento mínimo através dos n pontos pode ser encontrada tal que cada ponto é visitado exatamente uma vez.

3.3.1 Métodos de Solução do PCV

Existe um grande número de algoritmos para a solução do PCV. Um algoritmo, conforme SWAIT¹¹ (1990) apud CUNHA (1997), é definido por uma seqüência ordenada finita de operações bem definidas, que quando executadas por um computador, e operando sobre dados que caracterizam o estado atual do contexto e o estado desejado, sempre termina num período finito de tempo, produzindo uma solução ou indicando que a solução não pode ser obtida.

Algoritmos exatos e heurísticos existem para a solução do PCV. Uma pequena abordagem destes será apresentada.

- **Algoritmos exatos**

Os algoritmos podem ser classificados, em termos de complexidade, em polinomiais e exponenciais. Os algoritmos polinomiais são aqueles em que as operações necessárias crescem de acordo com uma função polinomial do problema; e os exponenciais de acordo com uma função exponencial. O PCV, conforme LARSON & ODONI (1981), é um problema NP-Completo ou *NP-Hard*.

¹¹ SWAIT, J. D. (1990). *Implementação de algoritmos de pesquisa operacional*. (pré-edição) Volume I: Fundamentos computacionais - algoritmos e estruturas de dados. apud CUNHA, C. B. (1997) *Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais*. São Paulo. 229p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

Segundo PELIZARO (2000), NP-Completo consiste em uma classe de problemas de decisão, cuja resposta é sim ou não, para os quais não é conhecido nenhum algoritmo de tempo polinomial para resolvê-los; e se algum for encontrado para um deles, então o foi para todos. A autora acrescenta que *NP-Hard* é apenas uma terminologia utilizada para o problema de otimização, cuja versão em um problema de decisão é NP-Completo; isto porque a teoria da complexidade computacional foi desenvolvida apenas para problemas de decisão, no entanto sua aplicabilidade pode ser estendida além deles. Ademais, se existe um algoritmo de tempo polinomial para o problema de decisão então também o existe para a sua versão em problema de otimização.

Um grande número de algoritmos exatos, aqueles que encontram a solução ótima do problema, tem sido propostos para o PCV. De acordo com GRACIOLLI (1994), tais métodos são aplicáveis apenas para pequenos problemas, devido a complexidade destes problemas. Neste sentido, segundo LARSON & ODoni (1981), é indiferente resolver um problema simétrico ou assimétrico.

Um dos primeiros algoritmos para resolver o PCV foi proposto por DANTZIG et al. (1954), servindo de base para muitos outros trabalhos.

Conforme WEBER¹² (1979) apud GRACIOLLI (1994), existem três abordagens para a solução do PCV e seus problemas descendentes, em termos de métodos exatos: programação inteira mista, programação dinâmica e *branch and bound*.

LAPORTE (1992a) comenta que os algoritmos *branch and bound* são comumente usados na solução de PCVs. Neste mesmo artigo, o autor apresenta os algoritmos mais conhecidos para resolver tal problema. Ademais, conclui que problemas que envolvem algumas centenas de vértices agora podem ser resolvidos atingindo-se o ótimo. E, casos que envolvem mais de 2000 vértices foram resolvidos com métodos exatos por meio de algoritmos de relaxamento de restrição.

¹² WEBER, H. H. (1979). *Introdução à pesquisa operacional*. João Pessoa, UFPb. apud GRACIOLLI, O. D. (1994) *Otimização de roteiros de veículos coletores de resíduos sólidos de serviços de saúde*. Florianópolis. 126p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

- **Algoritmos heurísticos**

Sendo os métodos exatos para resolver o PCV, que é NP-Completo, computacionalmente ineficientes, seja pelo excessivo tempo de computação ou de consumo de memória, os pesquisadores têm estudado algoritmos heurísticos que geram soluções satisfatórias ou bem próximas do ótimo, a custos computacionais bem razoáveis. A ênfase em soluções heurísticas boas, conforme LARSON & ODONI (1981), justifica-se pela inexatidão dos dados na prática. Deste modo, a concepção de uma solução “ótima” torna-se uma solução bastante teórica.

LAPORTE (1992a), apresenta duas correntes de pesquisa para algoritmos heurísticos. Uma consiste no desenvolvimento de heurísticas que garantem, em termos de desempenho, o pior caso; e, a outra um bom desempenho empírico. A primeira corrente baseia-se no conceito de árvore completa de menor comprimento, sendo que nesta, nenhuma heurística é conhecida para o PCV assimétrico.

O autor divide as heurísticas com bom desempenho empírico em *procedimentos de construção de rotas*, que envolve construir uma solução somando gradualmente um vértice novo a cada passo; e *procedimentos de melhoria de rotas*, que melhoram uma possível solução executando várias trocas. Os melhores métodos são os *algoritmos compostos*, que combinam estas duas características. A maioria destes métodos serve para problemas simétricos e assimétricos.

Dentre os procedimentos de construção de rotas, os algoritmos mais conhecidos são: do vizinho mais próximo (*nearest-neighbour algorithm*), de inserção (*insertion algorithm*) e *patching algorithm*.

Os algoritmos de melhoria de rotas são usados para melhorar rotas obtidas por qualquer método. Estes podem ser classificados em três categorias principais: *r-opt*, *simulated annealing* e busca tabu. Dos três algoritmos, o mais conhecido é o *r-opt*, que consiste na troca de arestas de uma rota inicial; ou seja, inicia-se com um ciclo hamiltoniano - H, elimina-se *r* arestas de H, produzindo *r* caminhos desconectados, e reconecta-se os *r* caminhos usando arestas diferentes das que foram removidas de H. Se o comprimento da nova rota for menor, seleciona-se outro conjunto de *r* arestas de H para trocar. Continua-se com as trocas até não se obter mais economia com a troca de arestas. Então, têm-se a chamada solução *r-opt*. Tal método é usado para

problemas simétricos e assimétricos. A busca tabu tem sido aplicada ao PCV por vários autores, com resultados aparentemente muito positivos. O mesmo não acontece com o *simulated annealing*, onde há um grau misto de sucesso.

Conforme LAPORTE (1992a), foram desenvolvidos basicamente dois algoritmos compostos eficazes. O primeiro é a heurística CCAO, e o segundo e mais recente é o algoritmo GENIUS. Testes revelaram que o GENIUS produz, em tempos de computação menores, soluções melhores que o CCAO; e ainda, superior a todas as heurísticas de construção de rotas comentadas anteriormente.

3.4 Extensões do PCV

Uma classificação dos problemas de cobertura de nós é apresentada por LARSON & ODONI (1981). O clássico PCV é um problema em que a rota de comprimento mínimo precisa ser obtida, para um *único* veículo usando uma *única* origem (garagem/depósito), com nenhuma restrição de capacidade ou comprimento da rota. O *m*-PCV envolve planejar *m* rotas distintas, preestabelecidas, que iniciam e terminam numa origem comum, onde cada ponto é visitado por apenas uma rota. O objetivo é minimizar a distância total de cobertura nas *m* rotas.

Quando há restrições do tipo capacidade do veículo ou distância máxima, nós temos um *Problema de Roteamento de Veículos (PRV)*. Nestes casos, a origem pode ser única ou múltiplas. No PRV, ambos, o número necessário de veículos e suas rotas são, em geral, desconhecidos, e o objetivo é minimizar uma função objetivo que representa algum aspecto ou o custo total do sistema. Algumas vezes, o número de veículos é especificado com antecedência (escolhido de forma que satisfaça as restrições da situação) e o objetivo é determinar viagens possíveis, de comprimento total mínimo.

De acordo com LAPORTE (1992b), o PRV representa um papel central na área de distribuição física e logística. No início foi descrito como *Problema de Despacho de Caminhão*, mas a designação PRV é agora mais comum.

→ LARSON & ODONI (1981) acrescentam que o PRV aplica-se bem para coleta de resíduos sólidos de um conjunto específico de pontos. Neste caso, pode-se entender a coleta de RSS. Assim, serão apresentadas a definição e os algoritmos mais conhecidos para o PRV, citados por LAPORTE (1992b).

3.5 Abordagem do PRV

O PRV também é definido em um grafo $G = (N, A)$, onde $N = \{1, \dots, n\}$ é um conjunto de vértices representando *idades* ou *clientes* com o *depósito* localizado no vértice 1, e A é o conjunto de arcos. A cada arco (i, j) , para $i \neq j$, é associada uma matriz de distância não negativa $C = (c_{ij})$. Em alguns casos, c_{ij} pode ser interpretada como *custo de viagem* ou *tempo de viagem*. Quando C é simétrica, muitas vezes é conveniente substituir A por um conjunto E de arestas. Além disso, assuma que há m veículos disponíveis baseados no depósito. Quando houver vários veículos, muitas vezes faz sentido associar um custo fixo f ao uso de um veículo. Por motivo de simplicidade, nós iremos ignorar estes custos; e, a menos que seja especificado, nós assumimos que todos os veículos são idênticos e tenham a mesma capacidade D . O PRV consiste em planejar um conjunto de rotas de veículos de custo mínimo de tal modo que:

- cada cidade em V é visitada somente uma vez, por exatamente um veículo;
- todas as rotas de veículos começam e terminam no depósito;
- algumas restrições laterais são satisfeitas.

As condições laterais mais comuns são:

- *restrições de capacidade* – com cada vértice $i > 1$ é associada uma demanda não negativa d_i e o somatório das demandas em cada rota não deve exceder a capacidade do veículo;
- *restrições de tempo total* – o comprimento de qualquer rota não deve exceder um limite prescrito L , este comprimento é composto do tempo de viagem entre cidades c_{ij} e dos tempos de parada δ_i em cada cidade i na rota;
- *janelas de tempo* – a cidade i precisa ser visitada dentro do intervalo de tempo $[a_i, b_i]$ e a espera é admitida na cidade i ;
- *relações de precedência* entre pares de cidade – cidade i deve ser visitada antes da cidade j .

3.5.1 Métodos de Solução do PRV

Existem várias versões do PRV, e uma grande variedade de algoritmos exatos e heurísticos para sua solução. Os algoritmos exatos somente podem resolver

pequenos problemas, mas os algoritmos aproximados têm apresentado soluções satisfatórias. Uma pequena abordagem destes será apresentada.

- **Algoritmos exatos**

De acordo com LAPORTE & NOBERT¹³ (1987) apud LAPORTE (1992b), os algoritmos exatos para o PRV podem ser classificados em três principais categorias: métodos de busca de árvore diretos, programação dinâmica e programação linear inteira.

LAPORTE & OSMAN (1995) citam que os métodos exatos são raramente aplicáveis a problemas com mais de 50 vértices.

- **Algoritmos heurísticos**

Os algoritmos heurísticos usados para o PRV frequentemente derivam dos procedimentos usados para o PCV. Assim, o algoritmo do vizinho mais próximo, algoritmos de inserção e procedimentos de melhoria de rotas podem ser aplicados aos PRV com restrições de capacidade, tempo ou distância, sem muitas modificações. Porém, quando estes métodos são aplicados para os PRV, alguns cuidados devem ser tomados para assegurar que somente serão criadas rotas de veículos possíveis.

O algoritmo mais conhecido, e do qual partiram vários trabalhos, é o desenvolvido por CLARKE & WRIGHT (1964), baseado no conceito de economia obtida pela ligação de dois nós de forma sucessiva em uma rota.

O método inicia com rotas de veículos contendo o depósito e um outro vértice. A cada passo, duas rotas são unidas de acordo com a maior economia que pode ser gerada. O algoritmo pode ser assim descrito:

Passo 1 – Calcule as economias pela fórmula:

$$s_{ij} = c_{i1} + c_{1j} - c_{ij}, \text{ para } i, j = 2, \dots, n, \text{ e } i \neq j, \text{ onde:}$$

i e j são pontos de entrega ou coleta

1 é o depósito

¹³ LAPORTE, G.; NOBERT, Y. (1987) Exact algorithms for the vehicle routing problem. In: MARTELLO, S. et al. ed. *Surveys in Combinatorial Optimization*. North-Holland, Amsterdam, p.147-84 apud LAPORTE, G. (1992b) The vehicle routing problem: an overview of exact and approximate algorithms. *European Journal of Operational Research* 59, p.345-58.

s é a economia

c é o custo

Crie $n - 1$ rotas de veículos.

Passo 2 – Ordene as economias de maneira decrescente.

Passo 3 – Considere duas rotas de veículos contendo os arcos $(i, 1)$ e $(1, i)$, respectivamente. Se $s_{ij} > 0$, experimentalmente una essas rotas introduzindo o arco (i, j) e deletando os arcos $(i, 1)$ e $(1, i)$. Complete a união se a rota resultante é possível. Repita este passo até que nenhuma melhoria adicional seja possível. Pare.

Conforme LAPORTE (1992b), este algoritmo, implicitamente, ignora custos fixos de veículo e tamanho da frota. Custos de veículo, f , podem ser levados em conta somando esta constante a cada c_{1j} ($j = 2, \dots, n$). Soluções com um número fixo de veículos podem ser obtidas repetindo o Passo 3 até o número necessário de rotas ser obtido, até mesmo se as economias tornarem-se negativas.

De acordo com EILON et al. (1971), este algoritmo apresenta uma negligência que pode adversamente afetar a qualidade das respostas. Depois de um arco ser escolhido e incluído na solução, este não pode mais ser excluído. Este fato pode proibir a escolha futura de outros arcos, que combinados, poderiam gerar uma solução melhor para o problema.

YELLOW (1970) propôs uma modificação na equação básica do algoritmo de CLARKE & WRIGHT, introduzindo um parâmetro de forma da rota, γ , da seguinte maneira:

$$s_{ij} = c_{i1} + c_{1j} - \gamma c_{ij}$$

De acordo com o autor, a finalidade deste parâmetro é dar maior ênfase à distância entre os nós, do que às distâncias em relação ao depósito. Pela expressão acima, para $\gamma = 1$, temos o cálculo das economias proposto por CLARKE & WRIGHT.

Conforme BELHOT (1981), pela variação do parâmetro de forma de rota é possível formar várias soluções, consideravelmente boas, dentro das quais a solução final pode ser escolhida, de acordo com algum critério.

Quando o problema envolve janelas de tempo, muitos trabalhos utilizam as heurísticas avaliadas por SOLOMON (1986), que são: heurística das economias, do

vizinho mais próximo com orientação temporal, de inserção, do roteiro gigante e de intercâmbio.

Outro algoritmo que merece atenção é a heurística de busca tabu, citada por LAPORTE (1992b). Esta heurística constrói uma sucessão de soluções, e então executa um passo de melhoria. As rotas de veículo sucessivas, produzidas pelo algoritmo, podem não ser possíveis. Acrescenta o autor que este algoritmo foi aplicado prosperamente a vários PRV clássico descritos na literatura de Pesquisa Operacional; e os resultados computacionais indicam que a heurística pode ser uma das melhores desenvolvidas para o PRV, até o momento.

“Não existe um método ou tipo de método que seja melhor dentro dessa classe de problemas. É preciso que, a cada passo, se verifique qual o método mais conveniente. Uma série de fatores podem influir na escolha, por exemplo, estrutura de dados disponível, o tipo de solução esperada, a estabilidade das rotas e o equipamento disponível”. (GRACIOLLI, 1994, p.36)

Conforme ROSSETO & CUNHA (1994), o modelo é que deve se adaptar ao problema a ser resolvido, e não o contrário. Ou seja, não deve-se simplificar o problema de modo a adaptá-lo às restrições do modelo disponível.

3.6 Softwares para Roteirização de Veículos

Muitos programas têm sido desenvolvidos para a solução de problemas de roteirização de veículos. RONEN¹⁴ (1988) apud CUNHA (1997) apresenta os desafios encontrados nas aplicações práticas em problemas reais, que são:

- a formulação de modelos matemáticos que permitam considerar restrições e condicionantes encontrados nos problemas do mundo real;
- o desenvolvimento de algoritmos e heurísticas de solução que produzam boas soluções, em tempo de processamento razoável e utilizando recursos computacionais convencionais.

¹⁴ RONEN, D. (1988). Perspectives on practical aspects of truck routing and scheduling. *European Journal of Operational Research*, v.35, p.137-45. apud CUNHA, C. B. (1997). *Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais*. São Paulo. 229p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

CUNHA (1997) fez um levantamento das características que alguns autores consideram importantes em sistemas informatizados de roteirização de veículos, as quais são apresentadas na TABELA 7. Deve-se considerar que é difícil encontrar algum *software* que possua todas estas características.

TABELA 7 – Síntese dos principais requisitos e características de sistemas para roteirização de veículos segundo alguns autores

CARACTERÍSTICA	ASSAD ¹⁵ (1988)	RONEN ¹⁶ (1988)	BODIN ¹⁷ (1990)
Recursos, restrições e condicionantes			
roda em microcomputador, porém com interface para <i>mainframe</i>		*	
uma ou múltiplas bases	*	*	*
diferentes tipos de veículos	*		*
coletas e entregas – “backhauls”	*	*	*
janelas de tempo	*	*	*
tempos de carga e descarga	*		
velocidades variáveis	*		
contratação de terceiros	*	*	
limite de peso e volume	*	*	
múltiplos compartimentos por veículo		*	
duração máxima do roteiro	*	*	*
contabilização de horas extras	*		*
horários de início e término de viagem	*		
roteiros com duração superior a um dia; pernoite; revezamento de motoristas	*	*	
locais de parada fixos (p. e. almoço)	*		
restrições quanto ao tamanho de veículo e seus equipamentos para um cliente	*		*
zonas de entregas e possibilidade de fracionamento de carga; roteiros fixos	*		
sistema de georeferência; barreiras físicas e restrições de circulação de veículos	*	*	
múltiplos roteiros por veículo	*		

¹⁵ ASSAD, A. A. (1988) Modeling and implementation issues in vehicle routing. In: GOLDEN, B. L.; ASSAD, A. A. ed. *Vehicle Routing: Methods and Studies*. North Holland, Amsterdam, p.7-46. apud CUNHA, C. B. (1997). *Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais*. São Paulo, 229p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

¹⁶ RONEN, D. (1988) Perspectives on practical aspects of truck routing and scheduling. *European Journal of Operational Research*, v.35, p. 137-45. apud *ibidem*.

¹⁷ BODIN, L. D. (1990) Twenty years of routing and scheduling. *Operations Research*, v.38, n.4, p.571-79. apud *ibidem*.

CARACTERÍSTICA		ASSAD (1988)	RONEN (1988)	BODIN (1990)
Função objetivo	minimizar distância	*	*	
	minimizar tempo de viagem	*	*	
	minimizar número de veículos	*	*	
	minimizar custo total	*	*	*
Resultados	roteiro e programação de cada veículo	*		
	relatório de utilização do veículo	*		
	relatório de programação do motorista	*		
	roteiros gráficos	*	*	
	relatórios definidos pelo usuário		*	
	alteração manual de soluções		*	

Fonte: CUNHA, 1997, p. 49

3.7 Aplicações Práticas de Modelos de Roteirização de Veículos

Alguns trabalhos serão aqui apresentados, apenas para exemplificar algumas aplicações práticas de modelos de roteirização.

BELHOT (1981) fez uma aplicação prática do PRV, com o PCV como um método de pós-otimização, a um problema real de distribuição de jornais.

O problema consistiu em determinar as rotas de distribuição de forma a minimizar a distância total percorrida, sujeito às restrições de tempo total de percurso, de número máximo de pontos visitados por rota, de número de veículos disponíveis e de capacidade dos veículos. A abordagem dada ao problema seguiu a seguinte metodologia: inicialmente, foram determinadas as rotas ótimas ou sub-ótimas com o uso de técnicas para resolver o PRV. Posteriormente, foi aplicado a cada rota determinada o PCV, na tentativa de encontrar uma combinação de pontos para reduzir ainda mais a distância percorrida em cada rota; e, conseqüentemente, a distância total percorrida pela frota de veículos. Para tanto, o autor utilizou um programa para resolver o PRV, dado um conjunto de pontos de entrega (nós) com demandas conhecidas e uma frota de veículos sujeito à restrição de tempo máximo por rota e capacidade dos veículos; com suas bases no algoritmo de CLARKE & WRIGHT. Para o PCV foi desenvolvido um programa para receber, como dados de entrada, as rotas geradas pelo programa que resolveu o PRV.

Através desta metodologia, o autor encontrou uma redução da distância total percorrida, pelo conjunto de veículos, de 20,2 km/dia, o equivalente a 12,56% sobre os procedimentos da empresa. Dos 20,2 km/dia economizados, 15,7 km foram conseguidos através da aplicação do PRV. Os 4,5 km restantes foram obtidos pelo PCV, através da determinação da ordem real em que os pontos, de cada rota, deveriam ser visitados.

GRACIOLLI (1994) apresenta um modelo informatizado para o planejamento dos roteiros de veículos de coleta de RSS, em pontos previamente definidos de uma determinada região. O modelo proposto pode ser aplicado a várias situações práticas de coleta ou entrega de mercadorias, sendo aplicado na cidade de Curitiba, onde a coleta é feita por dois veículos com capacidade de 8 ton. Cada veículo faz uma única viagem saindo da garagem, coleta os pontos de seu roteiro e retorna à garagem para a pesagem do resíduo coletado. Assim, o problema se resume em otimizar as rotas destes veículos, atendendo a demanda de todos os pontos. Como não foi possível levantar a demanda de cada ponto de coleta, os roteiros propostos possuíam, em sua grande maioria, os mesmos pontos dos roteiros adotados pela empresa.

No trabalho foram feitas duas observações: (i) os roteiros antigos foram obtidos pelo acompanhamento dos veículos durante uma semana qualquer; (ii) existem dois pontos comuns a todos os roteiros, a saber: a garagem e o ponto de almoço.

O modelo proposto utilizou o algoritmo 3-opt, sendo o roteiro inicial determinado pelo algoritmo de inserção do vértice mais distante, que foi o que apresentou melhores resultados quando comparado com o *branch and bound*. Em todos os casos o algoritmo 3-opt melhorou os roteiros gerados pelo algoritmo de inserção do vértice mais distante, com tempo de computação muito satisfatório.

Os roteiros propostos pelo modelo apresentaram uma significativa redução de distâncias, em relação aos itinerários antigos percorridos pelos dois veículos coletores. Poderiam ser utilizadas distâncias reais (para o trabalho foram utilizadas distâncias euclidianas), o que certamente tornaria as conclusões mais precisas. A obtenção das distâncias reais exigiria um tempo excessivo para a finalidade do trabalho e provavelmente o resultado não seria muito diferente do que foi encontrado.

A redução máxima foi de 38,56% e a mínima de 8,04%, ficando a média 19,40% menor que as distâncias percorridas nos roteiros anteriores.

DHINGRA & GEORGE (1998) estudaram o problema de otimização para o planejamento operacional de coleta, transporte e disposição de resíduos municipais na Região Metropolitana de Bombay, na Índia. O estudo foi realizado em duas fases. Na primeira fase foi formulado um modelo de programação linear para otimizar o comprimento da viagem improdutiva dos 23 distritos, que compunham a cidade, até as estações de transferência e/ou aterros. Foi considerado que o resíduo total de cada distrito estava concentrado em um respectivo posto de checagem, ou seja, um determinado ponto em cada distrito.

Na segunda fase foi otimizada a viagem produtiva dos veículos de coleta de resíduos, em um distrito específico da cidade, A-North. O resíduo urbano concentra-se em certos pontos específicos, ao longo de diferentes ruas no distrito, os quais foram chamados de *nós*.

Por se tratar de um típico PRV, foi utilizado o algoritmo de economias de CLARKE & WRIGHT, e um algoritmo de varredura modificado. Os nós foram primeiramente agrupados, para os diferentes veículos, usando o algoritmo de varredura modificado. Depois, para cada veículo foi determinada a rota, utilizando o algoritmo das economias. Os autores concluíram que cerca de 10% da distância de coleta poderia ser reduzida, se estratégias de roteamento de veículos adequadas fossem adotadas, quando comparado ao roteamento de veículos sem planejamento.

4 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIGs)

É unanimidade entre os autores que os Sistemas de Informação Geográfica – SIGs, têm se tornado um importante instrumento de auxílio na resolução de problemas de Transportes nos últimos anos. Isto deve-se, principalmente, conforme NOVAES (1995), à disponibilidade de *hardware* e *software* cada vez mais potentes e de fácil utilização. Ademais, pode-se acrescentar a esses fatores, a redução nos custos destes produtos.

De acordo com TEIXEIRA et al. (1992), o sucesso e a rápida expansão do uso dos SIGs deve-se, fundamentalmente, a sua grande versatilidade e potencial quando usado para solucionar problemas de análise, nas mais diversas aplicações temáticas.

4.1 Histórico

O início da década de 60, conforme CALIJURI (1996), marcou o desenvolvimento dos SIGs nos EUA e Canadá, através da iniciativa de alguns pesquisadores. Entre eles, R. Tomlinson estava envolvido na criação do primeiro e verdadeiro SIG, sendo considerado o pai deste, por ter desenvolvido o *Canadian Geographic Information Systems – CGIS*, para o governo canadense.

Logo depois, cita TEIXEIRA et al. (1992), foram desenvolvidos os sistemas *New York Landuse and Natural Resources Information Systems* (1967) e *Minnesota Land Management Information System* (1969), que por causa dos elevados custos e problemas de implementação, restringiram-se às agências federais e estaduais do governo americano e canadense.

O desenvolvimento dos SIGs foi subdividido, por CALIJURI (1996), em quatro fases:

- a primeira, caracterizada pela iniciativa individual de alguns profissionais, ocorreu entre o início da década de 1960 e meados de 1973;
- a segunda, de 1973 até o início da década de 1980, foi marcada pela grande utilização de SIGs em agências governamentais;
- a terceira fase, em que prevaleceu o domínio comercial, ocorreu de 1982 até o final de década de 80;
- a quarta e atual fase é caracterizada pelo domínio do usuário e é facilitada pela competição entre vendedores, formação da padronização na abertura de sistemas e maior conscientização dos usuários sobre o que o SIG pode e parece fazer.

4.2 Definição

Para SILVA (1996), SIGs são programas de computador que permitem a combinação de bancos de dados alfanuméricos com imagens espaciais (ou geográficas).

Uma definição mais completa e abrangente de um SIG é: uma coleção organizada de *hardware*, *software*, dados geográfico e pessoal, projetado para, eficientemente, capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e apresentar todas as formas de informações referenciadas geograficamente.

Para BRAVO & CERDA (1995), um SIG é um conjunto de procedimentos que permitem analisar, processar, inter-relacionar e mapear qualquer conjunto de características que cumpram com a condição de ser variáveis referenciáveis ou georeferenciáveis (referenciadas à Terra), e que sejam elementos geográficos (pontos, linhas e áreas).

A esse conjunto, CALIJURI (1996) acrescenta o profissional, pessoa responsável pelo projeto, implementação e uso do SIG; considerando-o como elemento mais importante; pois, sem pessoas apropriadamente treinadas e com visão do contexto global, dificilmente um projeto de SIG terá sucesso.

A FIGURA 8, apresentada por RUTH (1995), demonstra claramente as relações entre os componentes do SIG.

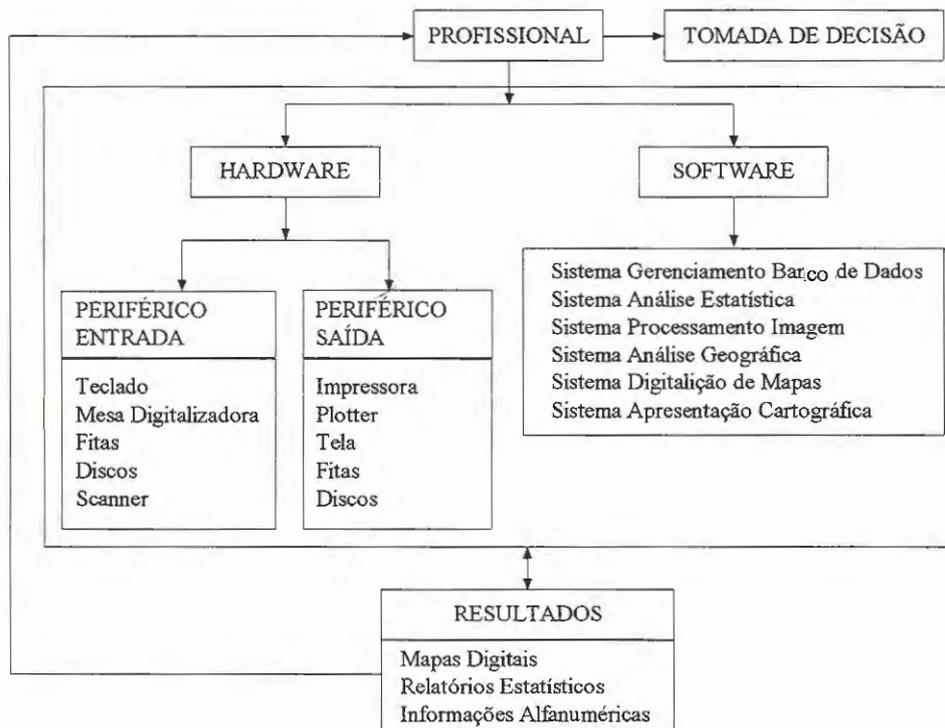


FIGURA 8 – Composição de um Sistema de Informação Geográfica

Fonte: TABACZENSKI, 1995, p.28

O banco de dados é considerado por CALIJURI & ROHM (1993), como parte essencial do sistema. É uma coleção de mapas e informações associadas na forma digital, representando as características da superfície do terreno. É composto por um banco de dados espaciais, que descreve as características geográficas da superfície do terreno, apresentado em forma de pontos, linhas ou áreas; e um banco de dados de atributos alfanumérico.

Muitas vezes os SIGs são confundidos com o termo Geoprocessamento. Assim, conforme CALIJURI (1996), o Geoprocessamento é mais global, relacionando-se às atividades de sensoriamento remoto, cadastros e outros tipos de pesquisa e investigações de campo para capturar dados. O SIG pode ser considerado como o passo seguinte, pois através dele realiza-se a manipulação desta informação conectada a um banco de dados geográficos, que possui dados espaciais e de atributos. Ademais, acrescenta a autora, o Geoprocessamento pode ser usado para montar o banco de dados; e, para manipular, organizar e atualizar as informações usamos SIG, que na maioria dos países é considerado como parte final do Geoprocessamento.

Os SIGs também são, muitas vezes, confundidos com os sistemas CAD, que são programas que simplesmente se prestam à produção de desenhos. Conforme explica SILVA (1996), para aplicativos do tipo CAD, desenhos são, em geral, simplesmente combinações de pontos e linhas, não interpretando as relações espaciais entre objetos; ou seja, a topologia. O autor acrescenta, que estas relações entre objetos espaciais são obtidas através de algoritmos.

Exemplificando, em um SIG, as linhas (arcos/arestas) representam ruas ou avenidas, e os pontos (nós/vértices) cruzamentos. Os arcos/arestas recebem atributos como comprimento, capacidade de tráfego, etc. Vale acrescentar que os desenhos produzidos em sistemas CAD podem ser aproveitados nos SIGs.

4.3 Funções e Características

A principal função de um SIG, cita CÂMARA (1994), é armazenar, recuperar e analisar mapas (diferentes tipos de dados geográficos, como imagens de satélites e modelos numéricos de terreno) num computador. Ou, mais explicitamente:

- integrar informações espaciais de dados cartográficos, censitários e de cadastramento, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno, numa única base de dados;
- cruzar informações através de algoritmos de manipulação para gerar mapeamentos derivados; e
- consultar, recuperar, visualizar e permitir saídas gráficas para o conteúdo da base de dados geocodificados.

De acordo com SILVA (1996), uma importante característica dos SIG é a possibilidade de omitir partes do desenho que, na realidade, é composto de diversos *layers* (camadas), cada qual contendo um tipo de informação diferente. Exemplificando, para o trabalho aqui proposto, os *layers* dos mapas poderiam incluir um *layer* rodovia, um *layer* pontos de coleta de RSS, um *layer* rotas criadas, um *layer* interseções, e assim por diante. Acrescenta o autor, que estas camadas de informação podem ser manipuladas de forma a mostrar todas ou parte das informações gráficas. A FIGURA 9, dá um exemplo dos tipos de camadas (*layers*) que podem ser observadas e mostradas em um mapa.

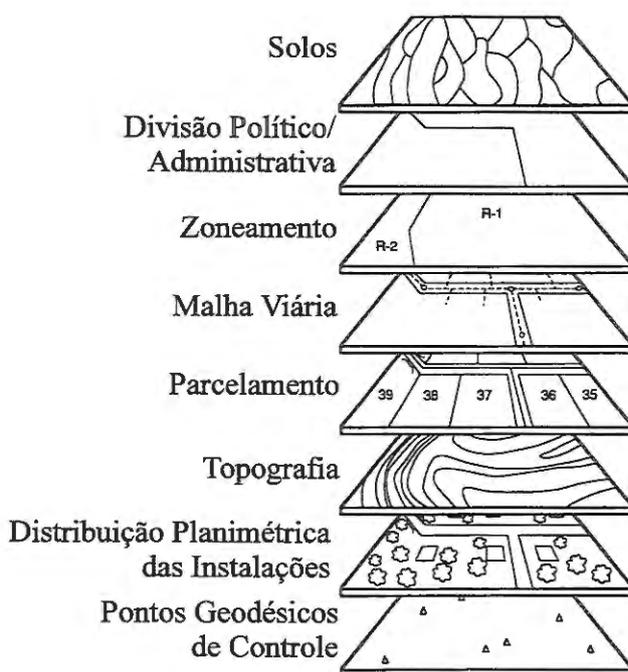


FIGURA 9 – Informações espaciais que podem ser representadas em um SIG

Fonte: ANTENUCCI et al., 1991, p.92 (Adaptada)

Conforme observa-se, através de um SIG, é possível simular eventos e situações extremamente complexas do mundo real.

Porém, BRAVO & CERDA (1995) e FERRARI (1997) realçam que, um SIG deve ser considerado como um meio, uma ferramenta de apoio, e não como um fim. Acrescentam os autores, que um SIG não resolve nada sozinho, mas viabiliza projetos, facilita o trabalho e provê subsídios a decisões.

A escolha do SIG irá depender muito do tipo de projeto (trabalho) que se pretende executar. Enfatiza FERRARI (1997), que o uso de SIGs com objetivos bem definidos é que gera benefícios.

“A escolha e implementação de um SIG deve ser um processo sistemático de avaliação de alternativas e descobertas de vantagens e desvantagens para os objetivos procurados”. (BRAVO & CERDA, 1995, p.559)

Conforme conclui CALIJURI (1996), os SIGs vêm causando um enorme impacto em todos os campos do conhecimento que manipulam e analisam dados distribuídos espacialmente. Com a experiência, o SIG vem se tornando uma extensão do nosso pensamento analítico, sendo uma ferramenta para pensar.

4.4 Estrutura de representação de dados espaciais

As duas formas básicas de representação estrutural dos dados geográficos são *raster*, ou matricial, e *vector*, ou vetorial. De acordo com TEIXEIRA et al. (1992), a estrutura vetorial considera o espaço geográfico contínuo enquanto a estrutura matricial divide o espaço em elementos discretos, como mostra a FIGURA 10.

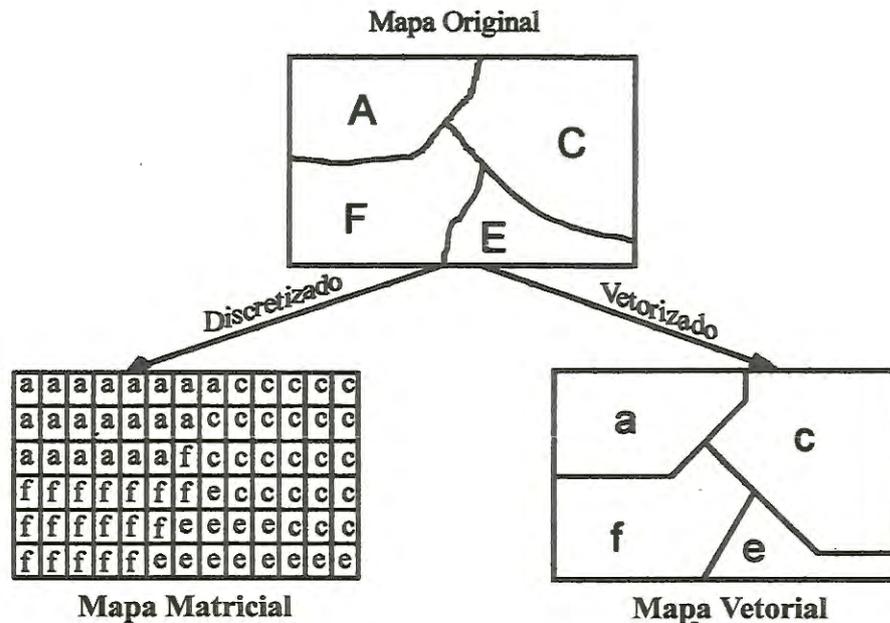


FIGURA 10 – Estrutura de representação dos dados geográficos (ou espaciais)
Fonte: TEIXEIRA et al., 1992, p.16

O sistema matricial trabalha em forma matricial, tal como no monitor de vídeo do computador. Ou seja, a partição do espaço é obtida através de uma malha com linhas verticais e horizontais regularmente espaçadas, formando células. Cada célula, também chamada de *pixel* ou quadrícula, da matriz determina uma única unidade de informação, que quando preenchida, define a localização das entidades na área de estudo. Geralmente possuem as dimensões verticais e horizontais iguais, que definem a resolução da malha.

A estrutura vetorial pode ser definida como uma tentativa de representar um elemento da maneira mais exata possível. Para isso, o espaço é tido como contínuo, permitindo que todas as posições, distâncias e áreas sejam definidas com um grau de precisão bem maior. Os sistemas vetoriais definem, para cada ponto espacial, um vetor de n dimensões, onde as primeiras coordenadas se referem ao sistema cartesiano

(x, y) que está sendo utilizando. É assumido que as coordenadas dos pontos sejam matematicamente exatas. Nestas estruturas, os elementos podem ser reduzidos a pontos, linhas e áreas ou polígonos.

A TABELA 8 apresenta algumas vantagens e desvantagens dos formatos matricial e vetorial.

TABELA 8 – Vantagens e desvantagens dos formatos Matricial e Vetorial

FORMATO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Matricial	<ul style="list-style-type: none"> • estrutura de dados simples; • eficiente em análises de superposição de áreas; • representa bem a variabilidade espacial; • manipulação eficiente de imagens digitais. 	<ul style="list-style-type: none"> • estrutura pouco compacta; • difícil representação das relações topológicas; • saídas gráficas com má delimitação, podendo ocasionar confusão quando existirem muitas classes em cada tema; • desempenho comprometido em aplicações que demandem resoluções elevadas.
Vetorial	<ul style="list-style-type: none"> • estrutura de dados compacta; • eficiente representação e análise de relações topológicas; • saídas gráficas com boa definição de traços. 	<ul style="list-style-type: none"> • estrutura de dados complexa; • difícil análise de superposição de áreas; • regular representação da variabilidade espacial; • difícil análise de imagens digitais.

Fonte: BRAVO & CERDA, 1995, p.549. (Adaptada)

A discussão sobre qual é o melhor tipo de representação deixou de ser importante, já que os SIGs mais recentes trabalham tanto com a estrutura matricial como a vetorial.

4.5 Exemplos de Utilização de SIGs

Os SIGs têm sido utilizados nas mais diversas áreas e disciplinas, pela possibilidade de armazenar um grande número de informações e analisar esse grande volume de dados, oferecendo resultados e/ou respostas que facilitam a tomada de decisões.

Conforme TEIXEIRA et al. (1992), as situações complexas como as do sistema urbano, que envolve a estrutura urbana, controle de trânsito, saneamento básico, qualidade ambiental, zoneamento, controle de enchentes, ou mesmo os aspectos administrativos de uma prefeitura podem ser representadas e tratadas através

de um SIG, propiciando resultados mais rápidos e confiáveis no tocante à tomada de decisões e planejamento.

PAREDES (1994) faz uma referência das características do processo urbano de muitas cidades, que apresentam os seguintes aspectos:

- imprecisão geral nos limites das áreas urbanas, suburbanas e rurais;
- serviços públicos funcionais totalmente ultrapassados e sobrecarregados na sua capacidade;
- as redes de infra-estrutura, deficientes e insuficientes, não podem acompanhar o ritmo de expansão da malha urbana;
- os componentes básicos do ambiente natural, alguns de difícil restauração, configuram imagens deterioradas à paisagem urbana;
- insegurança permanente na tomada de decisão sobre o desenvolvimento da cidade, fazendo da vida urbana uma sucessão de fatos aleatórios, ingratos e atentatórios contra o conforto e segurança das pessoas.

As utilizações dos SIGs na área de engenharia urbana, cita CALIJURI e ROHM (1993), são as mais diversas. Entre elas, temos a avaliação da situação atual das utilidades urbanas de serviços e transportes; uso e ocupação do solo; cadastramento imobiliário gráfico; arruamentos; escolas; hospitais; postos de saúde; áreas de proteção ambiental; redes de infra-estrutura (água, esgoto, pavimentação, iluminação pública, telefonia, etc.); bem como, na tomada de decisões referentes ao redimensionamento destas utilidades, quando se conclui que a população não está sendo adequadamente atendida por qualquer dos itens anteriores.

Acrescentam os autores, que com o auxílio dos SIGs é possível realizar uma série de análises, tais como: otimizar o sistema de transporte coletivo; avaliar a tendência de crescimento dos bairros; definir o avanço das redes de infra-estrutura urbana; definir os locais apropriados para a construção de postos de saúde, hospitais, creches, escolas e áreas de lazer; definir as áreas potenciais de ocupação residencial e industrial; e, avaliar a percentagem de áreas industriais, residenciais, agrícolas, etc.

Em uma organização, onde as distintas atividades podem ser classificadas nos níveis operacional, gerencial e estratégico, FERRARI (1997) cita que também serão distintos os benefícios procedentes da utilização de SIGs em cada um destes níveis.

No nível operacional, as atividades são aquelas do dia a dia da organização, que além de rotineiras, são muito volumosas e trabalhosas (por exemplo: a compensação de cheques em um banco, manutenção rotineira de prédios e equipamentos). Nesse caso, o benefício imediato do uso de SIGs é a eficiência operacional através da produtividade, redução de custos, qualidade na execução de tarefas. Automatização de tarefas trabalhosas, maior agilidade no armazenamento e recuperação de informações, entre outras, são algumas funções dos SIGs para as aplicações citadas. Acrescenta o autor que o SIG não resolve nada sozinho, mas quando usado com propósitos bem definidos, pode gerar benefícios.

Quanto ao nível gerencial, um exemplo de decisão a ser tomada é a escolha de uma boa localização para uma loja nova. Aqui, o benefício imediato decorrente do uso do SIG é uma boa escolha, ou seja, eficácia administrativa: boas informações, bons planos, bom gerenciamento, boas decisões. A longo prazo, pode-se ter outros tipos de benefícios, como: retorno financeiro, melhoria da imagem do administrador perante a população, benefícios à população, entre outros. É importante salientar que o SIG não toma decisões; mas, como uma ferramenta de trabalho, facilita a obtenção de boas decisões.

As atividades relacionadas ao nível estratégico são aquelas que cooperam no cumprimento dos seguintes objetivos de uma organização: aumentar a satisfação dos clientes; melhorar a imagem da empresa perante clientes e parceiros; aumentar a margem de lucro; expandir a participação da empresa nos segmentos de mercado em que atua, bem como a outros segmentos, etc. Neste nível, os benefícios são boa imagem, credibilidade, relacionamento com parceiros, aumento de receita, etc.

Além dos usos anteriormente citados, FERRARI (1997) cita os benefícios advindos do uso do SIG servindo à sociedade, os quais são: melhores serviços ou serviços adicionais à população; melhor qualidade de vida; participação da sociedade nas decisões.

HUXHOLD (1991), resume os objetivos para os quais os SIGs deverão ser implantados:

- apoiar a administração municipal e o planejamento urbano, de forma compatível com a crescente demanda de serviços;

- oferecer um melhor acesso do público aos procedimentos administrativos e ao planejamento urbano, facilitando com isso, a transparência das informações e a participação da população nos processos decisórios;
- proporcionar confiabilidade e precisão das informações gráficas e não-gráficas necessárias aos diversos setores e entidades;
- oferecer maior eficiência na comunicação entre os setores da administração pública municipal;
- possibilitar a organização das informações, armazenadas com uma referência geográfica padrão, de modo que cada organismo forneça e alimente seu próprio banco de dados;
- facilitar a integração entre os órgãos envolvidos na elaboração e implementação do projeto, como também entre os diversos órgãos municipais, estaduais e federais;
- criar e prover um instrumento eficiente para o ordenamento, planejamento e controle do desenvolvimento urbano.

Conforme CÂMARA (1994), a principal tendência mundial na área de SIG é a de um aumento considerável na quantidade e diversidade de dados tratados. Com a sensibilização aos projetos ecológicos, urbanos e ambientais, cresce o número de projetos que procuram acompanhar processos de mudança com mais detalhes. No planejamento urbano de grandes cidades, cresce a visão integrada sobre os sistemas que compõem a malha urbana, como as redes de infra-estrutura que devem ser gerenciadas com eficácia.

4.6 O SIG e sua Utilização em Roteirização

Alguns trabalhos serão apresentados, demonstrando algumas aplicações práticas de SIGs, focalizando a roteirização de veículos.

ROSSETO & CUNHA (1994) discutiram a utilização de SIGs na roteirização de veículos. Os autores identificaram a oportunidade e os benefícios da aplicação de técnicas de geoprocessamento, em especial na interação com o usuário despachador, na manutenção da base de dados da rede viária e de transportes e na localização

espacial de clientes. Também descreveram uma aplicação prática de interação entre um SIG e um algoritmo de roteirização. Além dos benefícios decorrentes da aplicação de técnicas de geoprocessamento e da representação espacial de soluções, o sistema apresentou uma vantagem adicional com relação aos produtos importados, uma vez que pode ser *customerizado* de acordo com as necessidades do problema de cada cliente. Os autores enfocaram a utilização de um *software* de SIG, denominado, GisPlus, na roteirização de veículos para a distribuição de carga.

Na otimização de roteiros para entrega/coleta na distribuição física de produtos, o tempo de processamento pode apresentar-se impraticável, dependendo do número de pontos a serem visitados. Isso exige que se adotem aproximações métricas de cálculo rápido, mas suficientemente precisas. NOVAES (1995) apresenta métodos para obtenção de tais aproximações métricas, fazendo uma aplicação para uma região da cidade de São Paulo. O autor teve por interesse resolver dois tipos básicos de problema, de forma integrada: definir aproximações satisfatórias para estimar o percurso ótimo de veículos e pessoas em roteiros logísticos (problema do caixeiro viajante - PCV); e, integrar tais análises a pacotes disponíveis de SIG, de forma a permitir uma melhor representação da realidade. Uma das conclusões a que o autor chegou é que a utilização das métricas escolhidas nas aplicações reside na possibilidade de associá-las ao uso de técnicas de SIG, o que facilita a determinação dos parâmetros utilizados pelas métricas e torna mais realista os resultados.

PARAFINA (1995) implementou o SIG TransCAD para o roteamento dos veículos do Serviço de Resíduo Sólido da cidade de Austin, Texas. Antes da implementação do programa, as rotas eram geradas manualmente, com supervisão do analista de rota. A empresa que criou o *software* melhorou o algoritmo de roteamento de acordo com as especificações dadas pelos profissionais que realizam o roteamento na cidade. Assim o algoritmo tenta achar o menor caminho de um ponto de parada predeterminado ao longo de uma rede, enquanto faz compensações para o tempo de coleta, a velocidade de viagem, e o número de paradas ao longo da rota. Por fim, as rotas são checadas em campo e, se necessário, são melhoradas adequadamente. O autor conclui que o programa piloto, baseado no conhecimento dos profissionais

responsáveis pelo roteamento, apresentou êxito. O objetivo final do trabalho era prover um banco de dados geográficos acessíveis à rede de trabalho.

BAAJ et al. (1995) aplicaram a tecnologia SIG na área de roteamento. Para tanto, apresentaram dois estudos de caso. O primeiro focaliza o projeto e análise de redes de transporte para a coleta diferenciada dos resíduos de pneus no estado do Arizona, Estados Unidos. O segundo estudo de caso focaliza o gerenciamento do transporte (rota) e dos riscos do carregamento de resíduos perigosos, através da fronteira dos Estados Unidos com o México. Ambas as aplicações de roteamento tiraram vantagens da eficiência e produtividade da tecnologia SIG, e foram implementadas no software TransCAD.

SILVA & GRUBMAN (1996) estudaram a otimização do roteiro de entregadores de determinado jornal na cidade de São Paulo. Devido à diária oscilação na carteira de assinaturas, o entregador necessita incrementar seu roteiro predefinido com os novos endereços e efetivamente entregar os jornais. A solução encontrada partiu do princípio de codificação de logradouros, levando em conta a topografia, obstáculos físicos (rios, pontes, viadutos) e seus trechos vizinhos, e a informação da maior e menor numeração das construções de cada trecho. Além da diferença de topografia foi considerada a concentração de regiões verticalizadas (edifícios). Tendo por objetivo fornecer um roteiro otimizado em relação ao tempo e o custo, situações como regulamentação de circulação de veículos, feiras livres, clientes que necessitam ser atendidos com prioridades e trânsito local variável conforme o horário, não foram descartadas. Assim, ao mesmo tempo que o roteiro deve considerar a entrada e saída diária de assinantes, não pode permitir mudanças bruscas no roteiro, pois pode prejudicar o trabalho do entregador. Adaptar o roteiro a estes novos endereços, ainda é tarefa do funcionário da distribuição, que agora possui dados mais adequados para resequenciar suas entregas. Os autores estão em busca de um *software* de roteirização para facilitar a solução desses casos, para tanto, estão pesquisando aquele que mais de adequa às necessidades e que tenha boa interface com o SIG (utilizado na criação da base de dados).

CHANG et al. (1997) usaram modelos matemáticos associados à capacidade de análise espacial dos SIGs para dar suporte nas tomadas de decisões, quanto ao

roteamento e programação de veículos nos sistemas de coleta de resíduos sólidos. A integração, do modelo de programação matemático e o GIS, foi demonstrada através de uma aplicação em Kaohsiung, ao sul de Taiwan. O estudo aplica um modelo revisado de programação multiobjetivo para analisar o caminho ótimo entre uma dada origem e o destino, na rede de coleta de resíduos. O SIG utilizado foi o ARC/INFO da Environmental Systems Research Institute's – ESRI 1992.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Vale lembrar que, o presente trabalho teve por finalidade fazer um levantamento da situação dos RSS, em cidades de médio porte no Brasil; e, também levantar os problemas referentes à coleta destes resíduos. E ainda, comprovada a deficiência dos serviços de coleta, implementar um estudo de caso, com a aplicação de um Sistema de Informação Geográfica, no planejamento da roteirização dos veículos.

Desta maneira, para atingir os objetivos propostos, o trabalho foi dividido em duas etapas, a saber:

- Primeira etapa: elaboração e envio de questionários para municípios brasileiros;
- Segunda etapa: equacionamento de dados para a aplicação do *software*, envolvendo aprendizado do *software*, *hardware* usado, coleta, entrada e processamento de dados.

5.1 Primeira Etapa: Elaboração e Envio dos Questionários

A elaboração e envio dos questionários teve por objetivo obter informações sobre as características dos sistemas de coleta de RSS nas cidades de médio porte. Entre as informações, destaca-se o método utilizado para a coleta destes resíduos, convencional ou especial; ou seja, se os RSS são coletados junto ou separadamente dos resíduos domiciliares. Além disso, abordou-se a frequência da coleta, tipo de veículo utilizado, método usado na definição dos roteiros para os veículos, quantidade de resíduo produzido, tipo e quantidade de estabelecimentos geradores, métodos de tratamento e disposição final, guarnição e custos.

Através destas informações, esperou-se comprovar a necessidade de um planejamento adequado à coleta deste tipo de resíduo, que normalmente é feita de

forma empírica, acarretando altos custos operacionais ou riscos à população e pessoal de coleta.

Primeiramente, elaborou-se um questionário padrão, que foi enviado a algumas prefeituras, para verificar a inteligibilidade das perguntas. Após o recebimento de alguns questionários respondidos, fez-se algumas adaptações, sem alterar o sentido das perguntas, para facilitar a sua compreensão. Portanto, todos estes questionários foram considerados nos resultados. O questionário padrão definitivo encontra-se no ANEXO A.

Tendo como objetivo do trabalho pesquisar as cidades de médio porte, procurou-se por uma classificação destas, na literatura. Conforme PEIXOTO (1997), não existe uma classificação oficial. Desta maneira, adotou-se a classificação apresentada por SANCHES (1988), conforme a TABELA 9.

TABELA 9 – Classificação das cidades brasileiras*

TIPO	NÚMERO DE HABITANTES
Metrópoles Nacionais	> 3.000.000
Metrópoles Regionais	1.000.000 a 3.000.000
Cidades Grandes	500.000 a 1.000.000
Cidades Médias	50.000 a 500.000
Cidades Pequenas	20.000 a 50.000

Fonte: SANCHES (1988)

* Dados extraídos de estudos publicados pelo GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes

Segundo a classificação acima, os questionários deveriam ser enviados para as cidades com população entre 50.000 e 500.000 habitantes. Entretanto, optou-se por enviá-los para as cidades com mais de 46.828 habitantes, totalizando 514, conforme o ANEXO B. Estas representavam 10,33% dos municípios brasileiros, em 1996, de um total de 4974, segundo o IBGE (1996). As cidades com mais de 500.000 habitantes, também foram consideradas, pois representavam uma pequena parcela, além de possibilitar uma comparação.

A TABELA 10 apresenta o número de municípios, por classes, apresentadas na TABELA 9, em 1996.

TABELA 10 – Número de municípios de acordo com o número de habitantes

NÚMERO DE HABITANTES	NÚMERO DE MUNICÍPIOS		%	
	SIMPLES	ACUMULADO	SIMPLES	ACUMULADA
> 3.000.000	2	2	0,04	0,04
1.000.000 a 3.000.000	9	11	0,18	0,22
500.000 a 1.000.000	16	27	0,32	0,54
50.000 a 500.000	453	480	9,11	9,65
< 50.000	4494	4974	90,35	100

Fonte: Fundação IBGE (1996)

Na TABELA 11 apresenta-se uma relação dos municípios pesquisados por região e por estado.

TABELA 11 – Municípios pesquisados por região e estado

ESTADO	QUESTIONÁRIOS ENVIADOS	% SIMPLES
Região Norte	40	7,78
Acre	2	0,39
Amazonas	6	1,17
Amapá	2	0,39
Pará	21	4,09
Rondônia	5	0,97
Roraima	1	0,19
Tocantins	3	0,58
Região Nordeste	143	27,82
Alagoas	8	1,56
Bahia	39	7,59
Ceará	24	4,67
Maranhão	17	3,31
Paraíba	8	1,56
Rio Grande do Norte	6	1,17
Pernambuco	30	5,84
Piauí	5	0,97
Sergipe	6	1,17
Região Centro-Oeste	27	5,25
Distrito Federal	1	0,19
Goiás	14	2,72
Mato Grosso do Sul	5	0,97
Mato Grosso	7	1,36
Região Sudeste	213	41,44
Espírito Santo	11	2,14
Minas Gerais	61	11,87
Rio de Janeiro	31	6,03
São Paulo	110	21,40

ESTADO	QUESTIONÁRIOS ENVIADOS	% SIMPLES
Região Sul	91	17,70
Paraná	29	5,64
Rio Grande do Sul	42	8,17
Santa Catarina	20	3,89
TOTAL	514	100

5.2 Segunda Etapa: Equacionamento de Dados para Aplicação do *Software*

Dando continuidade ao trabalho, após a caracterização dos sistemas de coleta de RSS em cidades de médio porte, de forma a atingir os objetivos propostos, partimos para a roteirização dos veículos.

Para tal, escolheu-se o SIG para Transportes – TransCAD, versão 3.0c para *Windows*. Além da sua disponibilidade, alguns outros fatores influenciaram na escolha. Conforme CALIPER (1996), o *software* fornece um rico conjunto de ferramentas para roteirização de veículos, que resolve vários tipos destes problemas. Tais ferramentas são usadas para preparar a entrada de dados, resolver e fornecer os resultados da programação e roteirização de veículos, em forma de mapas e tabelas.

5.2.1 Aprendizado do *Software*

Nesta fase do trabalho, procedeu-se ao estudo do tutorial elaborado por SILVA & WAERDEN (1997), que apresenta, de forma simples e direta, os passos iniciais no aprendizado do *software*, sendo composto de 10 capítulos, conforme a FIGURA 11. Três fases são abrangidas, neste material. A primeira, trata da criação de arquivos básicos necessários para o início de qualquer aplicação, que são bases de dados dos tipos: pontos, áreas e linhas. A partir de então, é possível o contato com várias ferramentas, como: inserir legendas; alterar escalas; trabalhar com estilos de mapa (aparência de pontos, linhas e áreas); modificar bases de dados (formatando, inserindo ou excluindo campos); ativar, acrescentar/remover e exibir/ocultar camadas do mapa (*layers*). Ademais, percebe-se a diferença entre: mapas, arquivos geográficos e de dados; e registros (*records*) e campos (*fields*).

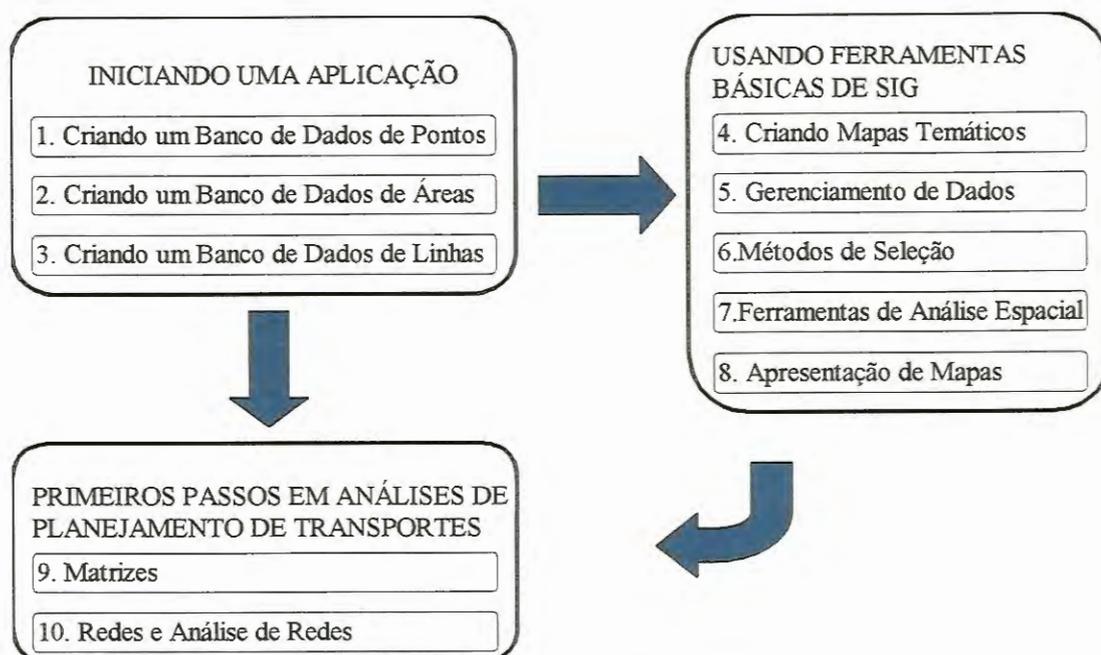


FIGURA 11 – Descrição dos capítulos do tutorial para o software TransCAD 3.0
 Fonte: SILVA & WAERDEN, 1997, p.03

Já na segunda fase, utiliza-se de ferramentas mais sofisticadas do TransCAD, iniciando com a criação de mapas temáticos, com o uso de cores, símbolos ou estilos de desenhos, para melhor ilustrar os dados no mapa. Após, aprende-se a manipular os dados já existentes, obtendo-se novas informações a partir deles. Os métodos de seleção de informações (por ponto, círculo, forma ou condição), é o próximo passo, tanto de mapas como de base de dados. A seguir, mostra-se como agregar informações espaciais, unindo pequenas áreas para criar regiões maiores; ou ainda, criar faixas/áreas em torno de itens específicos de um *layer*, armazenando as áreas resultantes em outro *layer*. Finalizando esta fase, apresenta-se como confeccionar mapas de forma a melhorar a sua apresentação, tornando-os mais compreensíveis e atrativos.

Na terceira e última fase, aborda-se a criação de matrizes, que é uma essencial e poderosa estrutura de dados, para armazenar dados de transporte, utilizadas por muitas outras ferramentas do TransCAD. Pode-se obter matrizes de distâncias, que armazenam distâncias entre dois ou mais pontos ou zonas; ou ainda, uma matriz origem-destino, que armazena números de viagens entre dois ou mais pontos ou zonas. Pode-se criar, modificar e visualizar arquivos de matrizes de quaisquer tamanhos. Por fim, através de um arquivo geográfico de linhas, aprende-se a fazer

análises de redes, resolvendo vários problemas referentes à área de Transportes, como: Caminho Mínimo ou Problema do Caixeiro Viajante.

Quando se iniciou o estudo das ferramentas de roteirização de veículos, recorreu-se ao tutorial fornecido pelo próprio fabricante, CALIPER (1996). Tal tutorial não é muito claro nos exemplos apresentados, dificultando a execução de algumas ferramentas do *software*. Deste modo, procedeu-se ao estudo do tutorial proposto por DELUQUI & GELESKY (1999).

5.2.2 Aquisição e Entrada de Dados

O equipamento utilizado, tanto para a entrada como para o processamento dos dados e apresentação dos resultados obtidos, foi:

- microcomputador pentium 200 MHZ, 128 MB de memória RAM, disco rígido de 4GB com o sistema operacional *Windows 95* e monitor 15" (tela plana);
- versão acadêmica do *software* TransCAD;
- impressora jato de tinta colorida, série 850 da HP.

A base de dados do sistema viário já havia sido digitalizada, utilizando a planta da cidade de São Carlos, fornecida pela prefeitura, em escala 1:10.000, com base em levantamento aerofotogramétrico, que havia sido executado em 1988, com restituição realizada em 1989, conforme MARQUES (1998). A digitalização da base de dados geográfica (FIGURA 12), segundo o autor, foi efetuada via mesa digitalizadora de 12" x 12". Mas algumas complementações e atualizações foram necessárias. Estes e alguns outros passos, indispensáveis à realização do trabalho, são descritos a seguir.

• Nomeação dos logradouros

Esta foi a primeira das complementações a serem realizadas na base de dados. Para tanto, utilizou-se uma planta da cidade de São Carlos, também em escala 1:10.000, sendo a mais atualizada, em termos de logradouros, obtida junto ao órgão da Prefeitura Municipal. Esta etapa foi realizada por uma equipe de 6 pessoas, cada uma responsável por um setor. Em pouco mais de três semanas a base de dados dos logradouros estava pronta. Durante esta etapa procurou-se manter uma uniformidade

nos nomes das ruas, por exemplo, usando sempre a mesma abreviação para uma mesma palavra. A FIGURA 13 apresenta uma parte da base de dados do sistema viário contendo nome dos logradouros.



FIGURA 12 – Mapa do sistema viário da cidade de São Carlos

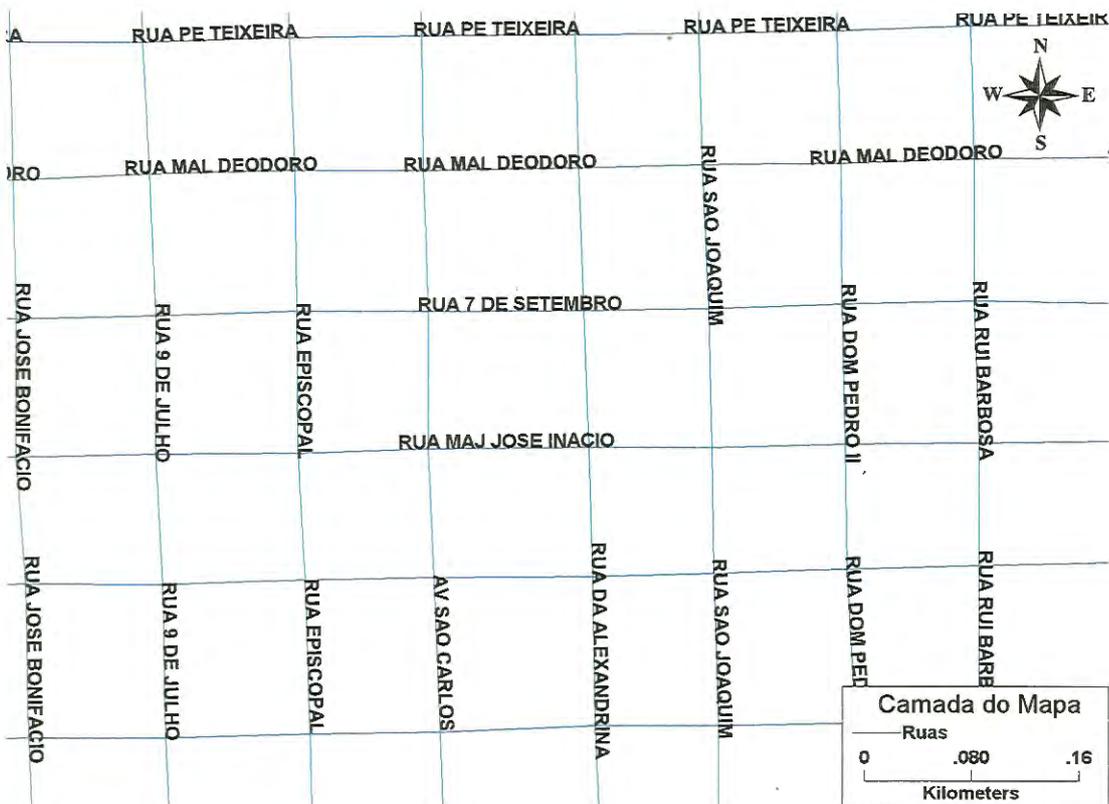
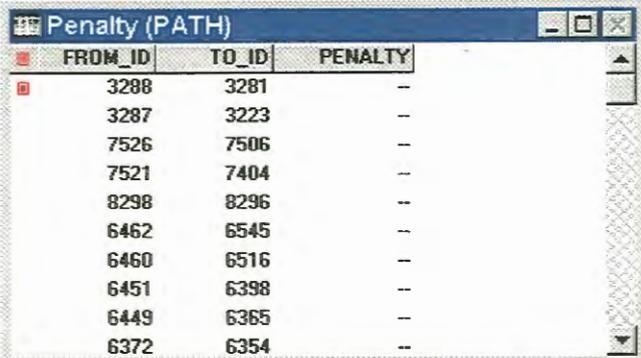


FIGURA 13 – Representação do nome dos logradouros

- Levantamento do sentido de fluxo dos *links* e outras restrições da rede

Para realizar a roteirização de veículos, é necessário que estes sigam as restrições do sistema viário, como o sentido de fluxo dos *links*. Sendo este dado imprescindível ao trabalho, fez-se o levantamento, em campo, pois não havia registro algum na prefeitura. Alguns destes dados foram obtidos utilizando-se um veículo particular, mas grande parte foi realizada a pé. Para inseri-los na base de dados, utilizou-se um procedimento do programa denominado *Networks/Paths-Link Directions* que, juntamente com a ferramenta de seleção por ponto, torna viável a alteração de sentido de fluxo de qualquer *link* da rede.

Em alguns casos surgiram outras restrições, como: proibição de retornos em U e travessia de cruzamentos, virando à esquerda ou à direita. Para inserir estes dados na base o procedimento utilizado foi *Networks/Paths-Turn Toolbox*, onde o *software* cria uma tabela contendo todas estas informações, conforme a FIGURA 14.



FROM_ID	TO_ID	PENALTY
3288	3281	--
3287	3223	--
7526	7506	--
7521	7404	--
8298	8296	--
6462	6545	--
6460	6516	--
6451	6398	--
6449	6365	--
6372	6354	--

FIGURA 14 – Detalhe da base de dados das restrições do sistema viário

- **Correções do sistema viário**

Ao fazer-se o levantamento do sentido de fluxo dos *links*, observou-se que havia algumas falhas no banco de dados do sistema viário. Algumas novas ruas não haviam sido digitalizadas; muitas das interseções em desnível não estavam corretas e para algumas avenidas havia apenas um *link*, com sentido duplo, representado-a, ao invés de dois, cada um com um sentido. Esta última alteração foi necessária porque os veículos deixavam de fazer manobras quando era permitido, ou as faziam quando não o era. Tais alterações foram realizadas através de ferramentas de edição de mapas, por digitalização direta na tela do computador, via *mouse*.

- **Localização dos pontos de coleta**

Os dados referentes aos pontos de coleta, garagem e incinerador, constantes da área de estudo, foram obtidos junto à empresa responsável pela execução do serviço. Foram fornecidos os endereços destes locais, a partir dos quais procedeu-se ao levantamento em campo, da localização exata, tanto quanto possível, destes pontos.

- **Criação da camada dos pontos de coleta, garagem e incinerador**

O próximo passo foi a digitalização dos dados anteriormente obtidos. Para isso, criou-se uma nova base de dados geográficos, conforme pedido pelo *software*, para armazenar tanto os pontos de coleta como a garagem e o incinerador. Procurou-se digitalizar os pontos o mais próximo possível da sua real localização. Com este objetivo, procedeu-se também as modificações na base de dados geográficos do sistema viário, criando-se um novo nó, exatamente na mesma posição de cada um dos pontos (de coleta, garagem e incinerador); pois quando rotas são geradas, a partir

de distâncias em rede, o TransCAD utiliza como referência o nó mais próximo ao ponto. A FIGURA 15 demonstra bem esse caso. Esta etapa também foi realizada com o auxílio das ferramentas de edição de mapas, por digitalização direta na tela do computador, via *mouse*.

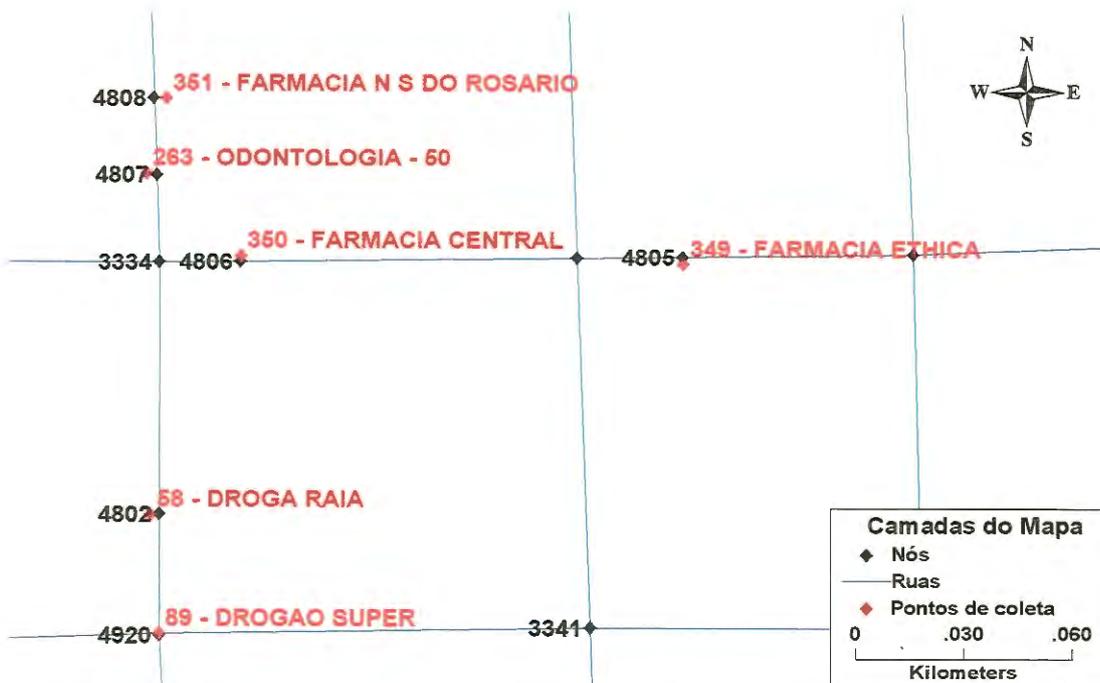


FIGURA 15 – Sistema viário alterado e camada de pontos de coleta

- **Preenchimento da base de dados (pontos de coleta e garagem)**

Após a digitalização dos pontos em uma nova base de dados geográficos, algumas alterações foram necessárias na correspondente base de dados de atributos. Com o intuito de evitar problemas no processamento dos dados, os campos desta base de dados foram formatados exatamente de acordo com os tutoriais fornecidos pelo fabricante, conforme apresentam as TABELAS 12 e 13. Alguns campos foram apenas adaptados, e outros criados.

Os campos da TABELA 13 foram preenchidos para cada ponto de coleta e incinerador. Como a camada de pontos de coleta, garagem e incinerador é uma só, todos estes campos estavam presentes na mesma base de dados, como mostra a FIGURA 16.

O campo *NUMBER*, é apenas um identificador de cada ponto de coleta, particularmente criado para facilitar a análise dos resultados.

TABELA 12 – Campos a serem preenchidos na base de dados da camada da garagem

CAMPO	TIPO	CONTEÚDO
ID	Inteiro	Um número que unicamente identifica a garagem
NAME	Inteiro	Um nome ou número que é usado para identificar a garagem nos relatórios da rota
NODE_ID	Inteiro	O ID do nó da rede mais próximo de cada garagem
CAPACITY	Real	A capacidade dos veículos que servem à garagem
OPEN_TIME	Inteiro	O primeiro horário que os veículo podem sair da garagem
CLOSE_TIME	Inteiro	O último horário que os veículos podem retornar à garagem

Fonte: CALIPER, 1996, p.5

TABELA 13 – Campos a serem preenchidos na base de dados da camada dos pontos de coleta e incinerador

CAMPO	TIPO	CONTEÚDO
ID	Inteiro	Um número que unicamente identifica o ponto de coleta
NAME	Inteiro	Um nome ou número que é usado para identificar o ponto de coleta nos relatórios da rota
DEMAND	Numérico	A demanda no ponto de coleta
NODE_ID	Inteiro	O ID do nó da rede mais próximo de cada ponto de coleta
OPEN_TIME	Inteiro	O primeiro horário que o ponto de coleta pode ser servido
CLOSE_TIME	Inteiro	O último horário que o ponto de coleta pode ser servido
FIXED_SERVICE	Numérico	O tempo mínimo necessário para servir ao ponto de coleta (minutos)
TIME_PER_UNIT	Numérico	O tempo de serviço necessário para cada unidade de demanda (minutos)

Fonte: CALIPER, 1996, p.6

ID	NAME	NODE_ID	CAPACITY	OPEN_TIME	CLOSE_TIME	DEMAND	FIXED_SERVICE	TIME_PER_U
172	VEGA-SCVEGA-SOPAVE	4991	100.00	851	1200	—	—	—
196	325 - POSTO DE SAUDE VIRIATO FERNANDE	4968	—	925	1010	1	1	1
193	323 - UNIVERSIDADE FEDERAL	2892	—	925	1010	1	1	1
192	272 - POSTO DE SAUDE DR ROMEU DE SENS	1029	—	800	1200	1	1	1
191	73 - LAPIS JOHANN FABER	4990	—	800	1200	1	1	1
190	287 - DROGARIA CONDE DO PINHAL	297	—	800	1200	1	1	1
197	42 - CLINICA VETERINARIA SANTA PAULA	4985	—	915	1000	1	1	1
185	63 - SANTA CASA	4972	—	900	1000	1	1	1
181	83 - DROGARIA IGUATEMI	4935	—	800	1200	1	1	1
180	268 - CADEIA PUBLICA	3087	—	920	1000	1	1	1
179	INCINER. INCINERADOR	4760	—	851	915	1	1	1
171	46 - DROGARIA TANGARA	4928	—	915	1000	1	1	1
170	59 - USP	4880	—	1005	1016	1	1	1
169	164 - LABORATORIO DE ANATOMOPATOLOGI	4090	—	1004	1013	1	1	1
200	96 - FARMACIA N S DO ROSARIO	3441	—	800	1200	1	1	1
167	176 - ODONTOLOGIA - 25	3283	—	925	1005	1	1	1
166	1 - UNIMED	4995	—	800	900	1	1	1

FIGURA 16 – Base de dados de atributos da camada de pontos de coleta, garagem e incinerador

- **Acompanhamento de veículo de coleta de RSS**

Com o objetivo de estabelecer comparações com as rotas realizadas pela empresa na área de estudo, procedeu-se ao acompanhamento do veículo de coleta, obtendo-se maiores informações. Este procedimento foi realizado por três dias não consecutivos em uma semana, concluindo-se ser o suficiente, pois não houve grandes alterações na forma de execução para o período analisado. Para tal acompanhamento, utilizou-se de veículo da Instituição de Ensino (EESC/USP). Assim, pôde-se fazer observações que não estavam incluídas nas informações fornecidas pela empresa.

- **Criação da rede de transporte**

A etapa que imediatamente precede o processamento dos dados é a criação da rede (*network*), que representa o sistema de transporte com todas as suas características. O TransCAD utiliza arquivos geográficos para fazer mapas de sistemas de transportes e redes para resolver problemas de transporte. Conforme CALIPER (1996), uma rede é um grafo matemático que é uma representação abstrata do sistema de transporte. As redes do TransCAD são arquivos de dados extremamente eficientes e compactos que possuem informação essencial para análise, nos formatos exigidos pelos modelos do *software*.

Para criar a rede de transporte, utiliza-se o procedimento *Networks/Paths>Create*. Como a rede será usada no processamento dos dados (matriz de roteirização), alguns campos são necessários, como comprimento (*Length*) e tempo de viagem (*TIME_MIN*) para cada *link*, conforme exhibe a FIGURA 17. Este último é exigido pelo *software*, não tendo representação alguma para o trabalho, pois este teve por objetivo a minimização de distâncias.

O campo *Length* é criado automaticamente, quando da digitalização dos *links*, assim como seu *ID* correspondente. O campo *TIME_MIN* foi criado e preenchido a partir do campo *SPEED*, que representa a velocidade dos veículos em cada *link*. Este último foi preenchido usando valores de velocidade máxima permitida por legislação, conforme o tipo da via de trânsito; ou ainda, com valores de velocidade média de veículos de coleta. O campo *Dir* representa o sentido de fluxo de cada *link*, onde o valor 0 (zero) indica mão dupla, e os valores 1 (um) e -1, sentido único.

ID	Length	Dir	Name	TIME_MIN	SPEED
2293	0.05	1	AV GRECIA	0.18	28.00
2303	0.02	1	AV HENRIQUE GREGORI	0.06	28.00
2586	0.74	0	RUA CEL JOSE AUGUSTO DE OLIVEIRA SALLES	1.19	60.00
2874	0.01	0	RUA EDUARDO DE CAMPOS MAIA FILHO	0.03	28.00
2938	0.02	0	RUA GERMANO FEHR JR	0.08	28.00
2985	0.04	0	RUA GIUSEPPE NASTRI	0.12	28.00
3375	0.02	1	RUA 24 DE MAIO	0.07	28.00
5865	0.48	0	EST MUNICIPAL GUILHERME SCATENA	0.78	60.00
6677	0.03	1	AV DR CARLOS BOTELHO	0.09	28.00
7411	0.06	1	RUA GEMINIANO COSTA	0.22	28.00
7473	0.07	1	RUA JOSE BONIFACIO	0.23	28.00
8452	0.20	-1	AV COM ALFREDO MAFFEI	0.33	60.00
8517	0.11	-1	AV GETULIO VARGAS	0.18	60.00
8656	0.42	1	ROD WASHINGTON LUIZ	0.40	100.00
8659	0.08	-1	ROD WASHINGTON LUIZ	0.08	100.00
8734	0.04	-1	RUA GAL OSORIO	0.14	28.00
8735	0.04	-1	RUA 9 DE JULHO	0.15	28.00
8779	0.05	-1	RUA 15 DE NOVEMBRO	0.17	28.00
8796	0.07	-1	AV DR TEIXEIRA DE BARROS	0.26	28.00
8806	0.40	1	AV COM ALFREDO MAFFEI	0.64	60.00

FIGURA 17 – Características da base de dados do sistema viário necessárias à criação da rede

Após estas etapas, partiu-se para a aplicação da rotina de roteirização de veículos (*Vehicle Routing*), realizando-se simulações para posterior aplicação no estudo de caso.

5.2.3 Processamento de Dados

O primeiro passo para a aplicação da rotina de roteirização de veículos do TransCAD é a entrada de dados, que através de arquivos geográficos mostram a localização de cada ponto (garagem e pontos de coleta), juntamente com informações de demanda e outras características de cada um deles. Pode-se armazenar garagens e pontos de coleta em um ou em diferentes arquivos. Os campos, contidos nestes arquivos e necessários à rotina de roteirização, foram formatados conforme explicação anterior.

A criação da matriz de roteirização, através do procedimento *Routing/Logistics-Vehicle Routing Matrix*, é o próximo passo. Esta matriz contém informações de distância e tempo de viagem entre cada depósito/garagem e cada ponto de coleta, assim como entre cada par de pontos de coleta. Deve-se fazer uma seleção dos pontos que serão inclusos na matriz. Pode-se calcular a distância e o tempo de viagem com base nas distâncias em rede (*network based*), ou através de distâncias euclidianas (*straight lines*), conforme mostra a FIGURA 18.

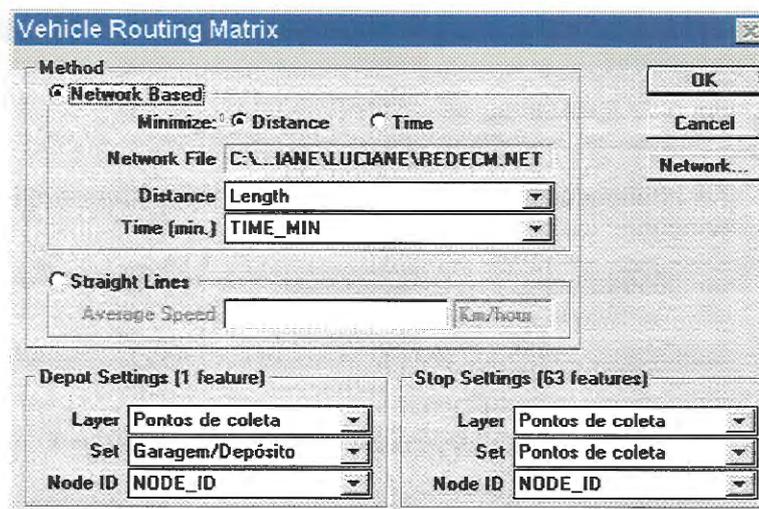


FIGURA 18 – Caixa diálogo para construção da matriz de roteirização de veículos

Quando trabalha-se com distância euclidiana, o *software* a multiplica por um fator de correção convencional, 1,3; e o tempo de viagem entre cada par de pontos é estimado através de uma velocidade média do veículo, a qual pode-se escolher. Para utilizar um diferente fator de correção, substitui-se este através do comando *Matrix-Fill*, após a matriz estar pronta. Este método, distância euclidiana, não requer preparação de rede, e nem que os pontos possuam informações sobre nós da rede mais próximos. Mas, as rotas criadas, a partir desta matriz de roteirização, não podem ser visualizadas no mapa.

Ao trabalhar com distâncias em rede, pode-se escolher entre minimizar a distância ou o tempo de viagem entre os pontos. Quanto mais detalhada for a rede, melhor e mais precisos serão os resultados. Para utilizar este método é preciso ter uma rede que contenha as informações de comprimento e tempo de viagem (em minutos) para cada *link*, conforme explicado no item anterior. Ademais, cada ponto deve possuir um campo com a informação do ID do nó da rede mais próximo a ele.

Existem ferramentas de manipulação específicas para matrizes, através das quais é possível alterar dados incorretos (tempo de viagem ou distância entre pontos), através de digitação direta, via teclado.

Quando adicionam-se outros pontos de coleta ou depósito/garagem, ou ainda, se a distância ou tempo de viagem for alterado, é preciso criar a matriz de roteirização novamente. No primeiro caso, é necessário a alteração da rede de transporte, e, somente após este procedimento é que se faz a criação de uma nova matriz. Mas, para alterações de demanda, capacidade de veículos, janelas de tempo

ou outros parâmetros relativos ao problema de roteirização, pode-se fazer uso da mesma matriz.

Pode-se criar a matriz de roteirização sem fazer uso do procedimento *vehicle routing*, porém algumas condições devem ser satisfeitas. O arquivo da matriz deve ter pelo menos duas matrizes, uma contendo os valores de distâncias e a outra de tempos de viagem. A primeira delas deve conter a informação que se quer minimizar. Ou seja, ao optar-se por minimizar a distância entre os pontos selecionados, a primeira matriz irá conter estas informações, e a segunda irá conter o tempo de viagem entre estes pares de pontos, de modo a se percorrer a distância mínima entre eles. O mesmo ocorre quando opta-se por minimizar o tempo de viagem.

Ademais, a matriz deve ser quadrada, contendo no mínimo três linhas e três colunas, e os valores da diagonal deverão ser iguais a zero. Utilizou-se distâncias em rede para a criação da matriz, a primeira linha e a primeira coluna correspondem aos IDs dos nós mais próximos a cada ponto. A FIGURA 19 apresenta o modelo de uma matriz de roteirização.

	297	441	1010	1029	1100	1152	1220	1225	1346	1457	1458	1466	1496	1544
297	0.00	3.51	6.78	7.18	6.57	5.93	5.60	5.55	5.75	5.50	5.44	5.52	5.11	5.49
441	3.51	0.00	3.62	4.02	3.41	2.77	2.44	2.39	2.59	2.82	2.75	2.84	2.18	2.39
1010	6.79	3.72	0.00	0.44	0.98	1.37	2.10	2.31	2.68	4.13	4.06	4.20	3.43	3.46
1029	7.23	4.09	0.44	0.00	0.71	1.56	2.29	2.49	2.86	4.49	4.43	4.56	3.79	3.82
1100	6.71	3.51	0.98	0.71	0.00	0.88	1.61	1.82	2.19	3.91	3.84	3.98	3.19	3.22
1152	6.01	2.81	1.37	1.56	0.88	0.00	0.73	0.93	1.30	3.10	3.04	3.26	2.33	2.36
1220	5.65	2.45	2.10	2.29	1.58	0.73	0.00	0.20	0.57	2.37	2.31	2.53	1.60	1.63
1225	5.61	2.41	2.31	2.49	1.78	0.93	0.20	0.00	0.53	2.33	2.26	2.48	1.55	1.59
1346	5.72	2.52	2.68	2.86	2.15	1.30	0.57	0.53	0.00	2.17	2.10	2.33	1.39	1.43
1457	5.50	2.76	4.10	4.50	3.89	3.06	2.38	2.34	2.17	0.00	0.07	0.16	0.77	1.43
1458	5.44	2.69	4.04	4.44	3.83	2.99	2.32	2.28	2.10	0.07	0.00	0.22	0.71	1.36
1466	5.52	2.80	4.15	4.55	3.94	3.22	2.54	2.50	2.33	0.16	0.22	0.00	0.93	1.58
1496	5.11	2.15	3.46	3.79	3.17	2.28	1.61	1.57	1.39	0.77	0.71	0.93	0.00	0.65
1544	5.49	2.39	3.49	3.82	3.20	2.32	1.64	1.60	1.43	1.43	1.36	1.58	0.65	0.00
1584	5.80	2.71	3.81	4.08	3.37	2.52	1.79	1.59	1.22	1.74	1.67	1.89	0.97	0.32
1606	6.14	2.94	3.81	4.00	3.29	2.44	1.71	1.51	1.14	2.21	2.15	2.37	1.49	0.87
1713	5.89	3.02	4.37	4.74	4.03	3.18	2.45	2.25	1.88	1.21	1.15	1.37	0.98	0.97
2075	10.45	7.25	7.38	7.36	6.74	6.00	5.27	5.07	4.73	6.73	6.66	6.88	6.08	5.43
2778	10.84	7.64	7.53	7.48	6.86	6.15	5.44	5.23	5.41	7.49	7.43	7.65	6.72	6.39

FIGURA 19 – Visualização de uma matriz de roteirização de veículos

Com a matriz de roteirização pronta, parte-se para a roteirização de veículos propriamente dita, para a qual necessita-se: escolher o conjunto de depósitos (garagens) dos quais os veículos iniciam e terminam as suas rotas, bem como o conjunto de paradas (pontos de coleta) a serem servidas; e identificar a capacidade de cada veículo e a demanda de cada parada (esta não pode ser maior que a capacidade

do veículo). Os depósitos e paradas são escolhidos usando-se ferramentas de seleção, e devem estar presentes na matriz de roteirização, conforme a FIGURA 18, nos itens *Depot Settings* e *Stop Settings*.

A capacidade dos veículos deve ser a mesma para cada depósito, mas pode mudar de um para outro. Neste último caso, deve haver um campo, na camada de depósitos que indica a capacidade dos veículos, sendo que o mesmo procedimento deve ser adotado para cada parada, conforme explicado em item anterior. Se a capacidade é a mesma para todos, pode-se entrar com este valor diretamente na caixa diálogo *Vehicle Routing* (FIGURA 20). Demanda e capacidade devem possuir as mesmas unidades, seja em peso, volume ou unidade de produto.

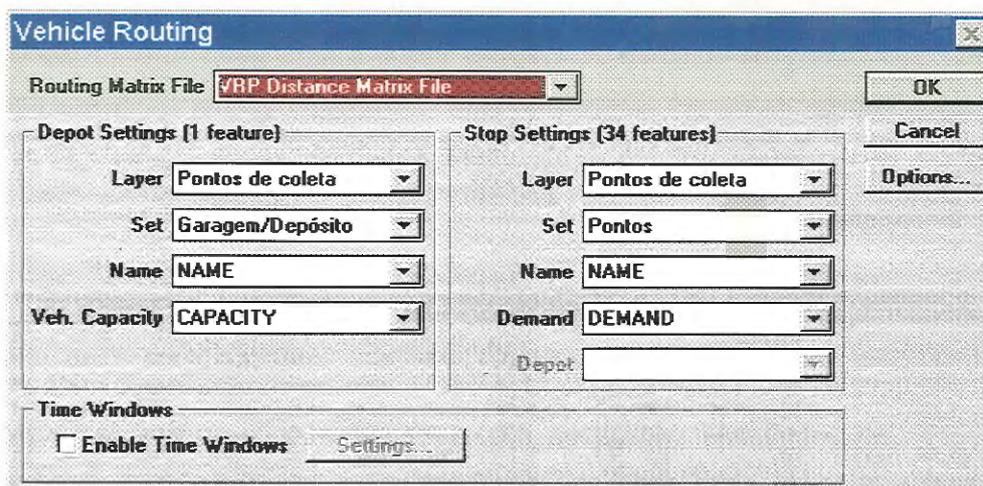


FIGURA 20 – Caixa diálogo da roteirização de veículos

A rotina fornece resultados em dois ou três arquivos de saída de dados. Um arquivo texto que contém o itinerário de cada veículo (FIGURA 21). Uma tabela, ou tabela de rota, contendo uma listagem das paradas em cada rota; sendo que este arquivo somente é produzido se a matriz de roteirização foi criada com base na rede de transporte (FIGURA 22). E, um arquivo relatório contendo informações sobre dados de entrada (nome do arquivo que contém a matriz de roteirização, dado minimizado, etc), e de saída (nome da tabela de rota, nome do arquivo texto, distância percorrida pelo veículo, etc), conforme a FIGURA 22.

A rotina também resolve problemas com restrições de janela de tempo, ou seja, as rotas que são geradas garantem que as paradas sejam atendidas apenas no horário disponível, e os itinerários gerados incluem informações detalhadas do tempo

na parada e de viagem. Para estes procedimentos são necessários dois tipos de informações: janela de tempo atual para cada depósito e parada; e, tempo de serviço por unidade, e fixo, para cada parada.

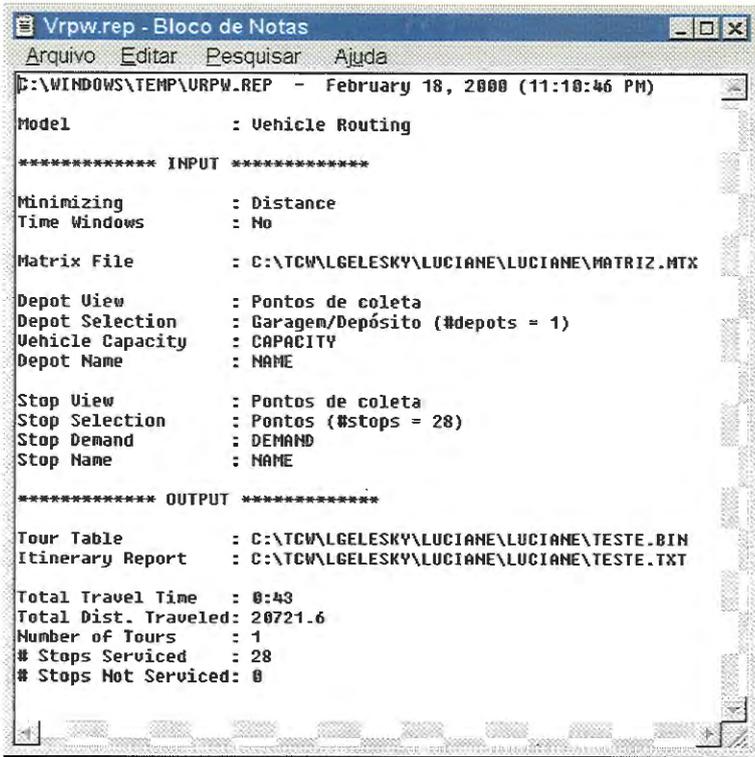
No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load

UEGA-SOPAUE				
1	1 - UNIMED	0:01 - 0:01	684.39	1.0
2	2 - CLINICA VETERINARIA SE	0:07 - 0:07	2428.92	1.0
3	24 - FARMACIA SAO JORGE	0:08 - 0:08	517.83	1.0
4	25 - PRONTO SOCORRO MUNICI	0:08 - 0:08	33.47	1.0
5	26 - HOSPITAL VETERINARIO	0:09 - 0:09	594.72	1.0
6	23 - DROGARIA AZENHA	0:10 - 0:10	347.57	1.0
7	27 - FARMACIA TRADICIONAL	0:10 - 0:10	183.48	1.0
8	28 - INSTITUTO ADOLFO LUTZ	0:11 - 0:11	508.07	1.0
9	34 - UNIMED	0:13 - 0:13	905.52	1.0
10	21 - ODONTOLOGIA - 2	0:17 - 0:17	1538.04	1.0
11	8 - DROGA UTIL	0:19 - 0:19	1322.85	1.0
12	10 - DROGARIA DO POVO	0:20 - 0:20	326.90	1.0
13	12 - POSTO DE SAUDE DR LAU	0:22 - 0:22	928.53	1.0
14	11 - DROGA UTIL	0:22 - 0:22	154.64	1.0
15	13 - DROGA RIO	0:23 - 0:23	175.44	1.0
16	18 - FARMACIA COPACABANA	0:25 - 0:25	1048.34	1.0
17	19 - FARMACIA CONFIANCA	0:26 - 0:26	326.65	1.0
18	20 - CLINICA VETERINARIA P	0:27 - 0:27	789.99	1.0
19	17 - INCAFLEX	0:28 - 0:28	349.56	1.0
20	16 - ODONTOLOGIA (Janaina)	0:29 - 0:29	243.05	1.0
21	15 - FARMACIA MAGISTRAL	0:29 - 0:29	318.85	1.0
22	14 - DROGA SERVE	0:30 - 0:30	105.04	1.0
23	9 - ODONTOLOGIA - 1	0:30 - 0:30	149.55	1.0
24	7 - DROGARIA SANTO ANTONIO	0:32 - 0:32	760.84	1.0
25	6 - DROGA NOSSA	0:32 - 0:32	214.16	1.0
26	5 - POSTO DE SAUDE DR DANT	0:35 - 0:35	1461.63	1.0
27	4 - POLICLINICA VETERINARI	0:39 - 0:39	1790.14	1.0
28	3 - CENTRO SAUDE I	0:40 - 0:40	563.91	1.0
END	UEGA-SOPAUE	0:43	1949.47	

FIGURA 21 – Listagem do itinerário de cada veículo

TOUR	Stop	Node	Sequence	Arrival	Wait	Departure	[Travel Time]	Distance	[Tot. Dist.]	[Tot. Load]	StopFlag	StopLayID
1	172	4591	0	-	-	0.0	-	-	0.00	0.00	1	1
1	166	4995	1	1.5	0.0	1.5	1.5	684.39	684.39	1.00	1	2
1	145	4785	2	6.7	0.0	6.7	5.2	2428.92	3113.31	2.00	1	3
1	38	1225	3	7.8	0.0	7.8	1.1	517.83	3631.14	3.00	1	4
1	39	4788	4	7.9	0.0	7.9	0.1	33.47	3664.61	4.00	1	5
1	58	4790	5	9.1	0.0	9.1	1.3	594.72	4259.33	5.00	1	6
1	40	3944	6	9.9	0.0	9.9	0.7	347.57	4606.90	6.00	1	7
1	43	4794	7	10.3	0.0	10.3	0.4	183.48	4790.38	7.00	1	8
1	64	4799	8	11.4	0.0	11.4	1.1	508.07	5298.44	8.00	1	9
1	139	4898	9	13.3	0.0	13.3	1.9	905.52	6203.96	9.00	1	10
1	151	4846	10	16.6	0.0	16.6	3.3	1538.04	7742.01	10.00	1	11
1	33	4838	11	19.4	0.0	19.4	2.8	1322.85	9064.86	11.00	1	12
1	60	1496	12	20.1	0.0	20.1	0.7	326.90	9391.75	12.00	1	13
1	76	4832	13	22.1	0.0	22.1	2.0	928.53	10320.28	13.00	1	14
1	77	1457	14	22.4	0.0	22.4	0.3	154.64	10474.92	14.00	1	15
1	90	4833	15	22.8	0.0	22.8	0.4	175.44	10650.37	15.00	1	16
1	81	1719	16	25.1	0.0	25.1	2.2	1048.34	11698.70	16.00	1	17
1	98	4842	17	25.8	0.0	25.8	0.7	326.65	12025.36	17.00	1	18
1	28	4910	18	27.5	0.0	27.5	1.7	789.99	12815.35	18.00	1	19
1	61	4844	19	28.2	0.0	28.2	0.7	349.56	13164.90	19.00	1	20
1	29	1584	20	28.7	0.0	28.7	0.5	243.05	13407.96	20.00	1	21
1	195	1544	21	29.4	0.0	29.4	0.7	318.85	13726.80	21.00	1	22
1	30	4841	22	29.6	0.0	29.6	0.2	105.04	13831.85	22.00	1	23
1	82	4834	23	30.0	0.0	30.0	0.3	149.55	13981.39	23.00	1	24
1	80	4911	24	31.6	0.0	31.6	1.6	760.84	14742.23	24.00	1	25
1	24	4965	25	32.0	0.0	32.0	0.5	214.16	14956.39	25.00	1	26
1	57	441	26	35.2	0.0	35.2	3.1	1461.63	16418.03	26.00	1	27
1	35	4784	27	39.0	0.0	39.0	3.8	1790.14	18208.17	27.00	1	28
1	201	4996	28	40.2	0.0	40.2	1.2	563.91	18772.08	28.00	1	29
1	172	4591	29	42.6	-	-	2.3	1949.47	20721.55	-	1	30

FIGURA 22 – Tabela de rota com listagem das paradas em cada rota



```

Vrpw.rep - Bloco de Notas
Arquivo  Editar  Pesquisar  Ajuda
C:\WINDOWS\TEMP\URPW.REP - February 18, 2000 (11:10:46 PM)

Model          : Vehicle Routing

***** INPUT *****

Minimizing     : Distance
Time Windows   : No
Matrix File    : C:\TCW\LGELESKY\LUCIANE\LUCIANE\MATRIZ.MTX

Depot Uiew     : Pontos de coleta
Depot Selection : Garagen/Depósito (#depots = 1)
Vehicle Capacity : CAPACITY
Depot Name     : NAME

Stop Uiew      : Pontos de coleta
Stop Selection  : Pontos (#stops = 28)
Stop Demand    : DEMAND
Stop Name      : NAME

***** OUTPUT *****

Tour Table     : C:\TCW\LGELESKY\LUCIANE\LUCIANE\TESTE.BIN
Itinerary Report : C:\TCW\LGELESKY\LUCIANE\LUCIANE\TESTE.TXT

Total Travel Time : 0:43
Total Dist. Traveled: 20721.6
Number of Tours   : 1
# Stops Serviced  : 28
# Stops Not Serviced: 0
  
```

FIGURA 23 – Relatório com dados de entrada e de saída

Se a matriz de roteirização foi criada a partir da rede de transporte, as rotas geradas pelo procedimento *Vehicle Routing* podem ser convertidas em camadas de sistemas de rota, possibilitando a visualização destas em um mapa.

É possível resolver o problema de roteirização várias vezes, para diferentes capacidades dos veículos ou outros aspectos. Ao final de cada processamento pode-se avaliar os resultados obtidos, e determinar se a solução é aceitável.

O trabalho não teve por objetivo o estudo de algoritmos, assim, utilizou-se aqueles inseridos no próprio *software*. Para o procedimento de roteirização, é considerada a heurística de economias de CLARKE & WRIGHT (1964). O *software* permite a alteração de um parâmetro de forma da rota, proposto por YELLOW (1970), que altera o algoritmo de economias. Conforme EILON et al. (1971), uma vez formada uma rota, esta não pode ser removida, podendo limitar com isto, subseqüentes agrupamentos, que podem produzir resultados melhores. Entretanto, o TransCAD, ao calcular a rota, permite a escolha de um número específico de testes, construindo rotas completas em cada teste. O teste de mínimo custo é apresentado como o resultado final. Estes algoritmos foram comentados no item 3.5.1.



6 ESTUDO DE CASO

6.1 Área do Estudo de Caso

Localizada na região central do estado de São Paulo, São Carlos apresenta as características de uma cidade de médio porte, possuindo, em 1996, uma população de 175.295 habitantes, conforme o IBGE (1996). Os critérios considerados para a escolha desta cidade como área de estudo foram:

- porte do município, de acordo com os objetivos propostos;
- facilidade de acesso às informações sobre o serviço de coleta e posterior trabalho de campo;
- estrutura fornecida pelo centro de pesquisa (Universidade), principalmente quanto à base de dados do sistema viário, que já estava parcialmente digitalizada em sistema computacional.

O serviço de coleta e transporte dos RSS, caracterizado por um sistema especial de coleta, é realizado por empresa terceirizada – VEGA Sopave Engenharia Ambiental, desde o ano de 1989. Segundo ANDREOTTI¹⁸ (1998), até o ano de 1997 o serviço era cobrado por viagem; e, após esta data a cobrança passou a ser por quilômetro percorrido pelo veículo. Apresentou, também, alguns dados referentes à quantidade de resíduo coletada no município, ao longo dos anos, conforme a TABELA 14.

¹⁸ ANDREOTTI, E. C. (1998). *Gerente Operacional – Veja Sopave Engenharia Ambiental, Comunicação Pessoal*, São Carlos, SP.

TABELA 14 – Quantidade de RSS gerada em São Carlos

PERÍODO	PESO COLETADO (kg/dia)*	PERÍODO DA AMOSTRAGEM
Agosto de 1989	350	uma semana
Julho de 1991	400	uma semana
Final de 1993	500	um mês
Março de 1998	680	uma semana

* Valores aproximados

À época da realização do estudo de caso, 182 estabelecimentos geradores (ANEXO C) eram atendidos pelo serviço de coleta, sendo: 26 farmácias, 35 drogarias, 3 hospitais, 16 unidades ambulatoriais, 7 clínicas médicas, 1 consultório médico, 62 consultórios odontológicos, 7 laboratórios, 1 instituição de ensino e pesquisa, 10 clínicas veterinárias, 1 pronto-socorro, 12 postos de saúde e 1 Instituto Médico Legal - IML. A distribuição dos pontos é apresentada na FIGURA 24.

Mas este número não é exato, pois ao realizar-se o acompanhamento do veículo de coleta, pôde-se perceber que alguns estabelecimentos agrupavam o seu resíduo em apenas um deles, que era o que estava presente na listagem a ser seguida pelo motorista. Este valor também é variável, pois a rotatividade, principalmente dos consultórios odontológicos e farmácias/drogarias, é muito grande, sendo que pontos são incluídos e excluídos, freqüentemente.

A empresa também é responsável pelo tratamento do resíduo coletado, para o qual foi adotada a incineração, realizada diariamente entre 11:00 e 14:00.

A coleta acontece em seis dias da semana, no período entre 8:00 e 12:00 aos sábados, e entre 8:00 e 14:00, nos demais, aproximadamente. Cada estabelecimento gerador tem a sua freqüência; ou seja, alguns possuem coleta diária (hospitais, clínicas veterinárias e alguns postos de saúde), outros alternada (algumas drogarias e farmácias) ou semanal (consultórios odontológicos). As FIGURAS 25, 26, 27, 28, 29 e 30 apresentam os estabelecimentos atendidos por dia da semana.

O veículo utilizado para a coleta dos RSS é uma perua Fiorino com caçamba fechada de acordo com as especificações da NBR 12810, possuindo capacidade de carga igual a 800 kg. Como os RSS se caracterizam por grandes volumes, a perua transporta, na realidade, de 200 a 300 kg por viagem.

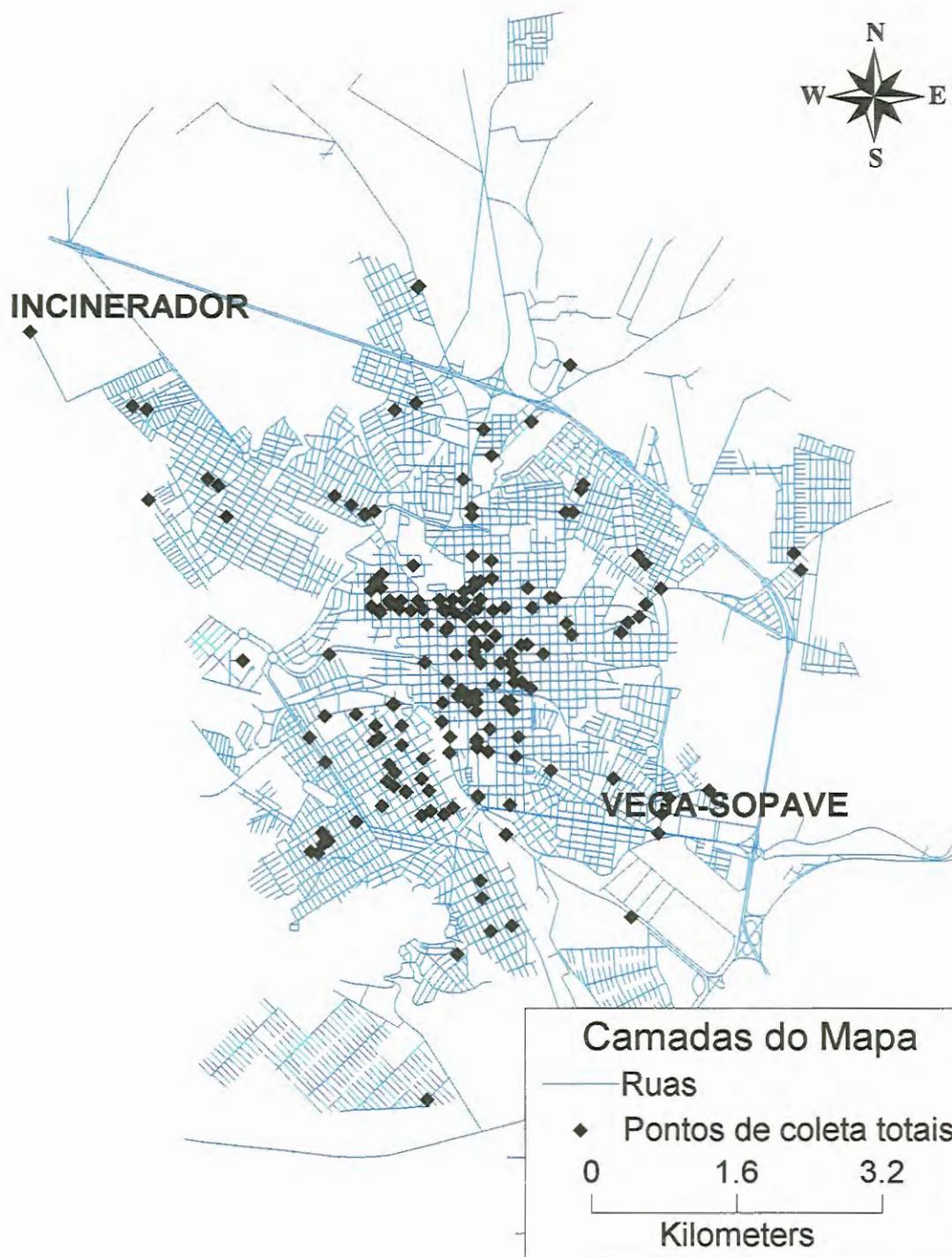


FIGURA 24 – Pontos de coleta de RSS no município de São Carlos

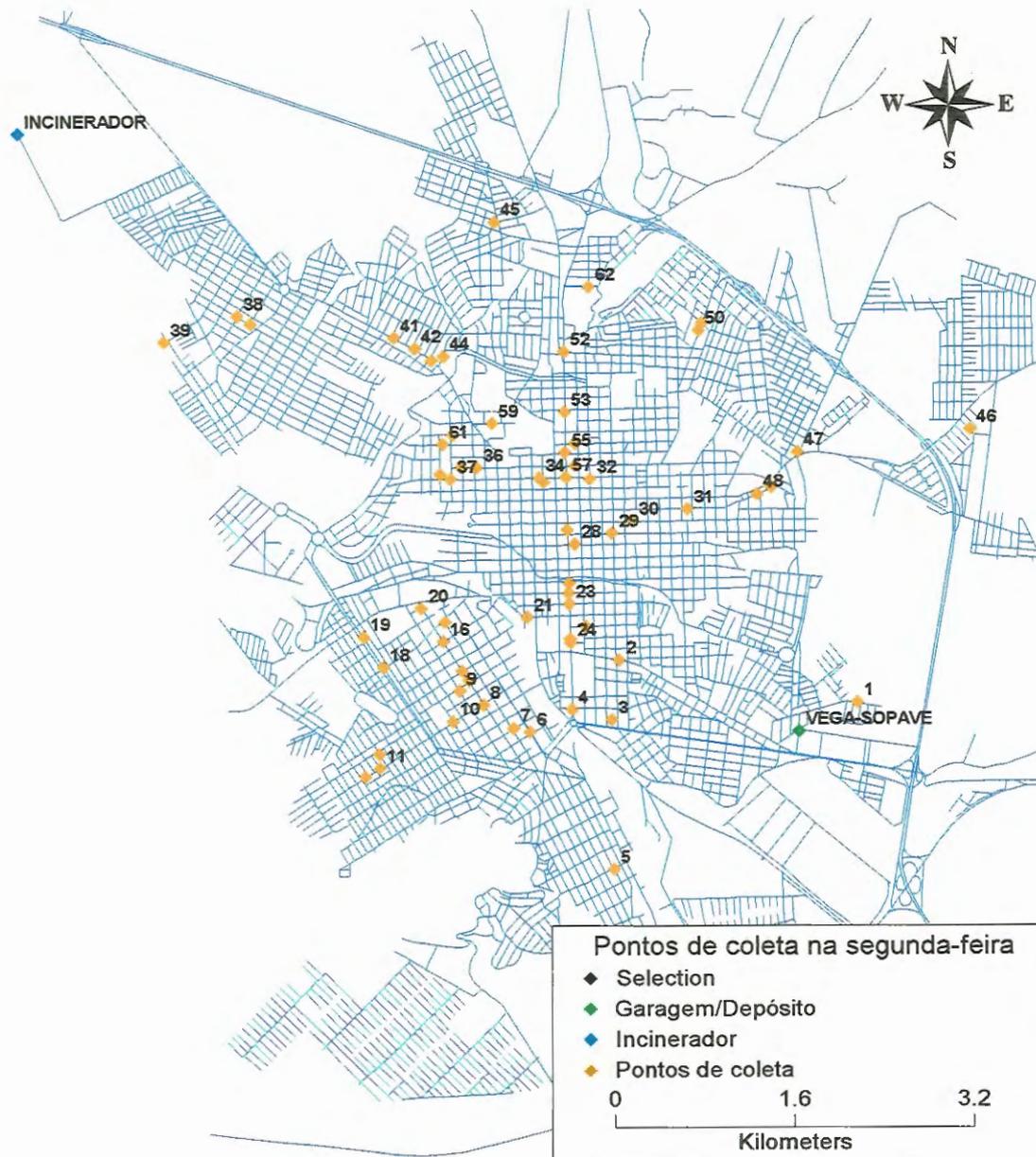


FIGURA 25 – Pontos de coleta de RSS na Segunda-feira

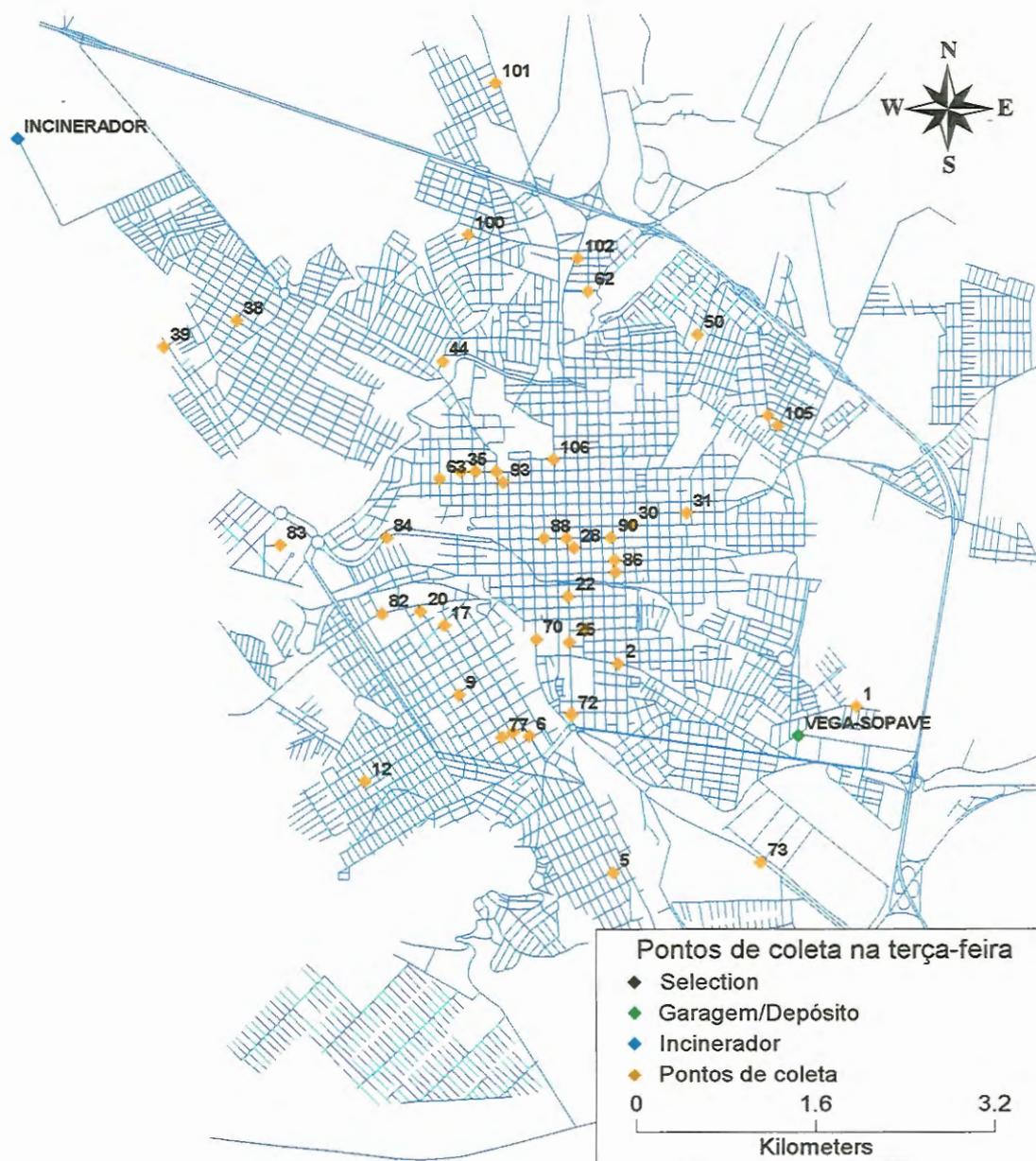


FIGURA 26 – Pontos de coleta de RSS na Terça-feira

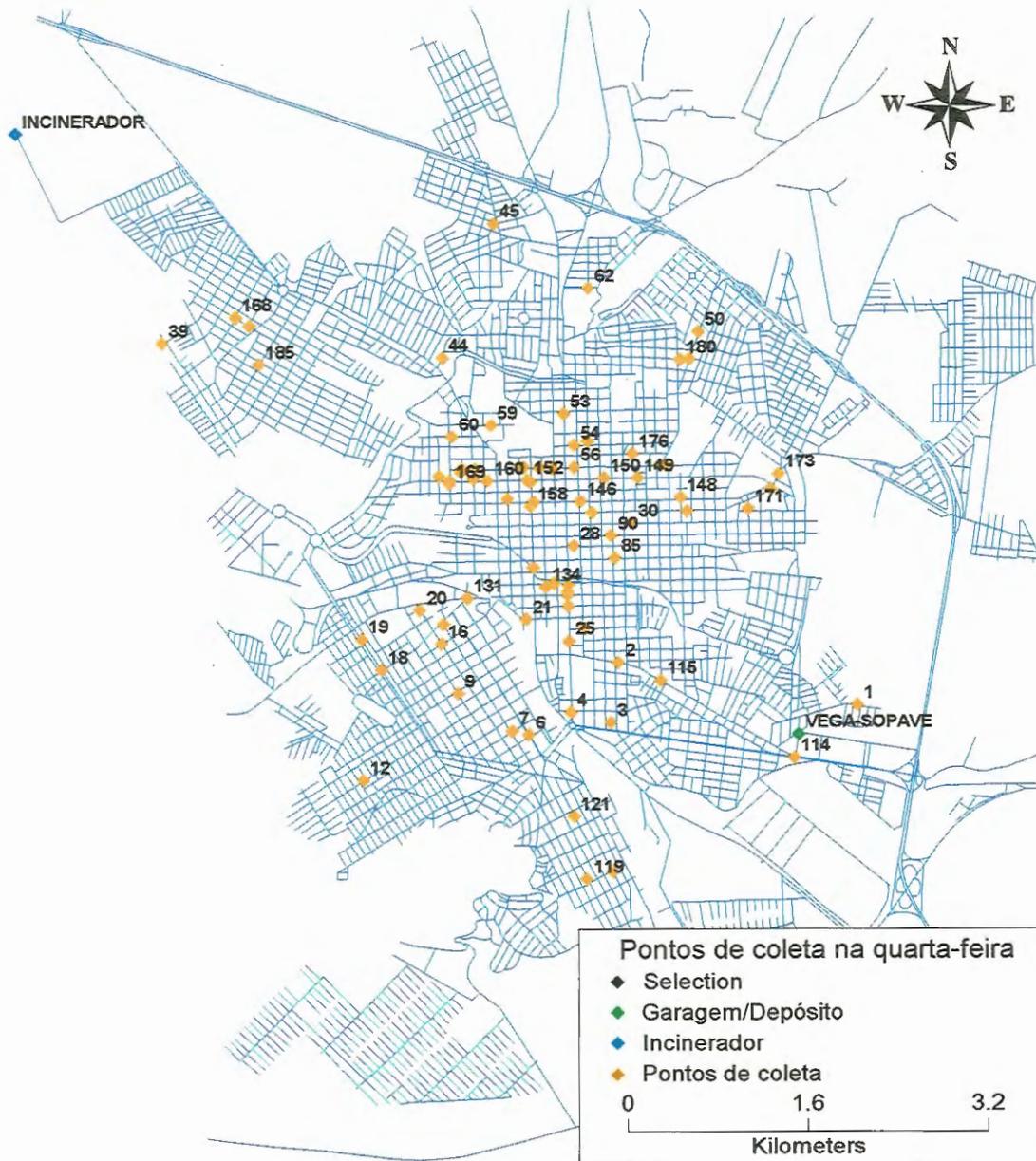


FIGURA 27 – Pontos de coleta de RSS na Quarta-feira

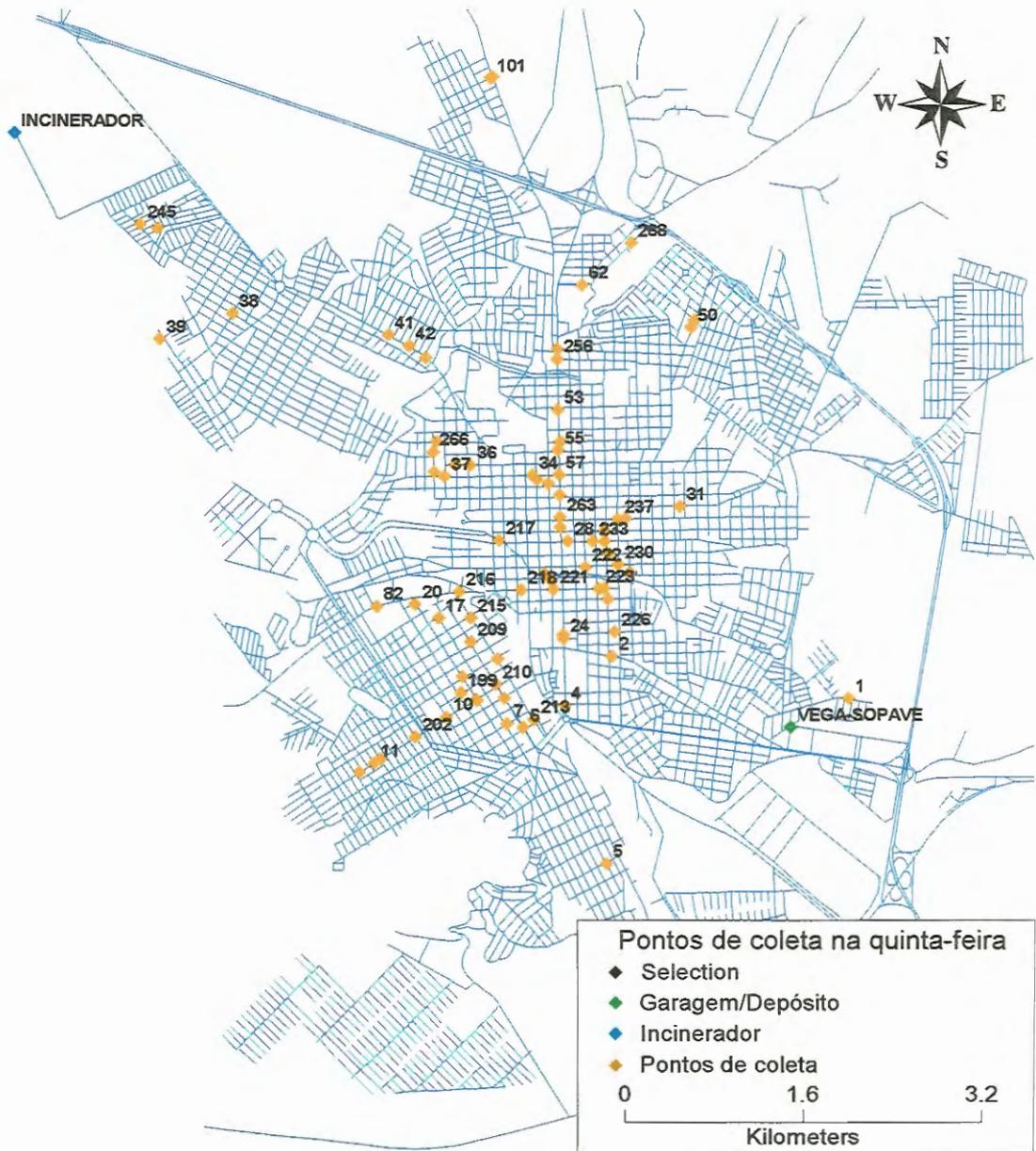


FIGURA 28 – Pontos de coleta de RSS na Quinta-feira

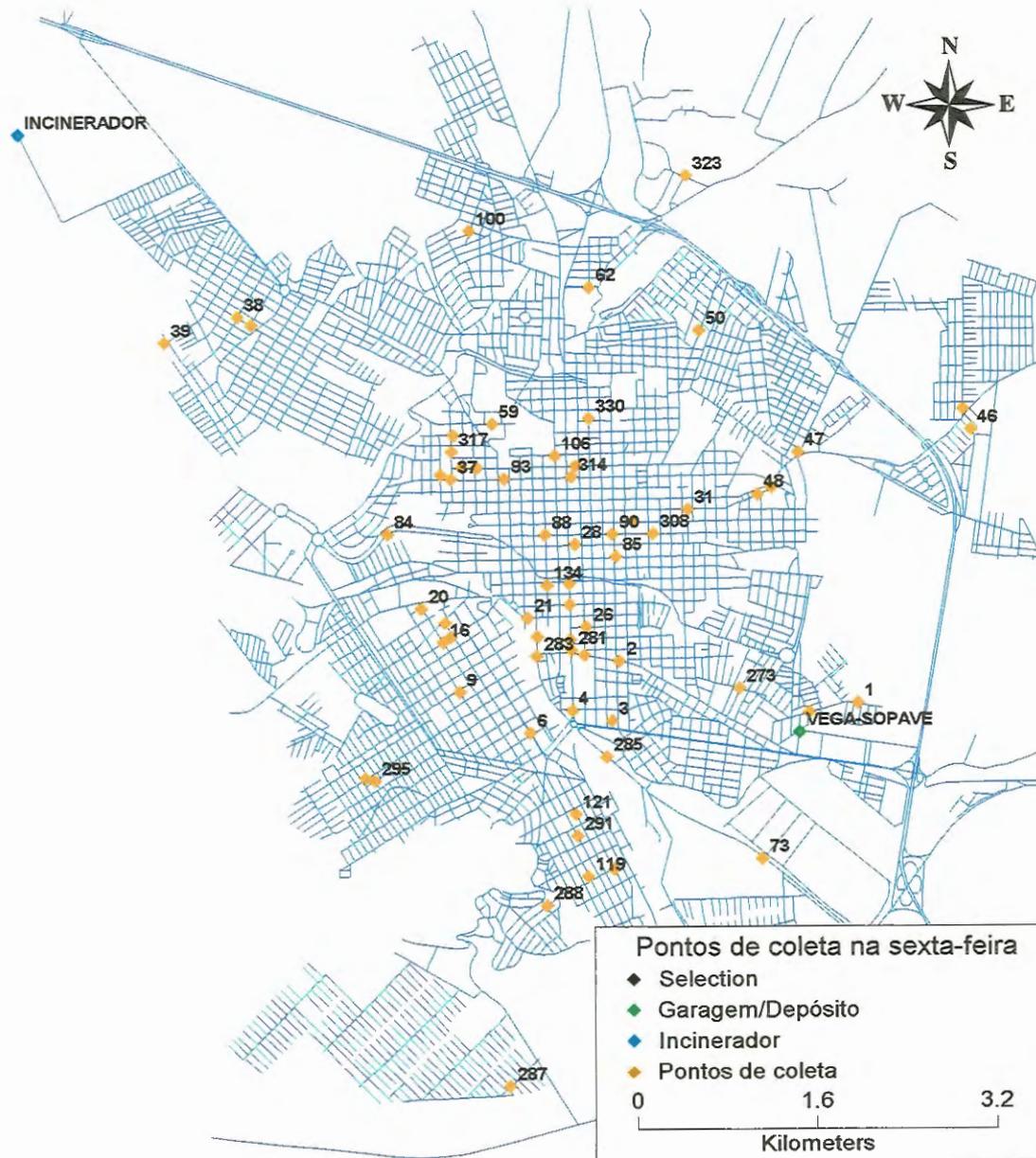


FIGURA 29 – Pontos de coleta de RSS na Sexta-feira

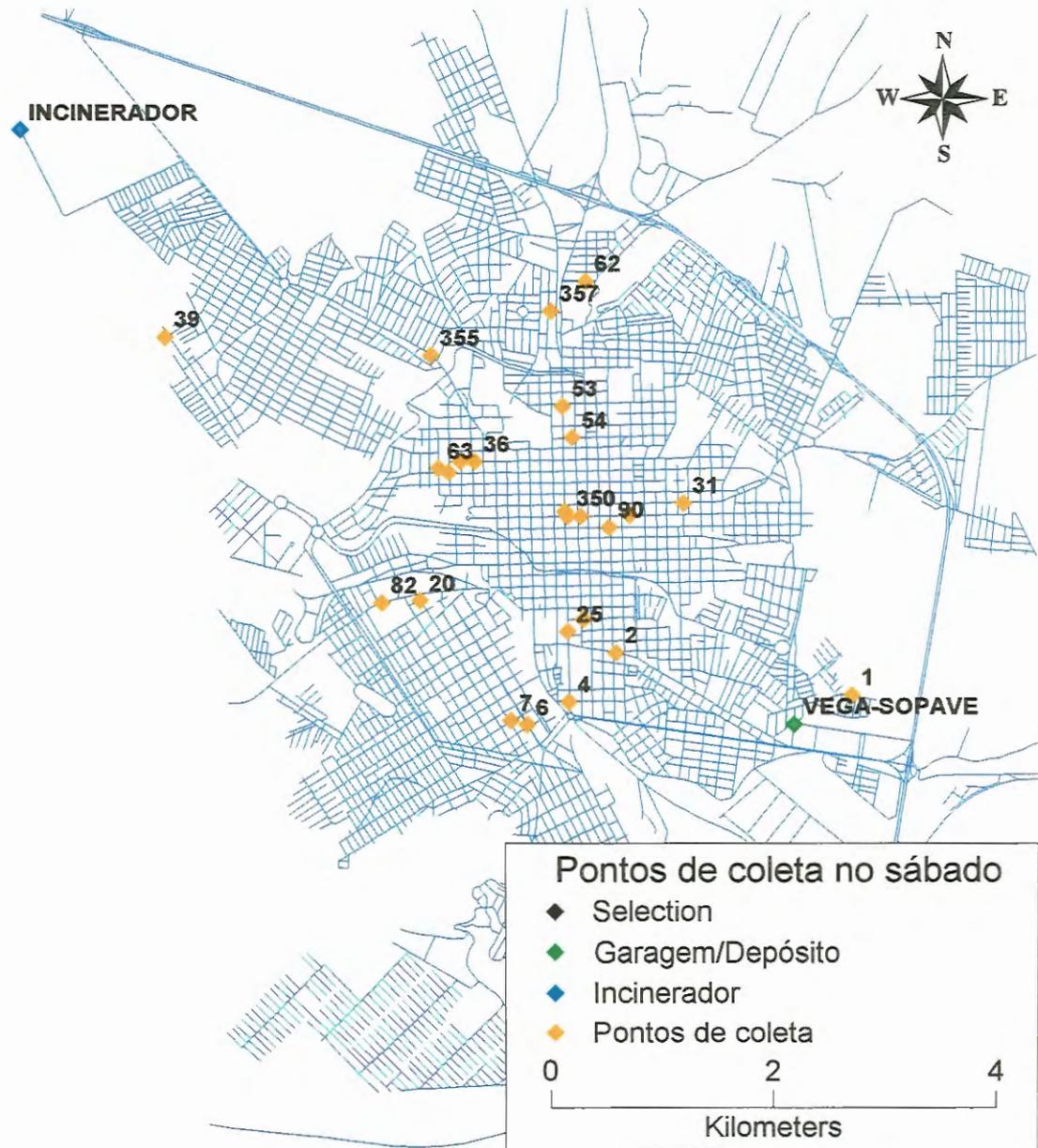


FIGURA 30 – Pontos de coleta de RSS no Sábado

No início da implantação do sistema especial de coleta, as rotas foram definidas pelo método de tentativas, sem o auxílio de qualquer programa computacional. Ao longo do tempo, estas sofreram melhoras, sempre através da experiência de trabalho do gerente de operações. Os estabelecimentos que necessitavam ser incluídos eram adicionados em rotas onde haviam pontos próximos e que combinavam com o dia da coleta. A partir disso criou-se uma listagem dos pontos a serem visitados pelo veículo, que o motorista deveria seguir rigorosamente. Ou seja, as rotas são praticamente fixas, havendo, quando necessário, a inserção ou exclusão de algum ponto.

Para realizar a coleta, o veículo parte da garagem (empresa), visita um número de pontos, até atingir a sua capacidade, retornando a esta, para realizar a pesagem, e dirigir-se ao incinerador. Deste ponto, o veículo começa a sua segunda viagem, passando pelos pontos restantes (de acordo com o dia da semana), nos quais está incluído o Hospital Santa Casa de Misericórdia, sendo este o maior gerador de RSS e o último desta viagem a ser visitado; onde preenche a sua capacidade, e toma a direção da garagem. A partir daí, parte novamente para o incinerador do qual segue para a Santa Casa, retornando à garagem. Por dia são realizadas de 3 a 5 viagens, sendo que no Sábado são de 2 a 3. O número de viagens depende da quantidade de resíduo a ser coletada na Santa Casa, podendo chegar a 3 na Segunda-feira. A última viagem, de qualquer dia, é aquela em que o veículo parte da garagem, segue até o incinerador, e retorna a esta.

Existem alguns pontos com restrições de horário, geralmente clínicas odontológicas e veterinárias, pelo seu curto período de funcionamento. Nestes casos, o resíduo é deixado na frente do estabelecimento, ou com algum vizinho. No caso do IML, há um guarda que possui a chave do depósito provisório dos resíduos.

O número de pontos visitados em cada dia da semana é variado, e são: 63, 44, 78, 78, 65 e 25 pontos, respectivamente, de Segunda-feira a Sábado. No ANEXO C, é apresentada a frequência de cada um deles.

Após a incineração, as cinzas são transportadas até a disposição final (aterro controlado Guaporé), que dista 13 km da garagem.

O incinerador opera com 3 câmaras; a primeira com temperatura acima de 650°C, a segunda acima de 750°C e a terceira de 850°C a 1100°C; sendo utilizado como combustível o óleo diesel e o gás. Segundo ANDREOTTI (1998), este é controlado pela CETESB, que realiza visitas inopinadas, variando de 15 a 90 dias, a qual fornece um relatório sobre as condições do incinerador. Este relatório apresenta soluções a serem tomadas, caso o funcionamento deste não esteja dentro dos limites de controle ambiental.

Quanto ao acondicionamento, nem todos os estabelecimentos adotam o saco plástico branco leitoso, especificado na NBR 9190.

A guarnição, composta por um motorista e um coletor, recebeu treinamento e; a cada 6 meses, é submetida a exames. A empresa também fornece os EPIs (uniforme, luvas e boné), sendo que o uniforme é lavado e esterilizado

O veículo de coleta, após cada descarga no incinerador, é pulverizado com bactericida, no próprio local. Na garagem, ao final de cada jornada, é feita lavagem com água sob pressão e bactericida novamente. Ademais, o veículo é trocado a cada três anos, sendo posto à venda depois de lavado e desinfetado. Sua carroceria é incinerada.

6.2 Aplicação da Rotina de Roteirização de Veículos

Após a criação da rede de transporte e posterior cálculo da matriz de roteirização, procedeu-se à aplicação da rotina de roteirização de veículos. A rede foi construída minimizando distância, pois não haviam dados suficientes para a minimização de tempo. A matriz resultante era formada por 181 linhas e colunas. Todos os passos, aqui apresentados, seguiram a metodologia apresentada anteriormente.

Para a aplicação da rotina, tomou-se uma semana, de 2 a 7 de março de 1998, como sendo padrão, pois a empresa não forneceu muitos dados.

Os pontos utilizados na determinação de cada viagem, foram os mesmos utilizados pela empresa, pois não há um estudo sobre a quantidade de resíduo gerada por tipo de estabelecimento gerador. Desta forma, pôde-se estabelecer comparações diretas entre os dados da empresa e os resultados fornecidos pelo *software*. Foram

criadas seleções na camada de pontos, a partir da correspondente base de dados, para definir os pontos a serem atendidos em cada viagem, para cada dia da semana. Estes pontos foram selecionados através dos métodos de seleção fornecidos pelo TransCAD. Havia três pontos localizados fora dos limites da área urbana de São Carlos, que foram desconsiderados, pois o trajeto até eles, provavelmente, seria o mesmo.

No preenchimento da base de dados da camada de pontos de coleta e garagem, atribuiu-se um valor unitário para a demanda de cada ponto. Para o veículo adotou-se a capacidade de 100 unidades, de forma que esta nunca fosse ultrapassada.

Considerou-se, ainda, o tempo de um minuto para o estacionamento e saída do veículo (*FIXED_SERVICE*), e mais um minuto para a coleta (*TIME_PER_UNIT*), propriamente dita, dos resíduos.

Os campos *OPEN_TIME* e *CLOSE_TIME*, foram preenchidos com os valores de 800 (8:00) e 1800 (18:00), respectivamente, tanto para os pontos de coleta, como incinerador e garagem.

Aplicando a rotina de roteirização, traçou-se as rotas para o veículo, em cada dia da semana. Assim, conforme os dados fornecidos pela empresa, foram traçadas três rotas para o Sábado; e, quatro para os demais dias.

Quando partiu-se para o traçado da segunda rota, era necessário que o veículo atendesse aos pontos não visitados na primeira, encerrando-a na Santa Casa. Isso porque, ao passar neste ponto, preenchia-se a capacidade do veículo; e, geralmente, evitava-se que o veículo retornasse ao ponto (Santa Casa) por mais de duas vezes, incluindo esta. Para a execução deste procedimento, usou-se a rotina de roteirização de veículos com janelas de tempo, forçando-se que a Santa Casa fosse o último ponto a ser visitado. Mas o *software* criou duas, e até três rotas, ao invés de uma só. Desta forma, fez-se algumas intervenções, no sentido de uni-las, em apenas uma. O resultado pode não ter sido o melhor encontrado, mas esta foi a única forma encontrada de “obrigar” que este ponto fosse o último a ser visitado pelo veículo.

Na terceira rota o veículo partia da garagem, se dirigia ao incinerador, para descarga, atendia a Santa Casa novamente, e retornava ao ponto de origem para pesagem. Na última rota, o veículo parte da garagem, descarrega no incinerador, e

retorna a esta. Vale lembrar que a última e a penúltima rota são iguais para todos os dias, ou seja, são aquelas em que o veículo parte da garagem até a Santa Casa, retorna à primeira, segue até o incinerador, retornando novamente. Sempre ao se dirigir ao incinerador, o veículo o faz através da Rodovia Washington Luiz, conforme a FIGURA 31. Segundo ANDREOTTI (1998), este percurso, apesar de mais extenso, é mais rápido, há menos desgaste do veículo e menor consumo de combustível.

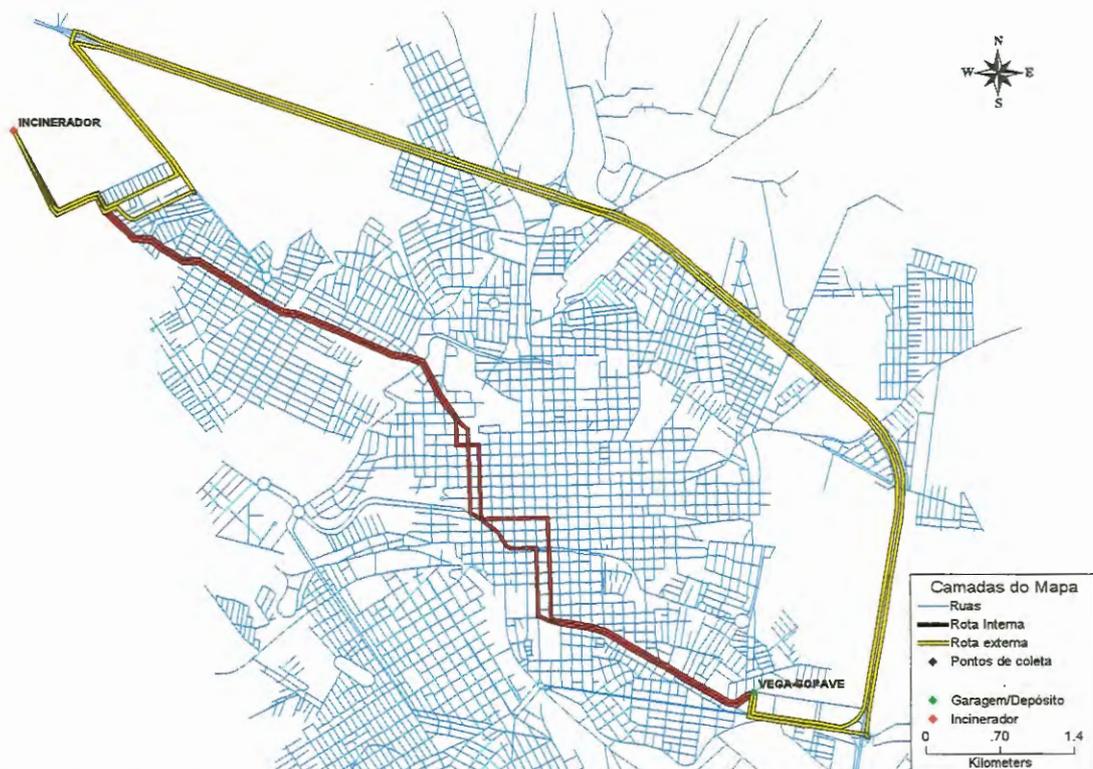


FIGURA 31 – Viagens interna e externa da garagem ao incinerador

Após a execução da rotina de roteirização de veículos, é possível exibir a rota proposta pelo TransCAD, que a executa a partir da tabela de rota fornecida como resultado. Desta forma, procedeu-se à verificação de todas elas, via tela do computador, para certificar-se de que todas as restrições da rede (sentido de fluxo, etc.) foram respeitadas.

Com os resultados obtidos pôde-se partir para uma análise comparativa, entre as rotas propostas pelo *software* e as rotas executadas.

6.3 Problemas Observados

As simulações foram, inicialmente, realizadas em uma versão anterior do TransCAD, a 3.0. Com esta versão vários problemas foram observados, afetando sobremaneira na execução do trabalho. Isto, talvez, porque o TransCAD é uma ferramenta recente na área de planejamento de transportes e por haver poucas aplicações na roteirização de veículos, principalmente, aqueles que realizam a coleta de RSS.

Desta forma, os problemas encontrados serão relatados na seqüência em que o trabalho foi executado.

Nas primeiras tentativas de execução da rotina, seguindo o tutorial proposto pelo fabricante, não foi possível a sua realização. O *software* pedia que se seleccionasse a camada de *links*, as quais já estavam ativas.

Partiu-se, então, para o estudo dos arquivos encontrados na pasta nomeada “Tutorial” (C:\Tcw\Tutorial) do *software*. Descobriu-se que aqueles possuíam a configuração característica daqueles com extensão *.cdf*, ou seja, eles possuíam um campo na base de dados denominado *DATA* (correspondente ao campo *ID*). Assim, utilizou-se de ferramenta do TransCAD para “exportar” o arquivo de dados geográficos, extensão *.dbd*, sendo criado um arquivo compacto, o qual foi utilizado para a execução da rotina.

A partir deste arquivo, foi criada a camada com os pontos de coleta e a garagem, contendo os campos: *NAME*, *CAPACITY*, *DEMAND* e *NODE_ID*, os mesmos comentados na metodologia. Para que fosse possível executar a rotina de roteirização de veículos, tanto a camada dos nós da rede, como a dos pontos deveriam estar conectadas, em uma mesma tabela. Isto foi feito através da ferramenta *Dataview_Join*, que tornava possível a união de duas bases de dados. O campo de referência utilizado para essa união foi o *DATA*, da camada de nós, e o *NODE_ID*, da de pontos. Por quase todas as vezes que promovia-se a união da base de dados, os campos que deveriam necessariamente coincidir, *DATA* e *NODE_ID*, não o faziam. Este trabalho teve de ser feito manualmente, incorrendo em um processo muito demorado. Finalmente, tinha-se as bases formatadas como o software exigia, pois caso contrário, a rotina não era executada. Mas, ainda, era necessário criar-se duas

seleções para os pontos (garagem e pontos de coleta). Todos esses passos, até aqui citados, foram descobertos estudando-se os arquivos presentes na pasta “Tutorial”, pois no material fornecido pelo fabricante não havia nada.

Procedeu-se, então, à criação da rede de transporte, e posteriormente, à da matriz de roteirização.

Cada vez que tornava-se necessária alguma alteração no sistema viário, o que geralmente ocorria, pois este foi sendo melhorado pouco a pouco, devia-se iniciar todo o processo, desde a “exportação” de arquivo; pois as alterações somente são permitidas nos arquivos geográficos (extensão *.dbd*).

Por estes motivos, tornava-se quase que impossível a execução da rotina, pois o tempo consumido na preparação dos arquivos e dados de entrada, era impraticável.

Com a versão atualizada do TransCAD, 3.0c, todos os problemas anteriormente comentados, foram resolvidos. Mas, alguns outros surgiram.

No início do trabalho, o veículo de coleta de RSS, não retornava à garagem para pesagem, mas dirigia-se ao incinerador, para descarga. O *software*, não permite que o ponto de partida seja diferente do de chegada. Para que isso acontecesse, aplicou-se janelas de tempo, obrigando o veículo a visitar o incinerador por último. Para as rotas subseqüentes, não houve problemas, pois agora o ponto de partida e de chegada era o incinerador.

Mas a partir de dezembro de 1997, o esquema de coleta foi modificado, passando a ser realizada pesagem, na empresa, antes da descarga no incinerador. Como somente após esse período é que se conseguiu aprontar a base de dados dos pontos de coleta, e todas as alterações do sistema viário, o estudo de caso baseou-se neste esquema de coleta. Como já foi comentado anteriormente, na segunda viagem de cada dia, o veículo, após visitar os pontos não atendidos na primeira viagem, deveria dirigir-se à Santa Casa, de forma a completar a sua capacidade. Neste caso, fez-se uso das janelas de tempo, pois o *software* não permite que visitas sejam realizadas seguindo uma ordem exata. Mas, ao invés de uma, mais rotas foram geradas.

Neste ponto utilizou-se de interferência pessoal, unindo-se as duas rotas nos pontos mais próximos a elas. Para que estas fossem visualizadas como uma rota única

no mapa, fez-se alterações da tabela de rota, produzida como resultado; pois, é através dos dados desta que o TransCAD as exhibe.

Esta aplicação teve por objetivo avaliar o uso do TransCAD na roteirização de veículos de coleta de RSS, para o qual o mesmo não mostrou-se muito eficiente, pois não permite a utilização de várias restrições, necessárias ao problema, como já foi comentado anteriormente.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo tem por objetivo apresentar e discutir os resultados obtidos do levantamento dos sistemas de coleta dos RSS, em cidades de médio porte no Brasil, e os problemas referentes à coleta destes resíduos. Da mesma forma, trata-se do estudo de caso com a aplicação do *software* TransCAD no planejamento da roteirização dos veículos de coleta e transporte de RSS de São Carlos - SP.

7.1 Características dos Sistemas de Coleta de RSS

Dos questionários enviados aos 514 municípios, especificados no ANEXO B, 69 responderam; correspondendo a 13,42% do total. Analisando-se os de médio porte, objetivo do trabalho, foram recebidos 61 questionários, que representam 11,87% destes, conforme apresenta a TABELA 15.

TABELA 15 – Questionários enviados e recebidos por tipo de município

TIPO	QUESTIONÁRIOS ENVIADOS	QUESTIONÁRIOS RECEBIDOS	% RECEBIDA
Metrópoles Nacionais	2	0	0
Metrópoles Regionais	9	3	0,58
Cidades Grandes	16	2	0,39
Cidades Médias	453	61	11,87
Cidades Pequenas	34	3	0,58
TOTAL	514	69	13,42

De acordo com ESTEFANEL ¹⁹ (1997), é consenso uma amostra ser considerada representativa, se os questionários respondidos corresponderem a, no mínimo, 10% do total enviado. Desta forma, a amostra obtida foi considerada válida.

¹⁹ ESTEFANEL, V. (1997) *Consultor de Estatística e Informática*, Comunicação Pessoal, Santa Maria, RS.

A TABELA 16 apresenta o número de questionários enviados e recebidos e a respectiva porcentagem, por região e por estado. Podemos observar que alguns estados contribuíram mais significativamente nos resultados, assim como alguns não deram nenhuma contribuição. A região e o estado de maior contribuição foram, respectivamente, a Sudeste, com 54,10%; e, São Paulo, com 29,51%, do total dos questionários recebidos.

TABELA 16 – Número de municípios de médio porte pesquisados por região e estado

ESTADO	QUESTIONÁRIOS ENVIADOS	QUESTIONÁRIOS RECEBIDOS	% DO TOTAL RECEBIDO
Região Norte	34	3	4,92
Acre	2	0	0
Amazonas	5	1	1,64
Amapá	2	0	0
Pará	17	1	1,64
Rondônia	4	0	0
Roraima	1	0	0
Tocantins	3	1	1,64
Região Nordeste	121	7	11,47
Alagoas	5	1	1,64
Bahia	35	5	8,19
Ceará	20	0	0
Maranhão	14	0	0
Paraíba	7	0	0
Rio Grande do Norte	5	1	1,64
Pernambuco	25	0	0
Piauí	4	0	0
Sergipe	6	0	0
Região Centro-Oeste	23	4	6,56
Distrito Federal	0	0	0
Goiás	13	3	4,92
Mato Grosso do Sul	4	1	1,64
Mato Grosso	6	0	0
Região Sudeste	192	33	54,10
Espírito Santo	10	0	0
Minas Gerais	55	12	19,67
Rio de Janeiro	27	3	4,92
São Paulo	100	18	29,51
Região Sul	83	14	22,95
Paraná	28	4	6,56
Rio Grande do Sul	38	4	6,56
Santa Catarina	17	6	9,83
TOTAL	453	61	100

As respostas dos questionários recebidos dos municípios de médio porte, incluindo os demais municípios, que foram utilizados apenas para comparação, conforme explicado no item 5.1, encontram-se no ANEXO D.

Para facilitar a análise dos questionários, as tabelas de respostas foram divididas diferentemente destas, por categorias. Estas são: aspectos gerais da coleta, aspectos técnicos, sociais e sanitários e condições financeiras. Assim, apenas os dados mais importantes são apresentados.

Alguns fatores prejudicaram a análise dos questionários; entre os quais podemos citar a ilegibilidade daqueles com respostas preenchidas à mão. Pelo desconhecimento dos responsáveis pela coleta de RSS, todos os questionários foram enviados às prefeituras dos respectivos municípios, que deveriam encaminhá-los ao pessoal qualificado para respondê-los, sendo que esta providência nem sempre foi tomada. Outro fator é a adoção de termos regionais, ou seja, a falta de padronização dos termos concernentes aos RSS. Podemos acrescentar que algumas questões não obtiveram uma resposta direta, apesar de terem sido formuladas para tal.

Vale lembrar que todos os valores a serem aqui apresentados referem-se aos questionários recebidos.

Um resumo dos aspectos gerais dos sistemas de coleta de RSS é apresentado na TABELA 17. Uma grande parte dos municípios brasileiros, 88,52%, adotou a coleta especial para este tipo de resíduo, demonstrando, assim, a conscientização de que uma atenção especial lhes deve ser dada.

O fato também é percebido na questão da separação dos resíduos infectados dos não-infectados, realizada pela maioria dos municípios. Dentre os que não realizam a segregação, 8 têm coleta especial, o que torna tais sistemas mais custosos do que são geralmente.

Quanto à execução dos serviços, a maioria é realizada pela própria prefeitura. As prefeituras admitem a responsabilidade pelo controle dos serviços terceirizados, mas não possuem conhecimento dos detalhes que envolvem o processo da coleta; desta forma, podemos concluir que não importa como o serviço é executado. Há casos em que o serviço é de responsabilidade da prefeitura vizinha, o que acontece

através de convênios. Onde há o serviço misto, a coleta nos hospitais é terceirizada e nos demais estabelecimentos é próprio.

TABELA 17 – Aspectos gerais dos sistemas de coleta de RSS

PARÂMETROS	NÚMERO DE MUNICÍPIOS	%	CARACTERÍSTICA
Tipo de coleta	54	88,52	Especial
	5	8,20	Convencional
	1	1,64	Não há coleta
	1	1,64	Não informam
Separação dos resíduos infectados dos não-infectados	32	52,46	Existe
	12	19,67	Não existe
	17	27,87	Não informam
Serviço de coleta	23	37,70	Terceirizado
	34	55,74	Próprio
	1	1,64	Terceirizado e próprio
	2	3,28	Outra prefeitura
	1	1,64	Não informam
Estudo da geração de resíduo por tipo de estabelecimento	9	14,75	Existe
	46	75,41	Não existe
	2	3,28	Em implantação
	3	4,92	Não informam
	1	1,64	Não compreensível
Tratamento	25	40,98	Incineração
	5	8,20	Queima
	2	3,28	Microondas
	19	31,15	Não existe
	9	14,75	Não informam
	1	1,64	Não compreensível
Disposição final	7	11,48	Aterro sanitário
	3	4,92	Aterro controlado
	7	11,48	Lixão
	10	16,39	Vala séptica (em lixão, aterro controlado ou sanitário)
	13	21,31	Área ou vala específica (em lixão, aterro controlado ou sanitário)
	1	1,64	No próprio gerador (hospitais, etc.)
	20	32,78	Não informam
Fonte de dados	50	81,97	Prefeitura municipal
	10	16,39	Órgão da prefeitura municipal
	1	1,64	Empresa contratada

A maioria dos municípios não possui estudo da geração de resíduos por tipo de estabelecimento, o que auxiliaria muito no planejamento do roteiro dos veículos destinados a realizarem a coleta especial. Apenas um deles forneceu os valores obtidos.

Com relação ao tratamento, a maioria dos municípios que utiliza alguma forma, optou pela incineração, mas muitos não utilizam nenhum antes da disposição final, às vezes alegando não haver legislação para tal. Constatamos que a incineração é realizada, ainda hoje, em alguns hospitais, não sendo o mais recomendado, conforme o comentado na seção 2.5.6. Alguns realizam “queima”, mais prejudicial ao meio ambiente; outros, ainda, aplicam alguns métodos após a disposição final, ou seja, nas próprias valas do local, o que certamente não é adequado. No estado de São Paulo, há um município que centraliza os resíduos de alguns outros, incinerando-os e dispondo-os.

Para avaliarmos a disposição final, é necessário uma comparação com o tratamento aplicado. Assim, a FIGURA 32 apresenta a relação entre estes para os municípios que forneceram tais informações.

Podemos observar que poucos municípios utilizam o aterro sanitário com tratamento anterior, considerado o mais adequado. Outra opção são valas sépticas, adotadas por alguns municípios, mas recomendadas apenas aos de pequeno porte, conforme a seção 2.5.7. Há um caso, que pode ser considerado o mais inadequado, em que os resíduos são “queimados” e dispostos no próprio gerador, hospital e posto de saúde, em valas. Diante dos dados, podemos concluir que a grande maioria dos municípios não dá o destino adequado aos seus RSS.

A TABELA 18 apresenta um resumo dos aspectos técnicos. Boa parte utiliza veículos adaptados (cabina do motorista isolada da carroceria, geralmente fechada e de material liso e impermeável) dos mais variados tipos, marcas e modelos: agrale, caminhão, fiorino, furgão, kombi, pampa, pick-up, saveiro, toyota. Outros optaram por frota diversificada e detalhes podem ser vistos no ANEXO D. Normalmente os veículos são, e devem ser, de uso exclusivo da coleta, o que não ocorre em um município. Na tabela, outro veículo refere-se àqueles que não são adaptados. Apesar de não serem recomendados, utilizam-se veículos compactadores. Nota-se que os veículos são escolhidos de forma bastante empírica.

7 - aterro sanitário	<ul style="list-style-type: none"> 2 - incineração antes da disposição 1 - queima no hospital 1 - incineração após descarga 3 - não há tratamento anterior 						
3 - aterro controlado	<ul style="list-style-type: none"> 1 - incineração antes da disposição 1 - microondas antes da disposição 1 - queima no hospital 						
7 - lixão	<ul style="list-style-type: none"> 2 - incineração antes da disposição 1 - incineração no lixão 3 - não há tratamento anterior 1 - NC 						
10 - vala séptica	<table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tbody> <tr> <td>7 - aterro sanitário</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 6 - não há tratamento anterior 1 - NI </td> </tr> <tr> <td>1 - aterro controlado</td> <td>{ não há tratamento anterior</td> </tr> <tr> <td>2 - lixão</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 1 - não há tratamento anterior 1 - NI </td> </tr> </tbody> </table>	7 - aterro sanitário	<ul style="list-style-type: none"> 6 - não há tratamento anterior 1 - NI 	1 - aterro controlado	{ não há tratamento anterior	2 - lixão	<ul style="list-style-type: none"> 1 - não há tratamento anterior 1 - NI
7 - aterro sanitário	<ul style="list-style-type: none"> 6 - não há tratamento anterior 1 - NI 						
1 - aterro controlado	{ não há tratamento anterior						
2 - lixão	<ul style="list-style-type: none"> 1 - não há tratamento anterior 1 - NI 						
13 - área específica	<table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tbody> <tr> <td>5 - aterro sanitário</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 1 - incineração antes da disposição 1 - queima após descarga 2 - não há tratamento anterior 1 - NI </td> </tr> <tr> <td>4 - aterro controlado</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 1 - queima após descarga 1 - não há tratamento anterior 2 - NI </td> </tr> <tr> <td>4 - lixão</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 2 - não há tratamento anterior 2 - NI </td> </tr> </tbody> </table>	5 - aterro sanitário	<ul style="list-style-type: none"> 1 - incineração antes da disposição 1 - queima após descarga 2 - não há tratamento anterior 1 - NI 	4 - aterro controlado	<ul style="list-style-type: none"> 1 - queima após descarga 1 - não há tratamento anterior 2 - NI 	4 - lixão	<ul style="list-style-type: none"> 2 - não há tratamento anterior 2 - NI
5 - aterro sanitário	<ul style="list-style-type: none"> 1 - incineração antes da disposição 1 - queima após descarga 2 - não há tratamento anterior 1 - NI 						
4 - aterro controlado	<ul style="list-style-type: none"> 1 - queima após descarga 1 - não há tratamento anterior 2 - NI 						
4 - lixão	<ul style="list-style-type: none"> 2 - não há tratamento anterior 2 - NI 						

FIGURA 32 – Relação entre disposição final e tratamento dos RSS

Grande parte utiliza método manual para o traçado das rotas, utilizando algumas considerações técnicas, sendo as mais citadas: aspectos econômicos, classificação dos geradores, condições de tráfego, condições funcionais dos geradores, horários, localização dos geradores, menor percurso e tempo possível, necessidade do setor, prioridade para os grandes geradores, regiões da cidade, relevo, sentido do tráfego, tipo de construção e pavimento, umidade do resíduo, volume de resíduo de cada gerador. Alguns não estabelecem rota, pois não acham necessário.

O estabelecimento das rotas compete, geralmente, ao responsável pelo serviço de coleta, prefeitura ou empresa contratada. Para esta última, muitas vezes, há fiscalização da primeira. Os estabelecimentos geradores e a vigilância sanitária, algumas vezes, participam desta etapa com as prefeituras. Em alguns casos, fica a critério do motorista.

TABELA 18 – Aspectos técnicos dos sistemas de coleta de RSS

PARÂMETROS	NÚMERO DE MUNICÍPIOS	%	CARACTERÍSTICA
Tipo de veículo utilizado	28	45,90	Veículo adaptado
	4	6,56	Basculante
	1	1,64	Caçamba
	3	4,92	Caminhão
	4	6,56	Compactador
	7	11,47	Outro veículo
	9	14,75	Frota diversificada
	5	8,20	Não informam
Método para definir a rota	42	68,85	Manual
	1	1,64	Programa computacional
	3	4,92	Não estabelece rota
	15	24,59	Não informam
Quem estabelece as rotas	22	36,06	Prefeitura municipal ou órgão da prefeitura
	6	9,84	Prefeitura municipal e outros
	10	16,39	Empresa contratada
	2	3,28	Motorista
	1	1,64	Geradores
	20	32,79	Não informam
Aspectos considerados na determinação das rotas	40	65,57	Consideram algum tipo de aspecto
	21	34,43	Não informam
Tipo de resíduo coletado	27	44,26	Especificam os resíduos
	7	11,48	Consideram todos os resíduos
	25	40,98	Não especificam
	2	3,28	Não informam
Distância entre garagem e destino final (km)	14	22,95	Mesmo local
	5	8,19	Até 5 km
	13	21,31	Até 10 km
	6	9,84	Até 15 km
	4	6,56	Até 20 km
	3	4,92	Até 30 km
	3	4,92	Até 40 km
	1	1,64	120 km
	1	1,64	150 km
11	18,03	Não informam	
Coleta em pontos com restrição de horário	40	65,57	Não há pontos com restrição de horário
	1	1,64	Coleta realizada pela manhã
	3	4,92	Coleta realizada à noite
	1	1,64	Coleta realizada em horários predeterminados
	8	13,11	Coleta realizada em horários disponíveis

PARÂMETROS	NÚMERO DE MUNICÍPIOS	%	CARACTERÍSTICA
Coleta em pontos com restrição de horário	1	1,64	Não compreensível
	7	11,48	Não informam
Estabelecimentos geradores atendidos pela coleta	55	90,16	Especificam os tipos de estabelecimento
	6	9,84	Não informam
Número de pontos geradores	46	75,41	Especificam o número de geradores
	15	24,59	Não informam
Intervalo entre as coletas em cada ponto gerador	13	21,31	Diária
	13	21,31	Alternada
	19	31,15	Diária e alternada
	2	3,28	Alternada e semanal
	8	13,11	Diária, alternada e semanal
	2	3,28	Semanal
	1	1,64	Quinzenal
3	4,92	Não informam	

Quanto ao tipo de resíduo coletado, depende de haver, ou não, segregação. Podemos observar que alguns seguem as especificações dadas pela NBR 12808, outros a CONAMA N.º 5. Dos 7 municípios que coletam todos os resíduos, 4 têm coleta especial, que, como já foi comentado, eleva os custos.

Em mais de 50% dos municípios, a distância entre garagem e destino final é inferior a 10km; limite aceito por PINTO (1979)²⁰ apud COSTA (1998). Aqueles em que este dado apresenta valores de 120km e 150km, são os casos em que os resíduos são encaminhados a outro município, para incineração e disposição final.

Alguns estabelecimentos geradores possuem horário de funcionamento limitado; outros, como hospitais, possuem regras internas para entrega dos resíduos. Quando existem estas restrições, a coleta é realizada pela manhã, à noite, em horários predeterminados ou disponíveis.

Em cada município, varia o tipo e o número de estabelecimentos geradores atendidos pela coleta, na maioria especial. Isto ocorre, como já citado, por haver aqueles que responsabilizam-se pelo seu resíduo, como os hospitais que os incineram.

²⁰ PINTO, M. da S. (1979) *A coleta e disposição do lixo no Brasil*. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas. p.55-56 apud COSTA, H. dos S. (1998). *Aspectos operacionais das estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares no Brasil*. São Carlos. 204p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Ademais, podem haver alguns estabelecimentos que, pela proximidade física, reúnem seus resíduos, sem o conhecimento do responsável pelo serviço; como ocorre no município de São Carlos, principalmente com os consultórios odontológicos e farmácias.

Quanto à frequência da coleta, esta difere em cada município e, também, por tipo de gerador. Quando há diferentes tipos de frequência no mesmo município, podemos considerar que: a coleta diária é realizada em grandes geradores, como hospitais; a alternada em pequenos geradores, como clínicas odontológicas; e a semanal, em farmácias. Conforme alegam, essa variação depende da necessidade de cada gerador. Entendemos por coleta alternada aquela realizada em dias alternados. Ademais, lembramos que a NBR 12810 recomenda que o intervalo entre estas não seja superior a 24h, admitindo que possa ser realizada em 48h.

A TABELA 19 apresenta um resumo dos aspectos social e sanitário. A composição da guarnição de coleta depende de como esta é realizada. Quando especial, a guarnição é composta basicamente por 1 motorista e 1 ou 2 coletores; já quando convencional, são 3 ou 4 coletores.

Em mais de 60% dos municípios a guarnição recebe treinamento e é submetida a exames médicos pré-admissionais e periódicos. O serviço de apoio (higienização e manutenção dos veículos, lavagem e desinfecção dos EPIs e higienização corporal) é prestado por 45,90%. Alguns destes serviços são oferecidos por 27,87%. O EPIs recomendados pela NBR 12810 (uniforme, luvas, botas e boné) são fornecidos em mais de 50% dos municípios, mas na maioria não atendem às exigências de cor e material.

As normas para acondicionamento dos resíduos nem sempre são respeitadas pelos geradores, apesar de receberem orientação para tal. Algumas soluções alternativas para os perfurocortantes são adotadas, como: garrafas PET, embalagens de alumínio, álcool ou desinfetantes.

Os veículos coletores devem possuir algumas características, citadas na seção 2.5.4. Em 70,49%, são dotados de superfícies internas lisas e cantos arredondados para facilitar a higienização; e, em 57,38% não permitem vazamento de líquido e possuem ventilação adequada. Quanto aos equipamentos auxiliares, 44,26% dos veículos os possuem; e apenas 45,90% possuem as informações citadas na referida seção.

TABELA 19 – Aspectos social e sanitário dos sistemas de coleta de RSS

PARÂMETROS	NÚMERO DE MUNICÍPIOS	%	CARACTERÍSTICA
Guarnição	1	1,64	1 Motorista
	25	40,98	1 Motorista e 1 coletor
	8	13,11	1 Motorista e 2 coletores
	3	4,92	1 Motorista e 3 coletores
	1	1,64	1 Motorista e 4 coletores
	23	37,71	Não informam
Treinamento da guarnição	42	68,85	Existe
	14	22,95	Não existe
	5	8,20	Não informam
Exames médicos pré-admissionais e periódicos	37	60,66	Existe
	17	27,87	Não existe
	7	11,47	Não informam
Serviço de apoio aos funcionários	28	45,90	Existe
	17	27,87	Existe algum tipo
	10	16,39	Não existe
	6	9,84	Não informam
Equipamentos de Proteção Individual	11	18,03	Uniforme, luvas, botas, colete e boné
	1	1,64	Uniforme, luvas, botas, boné e máscara
	4	6,56	Uniforme, luvas, botas e colete
	19	31,14	Uniforme, luvas, botas e boné
	1	1,64	Uniforme, luvas e colete
	3	4,92	Uniforme, luvas e botas
	2	3,28	Uniforme, luvas e boné
	1	1,64	Uniforme, botas, colete, boné e máscaras
	1	1,64	Uniforme, botas e boné
	4	6,56	Uniforme e luvas
	2	3,28	Luvras, botas e colete
	1	1,64	Luvras, botas e boné
	2	3,28	Luvras e botas
	3	4,92	Luvras
	1	1,64	Não fornecem EPI's
	5	8,19	Não informam
Acondicionamento dos resíduos infectantes	35	57,38	Apropriado
	5	8,19	Apropriado, em parte
	2	3,28	Apropriado, grande parte
	12	19,67	Não apropriado
	3	4,92	Não compreensível
4	6,56	Não informam	

PARÂMETROS	NÚMERO DE MUNICÍPIOS	%	CARACTERÍSTICA	
Acondicionamento de resíduos perfurocortantes	21	34,43	Apropriado	
	4	6,56	Apropriado, em parte	
	3	4,92	Apropriado, grande parte	
	7	11,47	Não apropriado	
	2	3,28	Não compreensível	
	24	39,34	Não informam	
Características do veículo coletor: superfícies internas lisas, cantos arredondados	43	70,49	Sim	
	9	14,75	Não	
	3	4,92	Não compreensível	
	6	9,84	Não informam	
Características do veículo coletor: não permite vazamento de líquido, ventilação adequada	35	57,38	Sim	
	12	19,67	Não	
	2	3,28	Não existe ventilação	
	3	4,92	Não compreensível	
	9	14,75	Não informam	
Equipamentos auxiliares disponíveis no veículo coletor	27	44,26	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	
	1	1,64	Pá, vassoura, saco plástico de reserva	
	2	3,28	Pá, rodo, saco plástico de reserva	
	1	1,64	Pá, saco plástico de reserva	
	3	4,92	Saco plástico de reserva, solução desinfetante	
	1	1,64	Pá e vassoura	
	1	1,64	Saco plástico de reserva	
	2	3,28	Pá	
	11	18,03	Não informam	
	12	19,67	Nenhum	
	Informações no veículo coletor (nome empresa coletora, etc.)	28	45,90	Sim
		1	1,64	Município, empresa coletora, especificação dos resíduos transportáveis, número do veículo coletor
3		4,92	Município, especificação dos resíduos transportáveis, número do veículo coletor	
1		1,64	Empresa coletora, especificação dos resíduos transportáveis	
4		6,56	Município	
1		1,64	Empresa coletora	
1		1,64	Especificação dos resíduos transportáveis	
11		18,03	Não	
11		18,03	Não informam	

PARÂMETROS	NÚMERO DE MUNICÍPIOS	%	CARACTERÍSTICA
Veículo coletor possui cor branca	38	62,30	Sim
	1	1,64	Alguns
	9	14,75	Não
	1	1,64	Não compreensível
	12	19,67	Não informam
Simbologia para transporte rodoviário	25	40,98	Sim
	24	39,35	Não
	12	19,67	Não informam
Estado de conservação do veículo coletor	7	11,48	Ótimo
	18	29,50	Bom
	7	11,48	Médio, razoável ou regular
	2	3,28	Péssimo
	27	44,26	Não informam

Ainda com relação aos veículos, mais de 60% possuem cor branca e alguns ostentam a simbologia para transporte rodoviário. Alguns municípios consideram este último não ser necessário, pois alegam que o veículo não sai dos limites da cidade. Boa parte destes estão em ótimo ou bom estado de conservação.

Por fim, a TABELA 20 apresenta um resumo dos custos de coleta e tratamento, para os 28 municípios que forneceram tais informações. Embora, no questionário, pedíssemos o custo da coleta por tonelada, alguns forneceram em outras unidades, tais como: por mês; por quilometragem percorrida; por hora trabalhada, pois envolvia aluguel de veículo; por litro de resíduo coletado; por viagem realizada pelo veículo até o destino final; e, mensal por caminhão. Dentro do possível, realizamos a transformação, quando havia dados disponíveis para tal, para custo por tonelada. Alguns, ainda, forneceram dados com o tratamento e/ou destino final, incluso e em separado.

Os municípios consideram vários aspectos, no cálculo do custo da coleta, entre eles, podemos citar:

- veículos de coleta: manutenção e conserto de cada veículo, mecânico, peças, pneus, combustível, lubrificantes, depreciação, desinfecção, lavagem, vida útil;

- mão-de-obra direta e indireta: salário, insalubridade, encargos sociais, uniformes, EPI, EPC, vale alimentação e transporte;
- despesas fixas;
- despesas variáveis: água, energia elétrica, gás, telefone, material de consumo e limpeza, sacos plásticos;
- taxa administrativa;
- taxas, seguros, impostos, isenções;
- remuneração do capital e lucro;
- equipamentos e manutenção, ferramentas, caixas coletoras;
- planejamento, projetos, investimentos, obras, instalações, operação;
- tratamento, operação de valas de aterro;
- quantidade de resíduo coletado, quilometragem percorrida, viagens ao destino final;
- horas trabalhadas (aluguel de equipamentos).

Apesar de poucos municípios fornecerem valores do custo da coleta, faz-se importante tecer alguns comentários. Notamos que os valores obtidos apresentam variações absurdas para cada município. Não existe uma faixa de custos médios, como existe para a coleta dos resíduos sólidos domiciliares. Tentamos encontrar o aspecto que mais influenciava neste custo, como: número de habitantes, tipo de coleta, responsável pelo serviço, veículo utilizado, resíduo coletado, região e/ou estado.

Os valores mais altos foram encontrados naqueles municípios em que temos a combinação dos seguintes fatores: serviço terceirizado, coleta especial e quantidade pequena de resíduos.

Quando há terceirização, os custos tendem a ser mais elevados; isto ocorre, principalmente, por não haver, como já comentado, uma tabela de preços para este serviço.

O custo também tende a ser maior quando a quantidade de resíduos a ser coletado é pequena, o que acontece nos municípios menores. É justificável que isto ocorra, pois há um veículo especialmente destinado a este serviço, e os custos fixos são iguais, independente da quantidade de resíduo. Já nos municípios onde há coleta

TABELA 20 – Custo coleta, tratamento e/ou destino final dos RSS em alguns municípios de médio porte (R\$)

MUNICÍPIO	CUSTO COLETA	CUSTO TRATAMENTO OU DESTINO FINAL	CUSTO COLETA E TRATAMENTO OU DESTINO FINAL
Sorocaba	102,56/ton.	-	
Joinville			2136,44/ton. (vala séptica)
Mauá	251,50/ton.	NI	
Piracicaba	58,00/ton.	1450,00/ton. (microondas)	
Bauru	276,50/ton.	NI	
Montes Claros			300,00/ton. (incineração)
Florianópolis	55,57/ton.	NI	
Suzano	381,33/ton.	1480,00/ton. (incineração)	
Passo Fundo	668,89/ton.	NI	
Santa Luzia	370,00/ton.	NI	
Itajaí	184,00/ton.	207,64/m ³ (vala séptica)	
Barreiras	45,00/ton. (incluso na domiciliar)	-	
Francisco Morato	462,50/ton.	NI	
Varginha	5,75/ton. (incluso na domiciliar)	NI	
Itabira	137,39/ton.	NI	
Resende	52,00/ton. (incluso na domiciliar)	NI	
Jaraguá do Sul	1533,00/ton.	-	
Passos	40,00/ton. (incluso na domiciliar)	NI	
Ituiutaba	400,00/ton.	NI	
Ourinhos			1800,00/ton.(incineração)
Bebedouro	250,00/ton.	NI	
Paragominas	26,80/ton.	-	
Gurupi	298,30/ton.	-	
Catalão	2000,00/mês/caminhão	NI	
Farrroupilha	1500,00/ton.	NI	
Penápolis	47,91/ton.	1550,00/ton. (incineração)	
Irati	16,35/ton.	NI	

diária e a quantidade de resíduos é maior, o que pode influenciar nos altos custos são os roteiros mal planejados dos veículos de coleta, que percorrem distâncias maiores do que o necessário, incidindo em tempo gasto, combustível, entre outros. Esta também pode ser uma das causas de custos elevados onde o serviço é próprio.

Notamos, também, que os municípios onde estão presentes os custos mais elevados, pertencem à região Sul do país, mas este não é um fato conclusivo.

Dentre todos os valores apresentados, um convém ser comentado, pela sua discrepância. O município que forneceu o valor de R\$3800,00 (três mil e oitocentos reais) por viagem, chega ao final do mês com um custo absurdamente elevado; pois, conforme declarado no questionário, eram realizadas em torno de 5 (cinco) viagens por dia. Este valor está em total desacordo com a realidade dos municípios brasileiros.

Quanto ao tratamento, incineração e microondas, os poucos dados obtidos revelaram uma grande semelhança entre eles. Alguns questionários forneceram os valores da coleta e tratamento e/ou destino final em conjunto, os quais são apenas apresentados.

Diante desses dados de custos, relativamente altos, podemos concluir que cuidados devem ser tomados no planejamento do serviço de coleta, entre eles a otimização das rotas dos veículos; pois, conforme já comentado, a coleta absorve uma considerável parcela do orçamento municipal.

Vale destacar a importância da participação dos municípios, através dos questionários enviados por prefeituras e empresas contratadas, responsáveis pelo serviço de coleta de RSS, na contribuição desta etapa do trabalho, sem os quais não poderíamos realizar as análises anteriores.

7.2 Resultados da Rotina de Roteirização de Veículos

Com os dados obtidos da empresa e os resultados fornecidos pelo TransCAD, pôde-se estabelecer comparações, que foram processadas no *software* Microsoft Excel. Vale lembrar que tomou-se uma semana como sendo padrão, sobre a qual aplicou-se a rotina de roteirização de veículos, minimizando distância, com base na rede de transporte. Os resultados aqui apresentados foram divididos por dia da semana.

Foram estabelecidos dois métodos de comparação. No primeiro, analisou-se as rotas fornecidas pelo *software*, minimizando distância, onde toda viagem percorrida

pelo veículo até o incinerador, deveria ser feita internamente. Ou seja, o veículo atravessa o centro da cidade. No segundo, considerou-se que o veículo efetuará esta viagem externamente, através da Rodovia Washington Luiz. Estes dois casos foram demonstrados na FIGURA 31, anteriormente apresentada. Procedeu-se desta maneira, pois conforme o gerente de operações da empresa, há mais vantagens em realizar o percurso externo.

As rotas fornecidas pelo *software*, de Segunda-feira a Sábado, são, respectivamente, apresentadas nas FIGURAS 33, 35, 37, 39, 41 e 43. O itinerário de cada rota é apresentado no ANEXO E. Vale lembrar que a última e a penúltima rota, de cada dia, são iguais para todos os outros. Sendo assim, os itinerários destas duas rotas foram apresentados apenas para a Segunda-feira.

Nas TABELAS 21, 22, 23, 24, 25 e 26 apresenta-se os dados obtidos na empresa, para cada dia, de Segunda-feira a Sábado, respectivamente; e, os resultados fornecidos pelo TransCAD, para as viagens interna e externa, conforme anteriormente explicado. A comparação entre estes dados pode ser visualizada nas subseqüentes FIGURAS 34, 36, 38, 40, 42 e 44, respectivamente, de Segunda-feira a Sábado.

A listagem dos itinerários fornecidos para cada rota (ANEXO E), contém apenas o caminho mínimo entre os pontos a serem visitados. Para obter-se o comprimento real de cada rota, fez-se necessário a visualização da sua correspondente base de dados. O campo nomeado *impedance* fornece este dado; pois considera todos os movimentos necessários para a visita seqüencial dos pontos, sem infringir as restrições da rede.

A segunda rota, vale lembrar, foi obtida a partir da união de duas outras, criadas através da opção de janelas de tempo. Quando o TransCAD desenha esta rota na tela do computador, ele utiliza-se da tabela de rota, que foi alterada para que as rotas se tornassem uma só.

A primeira rota de cada dia, será igual para os resultados do TransCAD, considerando viagem interna e externa, pois nesta não há viagem do veículo até o incinerador.

Os valores dos dados da empresa são inteiros, pois foram assim fornecidos.

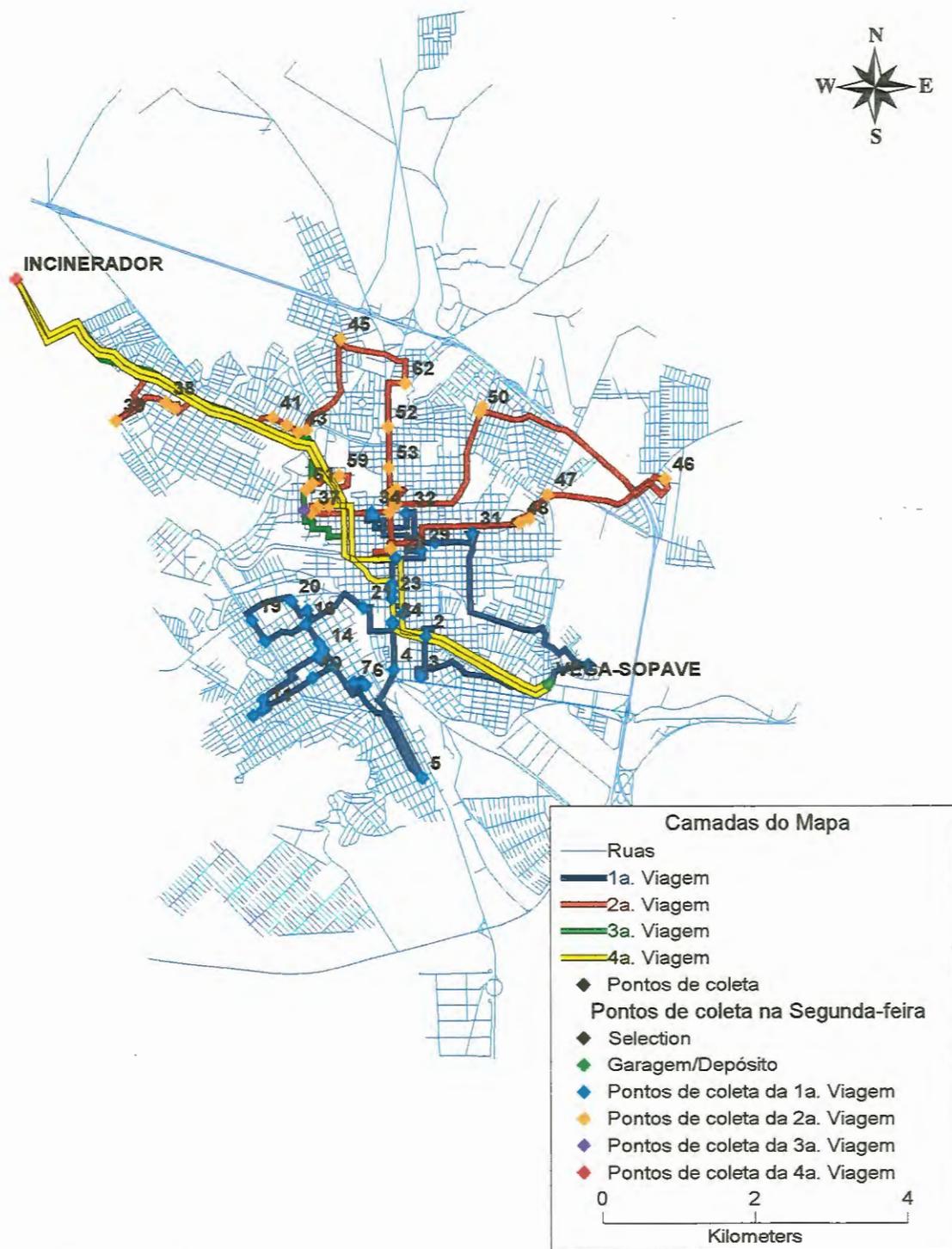


FIGURA 33 – Rotas fornecidas pelo TransCAD para a Segunda-feira

TABELA 21 – Distâncias percorridas pela empresa na Segunda-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa (km)

VIAGEM	VEGA	TransCAD (viagem interna)	REDUÇÃO %	TransCAD (viagem externa)	REDUÇÃO %
1ª.	31,00	25,24	18,58	—	—
2ª.	51,00	42,64	16,39	49,30	3,33
3ª.	29,00	21,35	26,38	28,00	3,45
4ª.	34,18	20,88	38,91	34,18	0,00
TOTAL	145,18	110,11	24,16	111,48	2,36

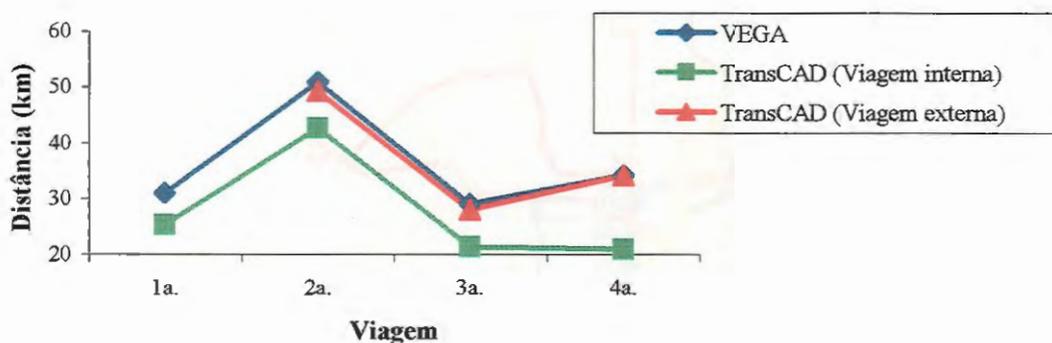


FIGURA 34 – Comparação entre as distâncias percorridas pela empresa na Segunda-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa

Pelos resultados da primeira viagem, podemos observar que uma simples reorganização na ordem de visita aos pontos, representa uma redução no percurso de 18,58%, sendo um resultado muito positivo.

Para a segunda viagem, onde a ida até o incinerador se faz externamente, a redução foi de 3,33%. Um dos motivos por essa redução não ter sido tão significativa, é a experiência da empresa, através do gerente de operações, na realização deste tipo de serviço.

As reduções de percurso totais, obtidas para viagem interna e externa, foram de 24,16% e 2,36%, respectivamente.

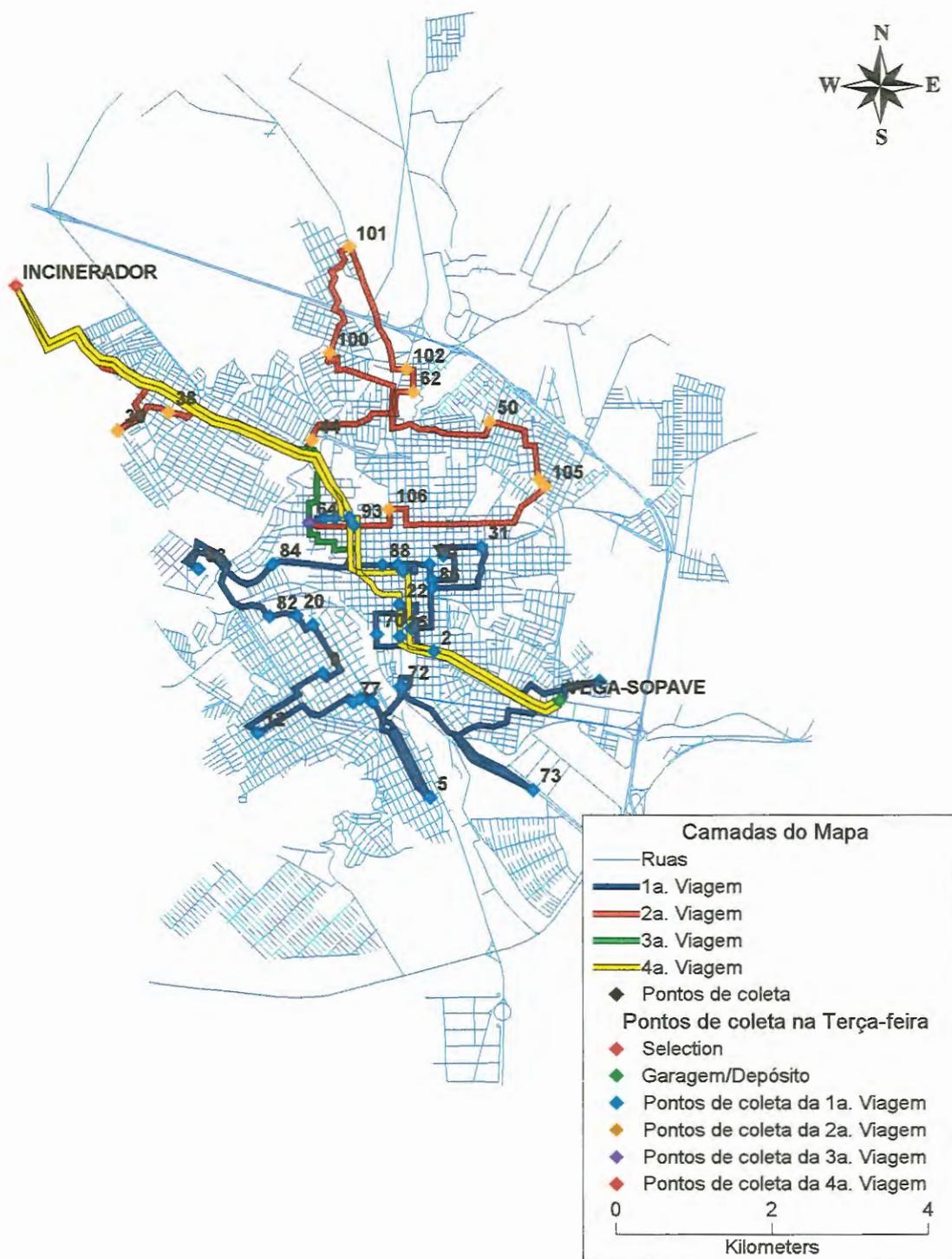


FIGURA 35 – Rotas fornecidas pelo TransCAD para a Terça-feira

TABELA 22 – Distâncias percorridas pela empresa na Terça-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa (km)

VIAGEM	VEGA	TransCAD (viagem interna)	REDUÇÃO %	TransCAD (viagem externa)	REDUÇÃO %
1 ^a .	38,00	33,77	11,13	—	—
2 ^a .	42,00	36,27	13,64	42,93	-2,21
3 ^a .	29,00	21,35	26,38	28,00	3,45
4 ^a .	34,18	20,88	38,91	34,18	0,00
TOTAL	143,18	112,27	21,59	105,11	0,07

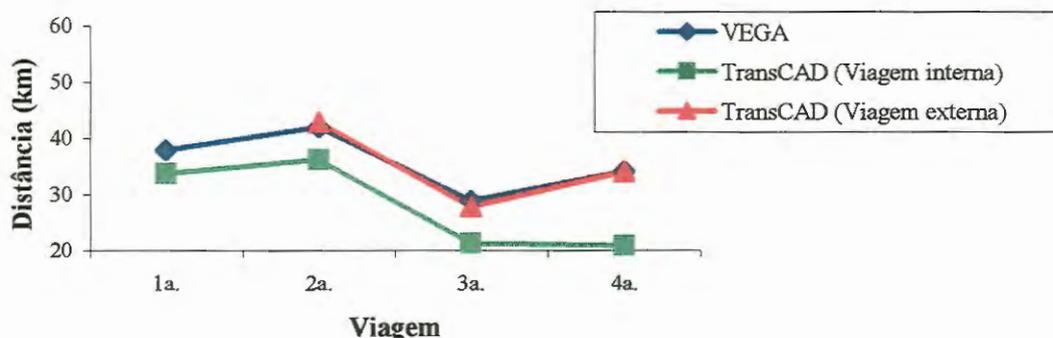


FIGURA 36 – Comparação entre as distâncias percorridas pela empresa na Terça-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa

Para a segunda viagem da Terça-feira, podemos observar que o *software* não apresentou uma melhoria. Não se sabe, exatamente, como o TransCAD calcula as rotas. De acordo com CALIPER (1996), quando há restrições de janelas de tempo, método utilizado para o cálculo desta rota, o *software* utiliza-se do algoritmo proposto por SOLOMON (1986). Mas, este artigo apresenta várias heurísticas para resolver tal problema. Assim, não se tem conhecimento de qual delas é utilizada pelo *software*.

Quando se realizou o acompanhamento do veículo de coleta, pôde-se observar que o motorista realizava manobras, não obedecendo às restrições da rede, que diminuam o percurso.

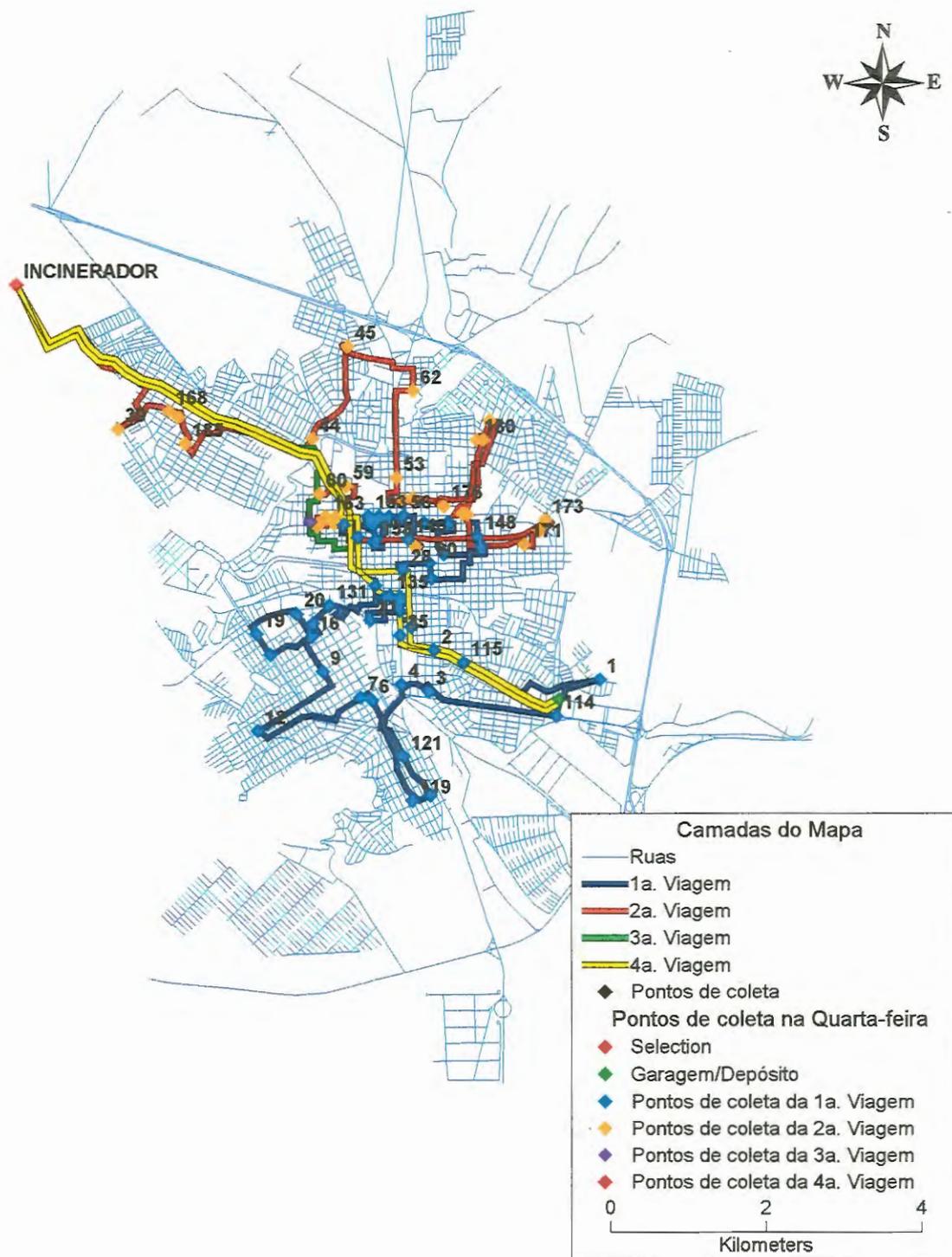


FIGURA 37 – Rotas fornecidas pelo TransCAD para a Quarta-feira

TABELA 23 – Distâncias percorridas pela empresa na Quarta-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa (km)

VIAGEM	VEGA	TransCAD (viagem interna)	REDUÇÃO %	TransCAD (viagem externa)	REDUÇÃO %
1ª.	36,00	30,25	15,97	—	—
2ª.	53,00	40,52	23,55	47,17	11,00
3ª.	29,00	21,35	26,38	28,00	3,45
4ª.	34,18	20,88	38,91	34,18	0,00
TOTAL	152,18	113,00	25,75	109,35	5,88

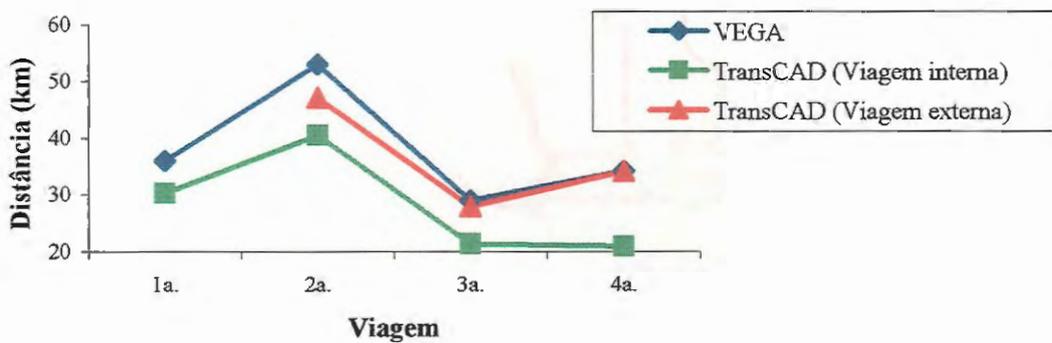


FIGURA 38 – Comparação entre as distâncias percorridas pela empresa na Quarta-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa

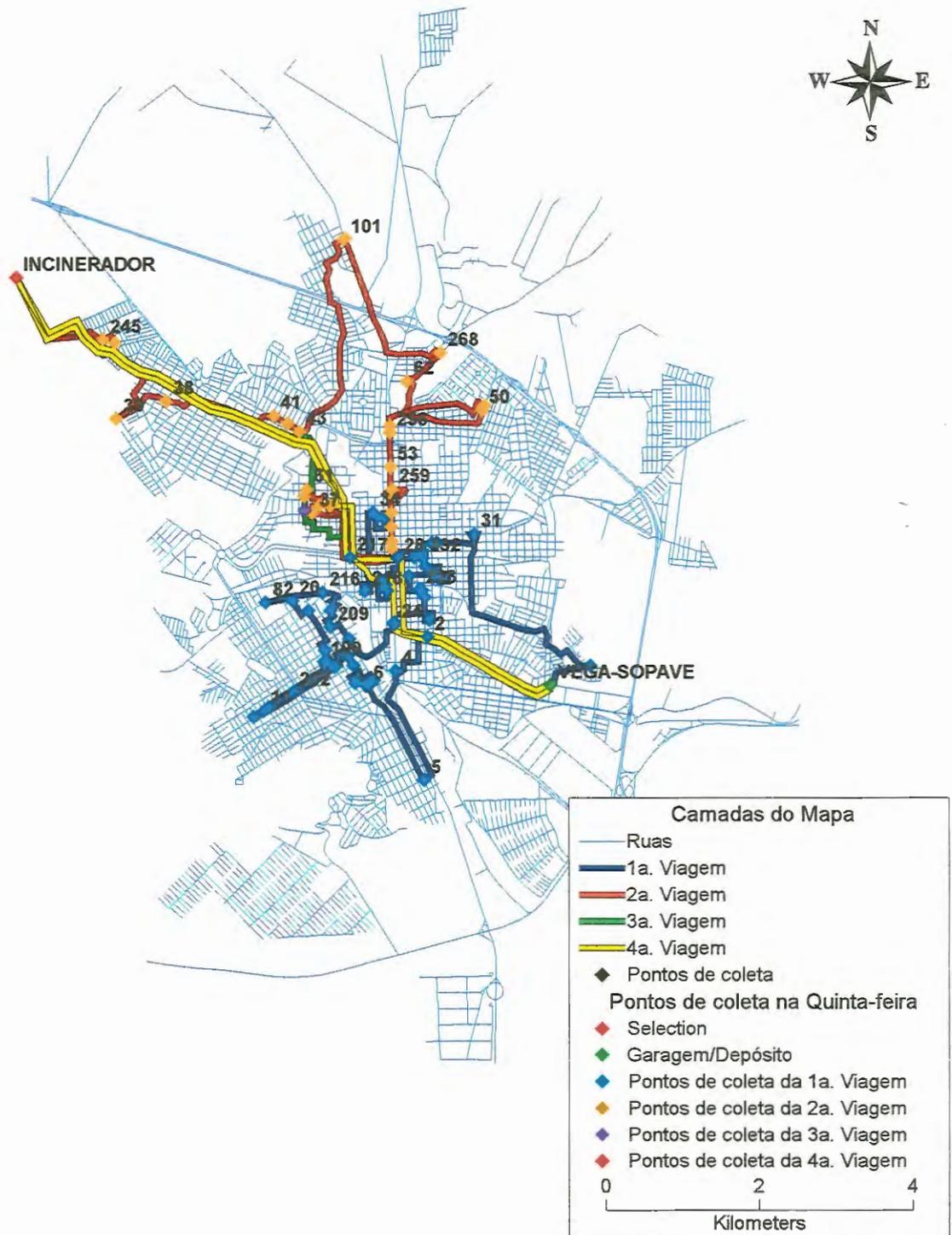


FIGURA 39 – Rotas fornecidas pelo TransCAD para a Quinta-feira

TABELA 24 – Distâncias percorridas pela empresa na Quinta-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa (km)

VIAGEM	VEGA	TransCAD (viagem interna)	REDUÇÃO %	TransCAD (viagem externa)	REDUÇÃO %
1ª.	35,00	29,34	16,17	—	—
2ª.	49,50	37,63	23,98	44,13	10,85
3ª.	29,00	21,35	26,38	28,00	3,45
4ª.	34,18	20,88	38,91	34,18	0,00
TOTAL	147,68	109,20	26,06	106,31	5,65

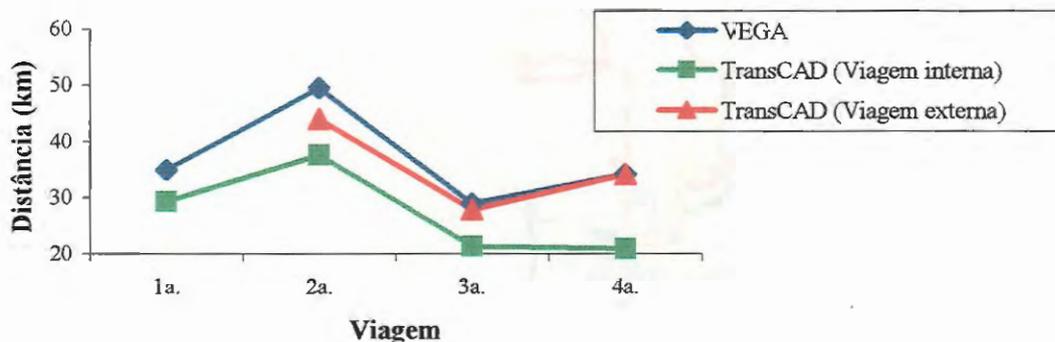


FIGURA 40 – Comparação entre as distâncias percorridas pela empresa na Quinta-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa

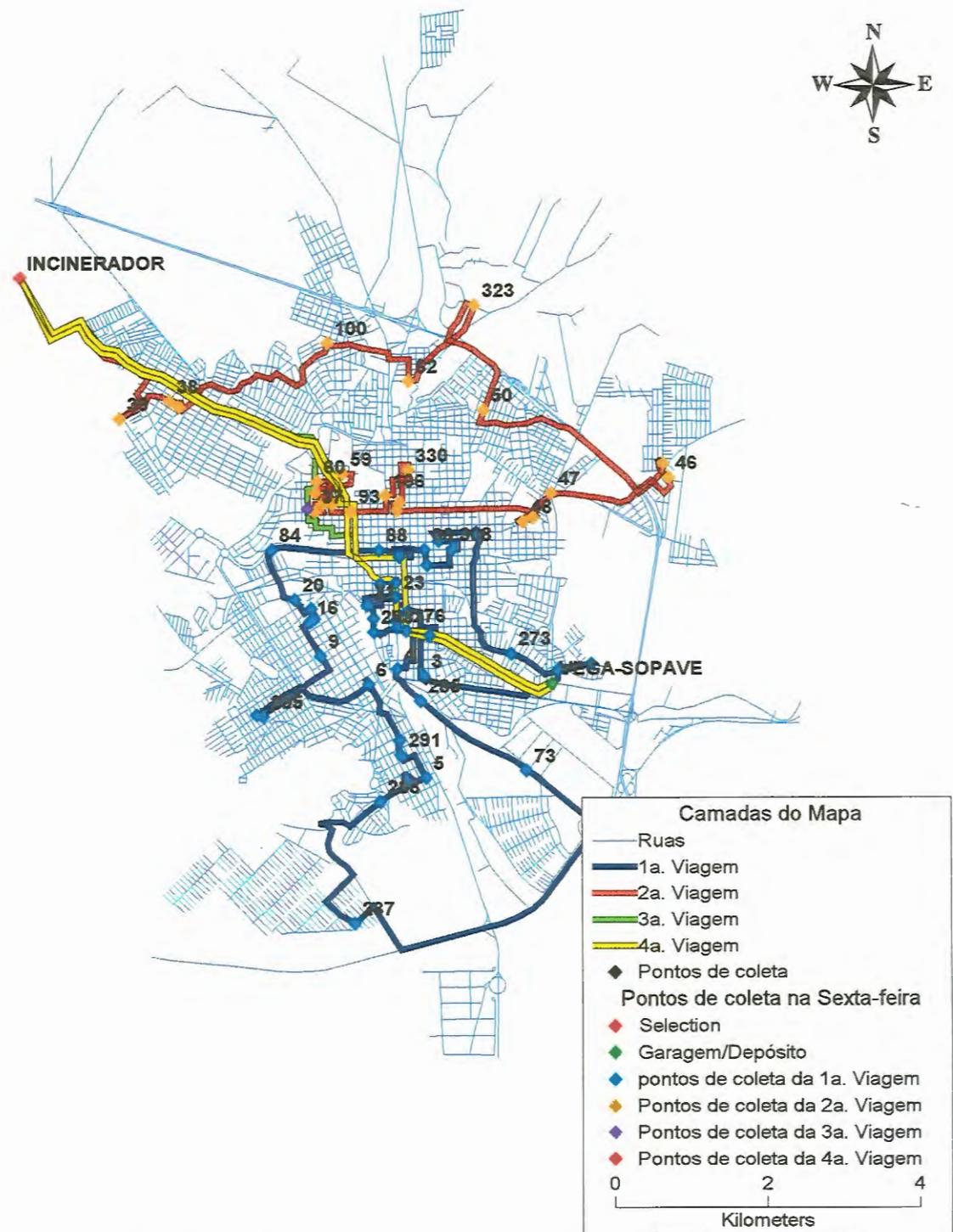


FIGURA 41 – Rotas fornecidas pelo TransCAD para a Sexta-feira

TABELA 25 – Distâncias percorridas pela empresa na Sexta-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa (km)

VIAGEM	VEGA	TransCAD (viagem interna)	REDUÇÃO %	TransCAD (viagem externa)	REDUÇÃO %
1ª.	44,00	36,39	17,30	—	—
2ª.	58,00	42,66	26,45	49,17	15,22
3ª.	29,00	21,35	26,38	28,00	3,45
4ª.	34,18	20,88	38,91	34,18	0,00
TOTAL	165,18	121,28	26,58	111,35	8,11

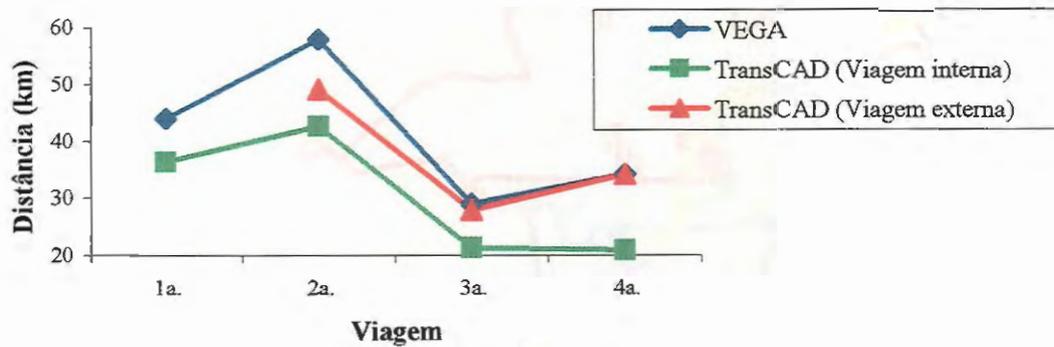


FIGURA 42 – Comparação entre as distâncias percorridas pela empresa na Sexta-feira, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa

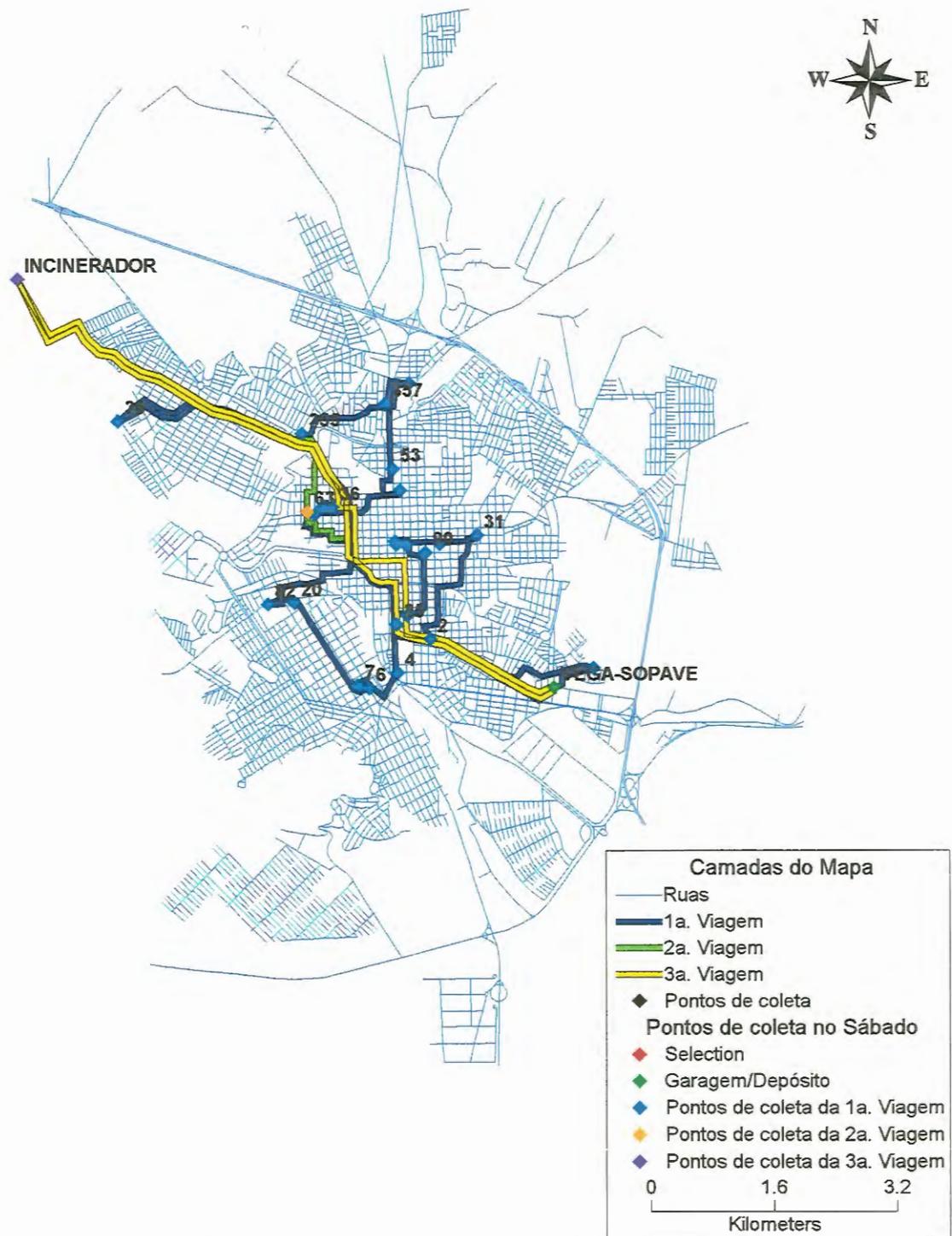


FIGURA 43 – Rotas fornecidas pelo TransCAD para o Sábado

TABELA 26 – Distâncias percorridas pela empresa no Sábado, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa (km)

VIAGEM	VEGA	TransCAD (viagem interna)	REDUÇÃO %	TransCAD (viagem externa)	REDUÇÃO %
1ª.	47,00	33,29	29,17	—	—
2ª.	29,00	21,35	26,38	28,00	3,45
3ª.	34,18	20,88	38,91	34,18	0,00
TOTAL	110,18	75,52	31,46	62,18	1,58

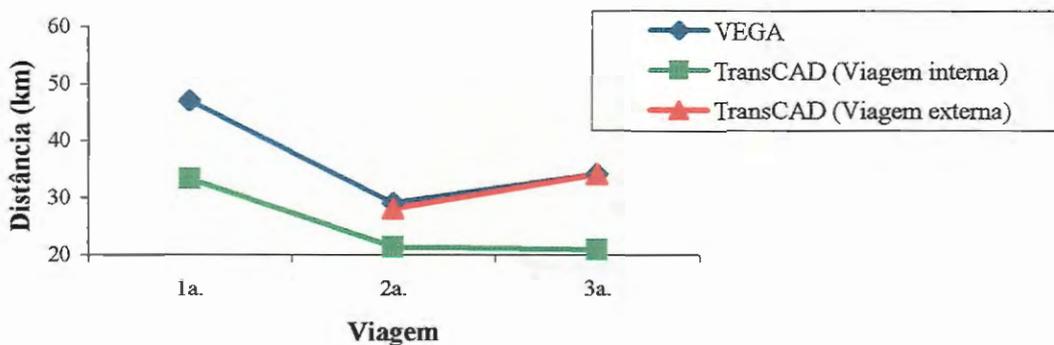


FIGURA 44 – Comparação entre as distâncias percorridas pela empresa no Sábado, e propostas pelo TransCAD para viagem interna e externa

Para a viagem interna, a redução no percurso ficou entre 21,59% (Terça-feira) e 31,46% (Sábado). Para a externa, entre 0,07% (Terça-feira) e 8,11% (Sexta-feira). A média semanal foi, respectivamente, de 25,73% e 4,24%.

O objetivo desta aplicação foi apresentar e questionar a utilização dos SIGs na roteirização de veículos de coleta de RSS, de forma a fornecer informações aos municípios que pretendam implantá-lo.

A existência de um estudo da quantidade de resíduo gerado por tipo de estabelecimento auxiliaria muito a utilização do *software*, pois ele se encarregaria da divisão dos pontos por rota, de modo a não ultrapassar a capacidade do veículo. Mas, como se pôde constatar nos resultados dos questionários recebidos, os municípios não têm essa preocupação.

Embora os resultados obtidos sejam razoáveis, e o TransCAD possuir todas as vantagens de um SIG, como facilidade em alterar o sistema viário e inserir/excluir

pontos de coleta, o *software* não se adaptou à este problema de roteirização, que possui características peculiares. Aqui, por exemplo, o incinerador e a Santa Casa devem ser, respectivamente, o primeiro e o último ponto a serem visitados, a partir da segunda viagem de cada dia.

O fabricante alega ser possível a alteração dos algoritmos, através de uma linguagem de programação acessível. Mas, quando uma empresa ou um município adquire um programa desta magnitude, que custa em torno de R\$21.000,00, além de despesas com equipamento adequado e treinamento de pessoal, espera que tal produto atenda às suas exigências/expectativas, que é a solução dos problemas.

Ademais, o processo de aprendizado do *software*, não é tão rápido quanto se espera; e, quem o adquire, quer respostas rápidas.

Em municípios como São Carlos, onde a cobrança do serviço de coleta é baseada na quilometragem percorrida pelos veículos, é importante a utilização de algum método de otimização.

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os objetivos propostos, e com base nos resultados obtidos e discutidos anteriormente, em função dos aspectos: sistemas de coleta de resíduos de serviços de saúde de municípios de médio porte e aplicação com o Sistema de Informação Geográfica – SIG, chegamos às conclusões e recomendações apresentadas a seguir.

8.1 Sistemas de Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde de Municípios de Médio Porte

Justifica-se o envio dos questionários para o conhecimento das características dos sistemas de coleta de RSS de cada município, de modo a efetuar o adequado gerenciamento destes, de acordo com suas particularidades. Esperamos que os resultados obtidos correspondam à realidade da situação destes resíduos no Brasil, e que possam auxiliar pesquisas futuras.

As principais conclusões, com base nas respostas dos questionários respondidos, são:

- Os sistemas de coleta de RSS nos municípios de médio porte assemelham-se, para aqueles que forneceram informações, aos praticados nas metrópoles regionais, grandes e pequenos municípios;
- A segregação vem sendo adotada pela maioria, mas há ainda aqueles que não a efetuam, contaminando, desta forma, os resíduos comuns;
- Aparentemente, o acondicionamento dos resíduos infectantes tem sido mais satisfatório que o dos perfurocortantes. Mas, tal afirmação não pode ser considerada conclusiva, pois as informações são mais completas para os infectantes. Dentre os que não estão corretamente acondicionados, há

- aqueles que são encaminhados à incineração, interferindo na qualidade dos gases gerados na combustão;
- A coleta especial é preferência entre os municípios, independente da quantidade de resíduos a ser coletada; e, na maioria, executada pela própria prefeitura;
 - Na definição das rotas prevalecem os métodos manuais, e os aspectos considerados, por ordem de importância, são: localização dos geradores, volume (quantidade) de resíduo, menor percurso possível e prioridade aos grandes geradores;
 - A combinação, coleta diária e alternada, é a mais praticada;
 - Não há interesse em quantificar os resíduos produzidos nos estabelecimentos geradores;
 - Os serviços de apoio aos funcionários, recomendados por norma, nem sempre são seguidos;
 - Ainda que exista a preferência por veículos adaptados, raros são aqueles que respeitam as normalizações quanto às características, equipamentos auxiliares, informações visíveis, cor e simbologia;
 - Embora alguns municípios apliquem métodos de tratamento, as combinações tratamento-destino final, atualmente empregadas, são totalmente inadequadas;
 - O custo da coleta é inversamente proporcional à quantidade de resíduo, ou seja, quanto menos resíduo a coletar, maior o custo do serviço;
 - Há inobservância da legislação e normalização que contempla tais resíduos.

De um modo geral, o gerenciamento atual, no conjunto de suas etapas, dos resíduos de serviços de saúde, nos municípios de médio porte, não tem sido satisfatório, repercutindo em custos de coleta elevados e discrepantes entre si. Ou seja, estes apenas seguem modelos adotados pelos grandes municípios sem adaptação à sua própria realidade. Dentre os de médio porte, deve haver tratamento diferenciado, principalmente pela quantidade de resíduo produzido em cada um.

A partir dessas considerações, recomendamos:

- Caracterização e quantificação dos RSS em todos os municípios onde pretende-se adotar a coleta especial, e também para aqueles que já a executam, com o intuito de analisar a viabilidade, e real necessidade, de implantação deste tipo de coleta;
- Estudo de alternativas de coleta, ambientalmente seguras, em municípios onde esta se apresentar inviável, sob algum aspecto técnico ou quando houver comprometimento do orçamento municipal;
- Através da caracterização é possível detectar se a segregação é realizada, caso contrário, deve-se implantar campanhas que promovam esta atitude, de forma a minimizar custos de coleta, e impactos ambientais quanto ao tratamento e destino final;
- Incentivo ao consórcio entre municípios, para tratamento e destino final, centralizando estes serviços em apenas um local, visando a minimização de custos e, principalmente, impactos ambientais.

8.2 Aplicação do Sistema de Informação Geográfica

As principais conclusões da aplicação do SIG/TransCAD na roteirização de veículos de coleta de RSS, foram:

- Antes de proceder-se à implementação de um SIG, torna-se necessário um estudo das vantagens e desvantagens advindos da sua utilização, bem como a troca de informações e experiências com outras empresas, que utilizam a tecnologia, com o intuito de resolver ou evitar problemas futuros;
- Através do estudo de caso, pôde-se detectar alguns problemas decorrentes da utilização desta ferramenta, para a otimização de rotas;
- Uma simples reorganização na seqüência dos pontos a serem visitados, principalmente para a primeira viagem de cada dia, apresentou resultados positivos;

- A redução do percurso, em geral, foi razoavelmente satisfatória, tanto para a viagem ao incinerador realizada internamente, como externamente;
- O *software* não se adaptou totalmente ao problema de roteirização de veículos de coleta de RSS, neste caso, com características particulares, principalmente no que se refere à necessidade de se seguir uma certa seqüência de pontos a serem visitados (incinerador e Santa Casa);
- O programa apresenta facilidade para a alteração do sistema viário e de dados das rotas, mas dependendo das restrições impostas, como a anteriormente citada, não fornece respostas finais rápidas.

8.3 Propostas para Trabalhos Futuros

- Ampliação do estudo de caracterização dos sistemas de coleta, através de questionários mais detalhados e objetivos, incluindo visitas a alguns municípios, a fim de obter informações adicionais;
- Construção de uma tabela de preços, para os serviços de coleta, tratamento e destino final dos RSS, por tamanho de município e/ou quantidade de resíduo gerado;
- Aplicação dos resultados obtidos com o SIG/TransCAD, pela empresa responsável pelo serviço de coleta, através de parceria, identificando os problemas e as melhorias efetuadas;
- Implementação dos procedimentos do estudo de caso, utilizando dados de estudo de demanda por tipo de estabelecimento gerador;
- Avaliação dos custos operacionais resultantes da aplicação das rotas otimizadas.



ANEXO - A

QUESTIONÁRIO PADRÃO

COLETA DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

I. Aspectos técnicos

- a) Como é feita a coleta dos resíduos de serviços de saúde? É feita pelo veículo de coleta domiciliar ou por veículo especial? Os resíduos infectados são coletados junto ou separadamente dos não-infectados? _____
- b) Quantos e que tipo de veículos são utilizados para este tipo de serviço? Existe uma diversificação de frota? _____
- c) Qual a capacidade de carga (t) e volumétrica (m³) dos veículos? _____
- d) Qual a frequência de coleta destes resíduos em cada ponto gerador (hospitais, farmácias, etc)? _____
- e) Como é estabelecida a rota (itinerário) dos veículos? Quem as estabelece? O que é considerado na determinação das rotas? (Ex.: sentido das ruas, condições de tráfego, horário, hierarquia de vias, localização dos pontos geradores, quantidade de resíduo coletado por dia, etc). _____
- f) Que tipo de resíduo é coletado? O que é considerado como resíduo de serviço de saúde? _____
- g) Onde este resíduo é disposto? Recebe algum tipo de tratamento (incineração, desinfecção, outras) antes de ser disposto? _____
- h) Os resíduos coletados estão contidos em sacos plásticos, tonalidade branca leitosa, de acordo com a NBR 9190? Os resíduos perfurocortantes estão acondicionados em recipientes rígidos (de papelão, alumínio ou plástico)? _____
- i) A garagem e o destino final são os mesmos? Caso contrário, qual a distância entre eles? _____
- j) A coleta é realizada em quantas horas por dia? Quantos quilômetros são percorridos por cada veículo diariamente? Qual a velocidade média dos veículos? _____
- k) Existem pontos que tenham restrições de horário para coleta? Como é feita a coleta nestes pontos? Descreva como é feito o planejamento para essa coleta. _____
- l) Que tipos de pontos geradores existem (hospitais, clínicas médicas e veterinárias, farmácias, drogarias, laboratórios, prontos-socorros, etc)? Quantos existem? Descreva os tipos e a quantidade de cada um deles. _____
- m) Existe algum estudo sobre a quantidade de resíduo gerada em cada ponto gerador da sua cidade? _____
- n) Qual a quantidade de resíduo coletada? (diariamente e mensalmente). _____
- o) Qual é o intervalo entre as coletas em cada estabelecimento gerador? _____

2. Guarnição

- a) Quantas pessoas compõe a guarnição (motorista, gari)? _____
- b) A guarnição (motorista e gari) recebeu treinamento adequado para trabalhar com esse tipo de resíduo? A guarnição é submetida a exames médicos pré-admissionais e periódicos? _____
- c) A empresa e/ou municipalidade responsável pela coleta externa dos resíduos de serviços de saúde possuem um serviço de apoio aos funcionários (higienização e manutenção dos veículos, lavagem e desinfecção dos EPIs e higienização corporal, ao final de cada jornada de trabalho)? _____
- d) Equipamentos de Proteção Individuais - EPIs - a guarnição tem acesso e é usuária de:
- uniforme (calça comprida e camisa com manga, de tecido resistente e de cor clara, específico para o uso do funcionário do serviço)? _____
 - luvas (de PVC, impermeáveis, resistentes, de cor clara, antiderrapante e de cano longo)? _____
 - botas (de PVC, impermeáveis resistentes, de cor clara, com cano $\frac{3}{4}$ e solado antiderrapante)? _____
 - colete (fosforescente para o caso de coleta noturna)? _____
 - boné (de cor branca, para proteger os cabelos)? _____
- e) Veículo coletor - possui as seguintes características:
- tem superfícies internas lisas, de cantos arredondados e de forma a facilitar a higienização? _____
 - não permite vazamento de líquido, e é provido de ventilação adequada? _____
 - se a forma de carregamento for manual, a altura de carga é inferior a 1,20m? _____
 - se possui sistema de carga e descarga, este opera de forma a não permitir o rompimento dos recipientes? _____
 - se no caso, utiliza-se containers, o veículo é dotado de equipamento hidráulico de basculamento? _____
 - para os veículos com capacidade superior a 1t, a descarga é mecânica? _____
 - para os veículos com capacidade inferior a 1t, a descarga é mecânica ou manual? _____
 - o veículo coletor contém os seguintes equipamentos auxiliares: pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante? _____
 - consta em local visível o nome da municipalidade, o nome da empresa coletora (endereço e telefone), a especificação dos resíduos transportáveis, com o número ou código estabelecido na NBR 10004, e o número do veículo coletor? _____
 - é de cor branca? _____
 - ostenta a simbologia para o transporte rodoviário (ver NBR 7500), procedendo-se de acordo com a NBR 8266? _____
- f) Qual o estado de conservação dos veículos de coleta? _____

3. Condições Financeiras

- a) Qual o custo da tonelada de resíduo de serviço de saúde coletado? _____
- b) O que é levado em consideração no cálculo do custo de coleta deste resíduo? _____

Outras Informações Disponíveis:

Autorizo a utilização das informações contidas neste questionário na dissertação da engenheira Luciane Fernanda Pinheiro Gelesky e publicações científicas.

Nome: _____ Assinatura: _____

Função: _____ Data: _____

ANEXO - B

MUNICÍPIOS PESQUISADOS

Município	Estado	Número de Habitantes*	Resposta**
São Paulo	SP	9811.776	
Rio de Janeiro	RJ	5533.011	
Salvador	BA	2209.465	Respondeu
Belo Horizonte	MG	2091.770	Respondeu
Fortaleza	CE	1967.365	
Brasília	DF	1817.001	Respondeu
Curitiba	PR	1465.698	
Recife	PE	1342.877	
Porto Alegre	RS	1286.251	
Manaus	AM	1158.265	
Belém	PA	1142.258	
Goiânia	GO	998.520	
Guarulhos	SP	972.766	
Campinas	SP	907.996	
São Gonçalo	RJ	827.967	Respondeu
Nova Iguaçu	RJ	801.036	
São Luís	MA	781.068	
Maceió	AL	723.156	
Duque de Caxias	RJ	712.370	
São Bernardo do Campo	SP	658.791	Respondeu
Natal	RN	656.244	
Teresina	PI	653.994	
Santo André	SP	625.294	
Osasco	SP	622.374	
Campo Grande	MS	598.216	
João Pessoa	PB	549.270	
Jaboatão dos Guararapes	PE	528.973	
Contagem	MG	491.268	
São José dos Campos	SP	485.780	
Ribeirão Preto	SP	452.804	
Niterói	RJ	450.129	
Feira de Santana	BA	449.960	
Uberlândia	MG	437.111	Respondeu
São João de Mereti	RJ	433.713	
Cuiabá	MT	433.101	
Sorocaba	SP	431.370	Respondeu
Aracaju	SE	426.580	
Juiz de Fora	MG	423.913	
Londrina	PR	412.894	
Santos	SP	412.288	Respondeu
Joinville	SC	397.987	Respondeu
Belford Roxo	RJ	393.520	
Campos dos Goytacazes	RJ	391.299	

Município	Estado	Número de Habitantes*	Resposta
Olinda	PE	355.741	
Mauá	SP	344.684	Respondeu
Ananindeua	PA	342.905	
Campina Grande	PB	340.042	
Carapicuíba	SP	328.015	
Caxias do Sul	RS	326.222	
São José do Rio Preto	SP	323.418	
Diadema	SP	323.221	
Moji das Cruzes	SP	314.947	
Pelotas	RS	304.285	
Piracicaba	SP	302.605	Respondeu
Cariacica	ES	300.085	
Vila Velha	ES	297.052	
Porto Velho	RO	293.815	
Jundiaí	SP	293.237	Respondeu
Bauru	SP	293.026	Respondeu
Canoas	RS	284.114	
São Vicente	SP	279.620	
Montes Claros	MG	271.324	Respondeu
Florianópolis	SC	268.551	Respondeu
Maringá	PR	267.878	
Petrópolis	RJ	267.604	
Franca	SP	266.909	
Serra	ES	266.851	
Aparecida de Goiânia	GO	265.446	
Anápolis	GO	264.873	
Vitória	ES	263.708	
Ponta Grossa	PR	252.674	
Betim	MG	249.795	
Santarém	PA	242.765	
Ilhéus	BA	242.589	
Vitória da Conquista	BA	241.776	
Paulista	PE	234.706	
Uberaba	MG	232.134	
Caruaru	PE	231.874	
Foz de Iguaçu	PR	231.596	
Governador Valadares	MG	231.077	
Blumenau	SC	230.988	
Limeira	SP	230.292	
Volta Redonda	RJ	228.939	
Rio Branco	AC	228.907	
Itaquaquecetuba	SP	228.533	
Imperatriz	MA	227.731	
Santa Maria	RS	226.226	
Guarujá	SP	226.185	
Novo Hamburgo	RS	225.082	Respondeu
Taubaté	SP	220.179	
Cascavel	PR	219.623	
Macapá	AP	214.197	
Caucaia	CE	208.902	
Mossoró	RN	205.732	
Gravataí	RS	205.657	
Ribeirão das Neves	MG	197.147	
Viamão	RS	195.880	

Município	Estado	Número de Habitantes*	Resposta
Ipatinga	MG	195.736	
Embu	SP	195.676	
Petrolina	PE	190.453	
Várzea Grande	MT	190.374	
Juazeiro do Norte	CE	186.490	
Itabuna	BA	183.237	
Taboão da Serra	SP	182.441	Respondeu
São Leopoldo	RS	180.741	
Suzano	SP	180.703	Respondeu
Magé	RJ	180.550	
Rio Grande	RS	178.223	
Marília	SP	177.503	
Presidente Prudente	SP	177.236	
Barueri	SP	176.740	
São Carlos	SP	175.295	
Arapiraca	AL	173.351	
Juazeiro	BA	171.904	
Divinópolis	MG	171.562	Respondeu
Nova Friburgo	RJ	169.218	
Jacarei	SP	168.030	
Americana	SP	167.901	
Sumaré	SP	167.751	
São José dos Pinhais	PR	167.286	Respondeu
Sete Lagoas	MG	167.112	
Jequié	BA	165.361	
Barra Mansa	RJ	164.768	
Araraquara	SP	163.831	
Araçatuba	SP	162.546	
Santa Bárbara d'Oeste	SP	161.020	
Alvorada	RS	160.671	
Maracanaú	CE	160.088	
Criciúma	SC	159.033	
Itaboraí	RJ	156.631	Respondeu
Passo Fundo	RS	156.352	Respondeu
Nilópolis	RJ	155.190	
Boa Vista	RR	154.166	
Colombo	PR	153.583	
Dourados	MS	153.165	
Rio Claro	SP	153.025	
Santa Luzia	MG	152.682	Respondeu
Praia Grande	SP	150.574	
Guarapuava	PR	149.158	
São José	SC	147.490	
Cachoeiro do Itapeiririm	ES	147.283	
Marabá	PA	147.030	
Rondonópolis	MT	142.221	
São Caetano do Sul	SP	140.808	
Lages	SC	140.005	
Sobral	CE	138.274	
Cabo de Santo Agostinho	PE	137.295	
Itajaí	SC	134.797	Respondeu
Camaçari	BA	134.768	
Itapevi	SP	133.769	
Caxias	MA	133.710	

Município	Estado	Número de Habitantes*	Resposta
Chapecó	SC	130.458	
Teófilo Otoni	MG	127.214	
Cotia	SP	127.047	
Parnaíba	PI	124.641	
Alagoinhas	BA	122.882	
Teresópolis	RJ	122.614	
Itu	SP	122.544	
Indaiatuba	SP	122.159	
Ferraz de Vasconcelos	SP	121.992	
Poços de Caldas	MG	121.845	
Uruguaiana	RS	121.825	
Timon	MA	118.332	
Castanhal	PA	117.747	
Paranaguá	PR	115.394	
Hortolândia	SP	114.885	Respondeu
Moji-Guaçu	SP	114.555	
Pindamonhangaba	SP	114.092	
Bagé	RS	114.091	
Sapucaia do Sul	RS	113.992	Respondeu
Barreiras	BA	113.544	Respondeu
Macaé	RJ	112.966	
Patos de Minas	MG	112.690	
Itapetininga	SP	111.909	Respondeu
Vitória de Santo Antão	PE	111.575	
Camaragibe	PE	111.190	
Itapecerica da Serra	SP	110.362	
Garanhuns	PE	110.190	
Bragança Paulista	SP	109.863	
Queimados	RJ	108.531	
Barbacena	MG	107.843	
Ibirité	MG	106.773	
Abaetetuba	PA	106.753	
Francisco Morato	SP	106.328	Respondeu
Santa Rita	PB	105.584	
Araguaína	TO	105.000	
Itaiatuba	PA	104.896	
Luziânia	GO	104.840	
Codó	MA	104.825	
Barretos	SP	104.782	
Colatina	ES	103.621	
Jaú	SP	103.605	
Nossa Senhora do Socorro	SE	103.496	
Linhares	ES	103.030	
Cabo Frio	RJ	101.142	
Apucarana	PR	101.005	
Catanduva	SP	100.913	
Botucatu	SP	100.826	
Sabará	MG	100.570	
Santa Cruz do Sul	RS	100.562	
Ribeirão Pires	SP	100.335	
Rio Verde	GO	100.223	
Varginha	MG	100.079	Respondeu
Garatinguetá	SP	98.094	
Franco da Rocha	SP	97.996	

Município	Estado	Número de Habitantes*	Resposta
Cubatão	SP	96.486	
Cachoeirinha	RS	96.451	
Araras	SP	95.943	
Conselheiro Lafaiete	MG	95.726	
Lauro de Freitas	BA	95.530	Respondeu
Ji-Paraná	RO	95.456	
Araguari	MG	95.432	
Crato	CE	95.332	
Itabira	MG	95.229	Respondeu
Teixeira de Freitas	BA	94.971	
Resende	RJ	94.104	Respondeu
Paulo Afonso	BA	93.619	
Atibaia	SP	93.186	
Pouso Alegre	MG	93.151	
Coronel Fabriciano	MG	92.998	
Jaraguá do Sul	SC	92.849	Respondeu
Passos	MG	91.801	Respondeu
Angra dos Reis	RJ	90.877	
Cametá	PA	90.387	
Toledo	PR	90.332	
Bacabal	MA	90.140	
São Lourenço da Mata	PE	89.905	
Pinhais	PR	89.272	Respondeu
Sertãozinho	SP	88.531	
São José do Ribamar	MA	88.255	
Corumbá	MS	87.832	
Ituiutaba	MG	87.707	Respondeu
Votorantim	SP	87.186	
Ourinhos	SP	86.881	Respondeu
Salto	SP	86.631	
Cachoeira do Sul	RS	86.327	
Parnamirim	RN	86.312	
Guaíba	RS	86.101	
Patos	PB	86.002	
Eunápolis	BA	85.946	
Palmas	TO	85.901	
Barra do Pirai	RJ	85.726	
Santana do Livramento	RS	85.611	
Jacobina	BA	85.459	
Birigui	SP	85.354	Respondeu
Umuarama	PR	85.279	
Poá	SP	84.843	Respondeu
Bragança	PA	84.748	
Tatui	SP	84.673	
Muriae	MG	84.486	
Senhor do Bonfim	BA	84.311	
Bayeux	PIB	84.178	
Tubarão	SC	83.761	
Bento Gonçalves	RS	83.167	
Assis	SP	83.074	
Alegrete	RS	82.485	
Campo Largo	PR	82.443	
Itaperuna	RJ	82.189	
Maranguape	CE	82.127	

Município	Estado	Número de Habitantes*	Resposta
Abreu e Lima	PE	81.376	
São Mateus	ES	81.318	
Erechim	RS	81.171	
Cambé	PR	80.863	
Itapipoca	CE	80.137	
Palhoça	SC	79.816	
Campo Mourão	PR	79.513	Respondeu
Serrinha	BA	78.791	
Simões Filho	BA	78.704	
Altamira	PA	78.702	
Itajubá	MG	78.444	
Igatu	CE	78.230	
Várzea Paulista	SP	78.093	
Açailândia	MA	78.066	
Itumbiara	GO	77.977	
Leme	SP	77.751	
Itapeva	SP	77.656	
Ubá	MG	77.157	Respondeu
Valinhos	SP	75.868	
Ijuí	RS	75.785	
Jandira	SP	75.442	
Valparaíso de Goiás	GO	75.434	
Santo Ângelo	RS	75.419	
Moji-Mirim	SP	75.373	
Esteio	RS	75.209	
São João del Rei	MG	75.187	
Breves	PA	75.171	
Arapongas	PR	75.061	
Araucária	PR	74.976	
Três Lagoas	MS	74.766	Respondeu
Valença	BA	74.720	
Lagarto	SE	74.254	
Araxá	MG	74.063	Respondeu
Cáceres	MT	73.677	
São João da Boa Vista	SP	73.674	
Lorena	SP	73.277	
Paranavaí	PR	72.939	
Cacoal	RO	72.873	
Igarassu	PE	72.811	
Lavras	MG	72.739	Respondeu
Barra do Corda	MA	72.629	
Bebedouro	SP	72.620	Respondeu
Guarapari	ES	72.267	
Caratinga	MG	72.178	
Santana	AP	72.150	
Cruzeiro	SP	72.118	
Itabaiana	SE	71.866	
Parintins	AM	71.787	
Almirante Tamandaré	PR	71.782	
Santo Antônio de Jesus	BA	71.434	
Itatiba	SP	71.297	
Cruz Alta	RS	71.132	
Itaúna	MG	70.917	
Serra Talhada	PE	70.323	

Município	Estado	Número de Habitantes*	Resposta
Itaguaí	RJ	69.961	
Votuporanga	SP	69.831	
Avaré	SP	69.568	
Jataí	GO	69.503	
Candeias	BA	69.417	
Santa Inês	MA	68.968	
Patrocínio	MG	68.843	
Formosa	GO	68.679	Respondeu
Guanambi	BA	68.657	
Pará de Minas	MG	68.619	
Ariquemes	RO	68.474	
Caçapava	SP	68.075	
Trindade	GO	68.037	Respondeu
Paracatu	MG	67.815	
Palmeira dos Índios	AL	67.686	
Belo Jardim	PE	67.519	
Goiana	PE	67.252	
Caraguatatuba	SP	67.083	Respondeu
Paragominas	PA	66.559	Respondeu
Brusque	SC	66.554	
Japeri	RJ	66.427	
Três Rios	RJ	66.293	
Matão	SP	65.721	
Francisco Beltrão	PR	65.686	
Gurupi	TO	65.656	Respondeu
Manacapuru	AM	65.632	Respondeu
Canindé	CE	65.287	
Crateús	CE	65.254	
Araruama	RJ	65.253	
Unai	MG	65.168	
Itacoatiara	AM	65.005	
Pinheiro	MA	64.589	
Porto Seguro	BA	64.441	
Curvelo	MG	64.382	Respondeu
Quixadá	CE	64.356	
Januária	MG	64.215	
Timóteo	MG	64.212	
Araripina	PE	63.869	
Mococa	SP	63.690	
Parauapebas	PA	63.623	
Picos	PI	63.308	
São Borja	RS	63.089	
Campo Formoso	BA	62.996	
Jaboticabal	SP	62.952	
Tefê	AM	62.810	
Ipirá	BA	62.809	
Sapiranga	RS	62.799	
Pirassununga	SP	62.636	Respondeu
Santa Rosa	RS	62.552	
Itamaraju	BA	62.436	
Brumado	BA	61.994	
Cataguases	MG	61.964	
João Monlevade	MG	61.715	
Gravatá	PE	61.696	

Município	Estado	Número de Habitantes*	Resposta
Ouro Preto	MG	61.606	
Águas Lindas de Goiás	GO	61.481	
Valença	RJ	61.481	
São Roque	SP	60.992	
Três Corações	MG	60.976	
São Gabriel	RS	60.801	
Tupã	SP	60.728	
Lins	SP	60.720	
Itapira	SP	60.626	
Vespasiano	MG	60.536	
Morada Nova	CE	60.485	
Nova Gama	GO	60.458	
Itanhaém	SP	60.354	
Maricá	RJ	60.268	Respondeu
Sarandi	PR	60.240	
Formiga	MG	59.631	
Chapadinha	MA	59.561	
Sousa	PB	59.318	
Manhuaçu	MG	59.243	
Aracruz	ES	59.079	
Fernandópolis	SP	59.037	
Alfenas	MG	58.951	
Piripiri	PI	58.739	
Arcoverde	PE	58.689	
Tucuruí	PA	58.642	
Castro	PR	58.537	
Icó	CE	58.506	
Catalão	GO	58.447	Respondeu
Caçador	SC	58.437	
Rio Largo	AL	58.411	Respondeu
Planaltina	GO	58.219	
Ponta Porã	MS	58.117	
Caieiras	SP	58.105	
Redenção	PA	58.103	
Balneário Camboriú	SC	58.085	
Ceará-Mirim	RN	58.036	Respondeu
Pato Branco	PR	57.724	
Camaquã	RS	57.566	
Viçosa	MG	57.559	
Janaúba	MG	57.470	
São Cristóvão	SE	57.418	
Lageado	RS	57.404	
Escada	PE	57.366	
Santana de Paranaíba	SP	57.329	
São Bento do Sul	SC	57.096	
Telêmaco Borba	PR	57.047	
Aracati	CE	56.974	
Nova Lima	MG	56.939	
Carazinho	RS	56.911	
São Gonçalo do Amarante	RN	56.898	
Venâncio Aires	RS	56.819	
Cruzeiro do Sul	AC	56.764	
Estância	SE	56.761	
Timbaúba	PE	56.568	

Município	Estado	Número de Habitantes*	Resposta
Palmares	PE	56.564	
Quixeramobim	CE	56.382	
Santo Amaro	BA	56.360	Respondeu
Concórdia	SC	56.359	Respondeu
Ibiúna	SP	56.290	
São Pedro da Aldeia	RJ	56.275	
Itaberaba	BA	56.218	
União dos Palmares	AL	56.123	
Pesqueira	PE	55.952	
Limoeiro	PE	55.844	
Paço do Lumiar	MA	55.383	
Amparo	SP	55.239	
Ubatuba	SP	55.039	
Carpina	PE	55.027	
Penedo	AL	54.451	
Ponte Nova	MG	54.327	
Sinop	MT	54.294	
Barcarena	PA	54.287	
Seropédica	RJ	54.252	
Itapetinga	BA	54.165	
Salgueiro	PE	53.704	
Capanema	PA	53.675	
São Sebastião do Paraíso	MG	53.599	
Andaraí	SP	53.586	
Vacaria	RS	53.522	
Coari	AM	53.306	
Farroupilha	RS	52.570	Respondeu
Monte Santo	BA	52.470	
Bom Jesus da Lapa	BA	52.469	
Camocim	CE	52.463	
Piraquara	PR	52.462	
Cianorte	PR	52.430	
Bezerros	PE	52.424	
Santa Luzia	MA	52.399	
Campo Limpo Paulista	SP	52.299	
Floriano	PI	52.270	
Aquiraz	CE	52.248	
Irecê	BA	52.204	Respondeu
Russas	CE	51.937	
Caicó	RN	51.917	
Conceição do Coité	BA	51.910	
Guarabira	PIB	51.664	
Araci	BA	51.531	
Penápolis	SP	51.415	Respondeu
Cajazeiras	PIB	51.388	
Tangará da Serra	MT	51.252	
Santiago	RS	51.064	
Irati	PR	51.008	Respondeu
São Francisco	MG	50.918	
Campo Bom	RS	50.896	
Lençóis Paulista	SP	50.769	
Acará	PA	50.761	
Arujá	SP	50.754	
Araranguá	SC	50.579	Respondeu

Município	Estado	Número de Habitantes*	Resposta
Euclides da Cunha	BA	50.347	Respondeu
Coroatá	MA	50.286	
Tauá	CE	50.273	
Taquaritinga	SP	50.240	
Cascavel	CE	50.095	
Canguçu	RS	49.992	
Montenegro	RS	49.877	
Registro	SP	49.785	Respondeu
Cruz das Almas	BA	49.607	
São Miguel dos Campos	AL	49.562	
Monte Alegre	PA	49.503	
Mafra	SC	49.411	
Marituba	PA	49.322	
Canoinhas	SC	49.308	
Tianguá	CE	49.269	
Casa Nova	BA	49.025	
Ouricuri	PE	48.915	Respondeu
Balsas	MA	48.818	
Pirapora	MG	48.647	
Viseu	PA	48.187	
Jaru	RO	48.135	
Ipojuca	PE	48.036	
Batatais	SP	47.978	
Mairiporã	SP	47.974	
Taquara	RS	47.797	
Boa Viagem	CE	47.770	
Rio do Sul	SC	47.678	
Itapecuru Mirim	MA	47.587	
Barra do Garças	MT	47.537	
São José do Rio Pardo	SP	47.533	Respondeu
Acopiara	CE	47.453	
Campo Belo	MG	47.351	
Pedro Leopoldo	MG	47.299	
Catu	BA	47.259	
Três Pontas	MG	47.244	
Coruripe	AL	47.233	
Viana	ES	47.060	
Leopoldina	MG	46.893	
Santa Cruz do Capibaribe	PE	46.828	

Fonte: * Fundação IBGE (1996)

** Municípios que responderam ao questionário

ANEXO - C

ESTABELECEMENTOS GERADORES DE RSS NA CIDADE DE SÃO CARLOS

Número de Identificação	Ponto de Coleta	Endereço	Frequência de Coleta
1	UNIMED	Rua Vicente Pelicano, 945	Diária
2	Clínica Veterinária Serra Negra	Rua Raimundo Correa, 440	Diária
3	Centro Saúde I	Rua Amadeu Amaral, s/n	Segunda, Quarta e Sexta
4	Policlínica Veterinária	Av. São Carlos, 271	Diária
5	Posto de Saúde Dr. Dante Erbolato	Rua Basílio Dibbo, s/n	Segunda, Terça, Quarta, Quinta e Sexta
6	Droga Nossa	Av. Dr. Teixeira de Barros, 1380	Diária
7	Drogaria Santo Antônio	Rua Domingos Marino, 352	Segunda, Terça, Quarta, Quinta e Sábado
8	Droga Útil	Av. Sallun, 1055	Segunda e Quinta
9	Odontologia - 1	Rua Dr. Gastão de Sá, 926	Segunda, Terça, Quarta e Sexta
10	Drogaria do Povo	Rua Benjamin Constant, 923	Segunda e Quinta
11	Droga Útil	Rua Des. Júlio de Faria, 1526	Segunda e Quinta
12	Posto de Saúde Dr. Lauro Corsi	Rua Des. Júlio de Faria	Segunda, Terça, Quarta, Quinta e Sexta
13	Droga Rio	Rua Francisco Schiavoni, 1126	Segunda
14	Droga Serve	Av. Sallun, 837	Segunda e Quinta
15	Farma Real	Av. Sallun, 787	Segunda
16	Odontologia	Av. Sallun, 406	Segunda, Quarta e Sexta
17	Incaflex	Rua Bernardino de Campos (Portão II)	Segunda, Terça, Quarta, Quinta e Sexta
18	Farmácia Copacabana	Rua Dr. Duarte Nunes, 1004	Segunda e Quarta
19	Farmácia Confiança	Rua Henrique Gregori, 85	Segunda e Quarta
20	Clínica Veterinária Prontovet	Av. Sallun, 80	Diária
21	Odontologia - 2	Rua Santa Cruz, 70	Segunda, Quarta e Sexta
22	Droga Raia	Av. São Carlos, 1325	Segunda, Terça e Quarta

Número de Identificação	Ponto de Coleta	Endereço	Frequência de Coleta
23	Drogaria Azenha	Av. São Carlos, 1221	Segunda, Quarta e Sexta
24	Farmácia São Jorge	Av. São Carlos, 912	Segunda e Quinta
25	Pronto Socorro Municipal	Av. São Carlos, 947	Diária
26	Hospital Veterinário	Rua Belarmino Indalécio de Souza, 158	Segunda, Terça, Quarta, Sexta e Sábado
27	Farmácia Tradicional	Av. São Carlos, 1418	Segunda, Quarta e Sexta
28	Instituto Adolfo Lutz	Rua Conde do Pinhal, 2041	Segunda, Terça, Quarta, Quinta e Sexta
29	Clínica de Olhos	Rua Major José Inácio, 2403	Segunda
30	Clínica Veterinária Kerry	Rua Sete de Setembro, 2625	Diária
31	Casa de Saúde	Rua Sete de Setembro, 3033	Diária
32	Clínica Cirúrgicas	Rua São Joaquim, 1572	Segunda
33	UNIMED	Rua Quinze de Novembro, 1784	Segunda e Quinta
34	UNIMED	Rua Nove de Julho, 1916	Segunda e Quinta
35	Maternidade D. Francisca C. Silva	Av. Dr. Carlos Botelho, s/n	Diária
36	Clínica Veterinária Amigão	Av. Dr. Carlos Botelho, 1240	Diária
37	Ambulatório da Sicom	Rua Quinze de Novembro, 535	Segunda, Quarta, Quinta, Sexta e Sábado
38	Posto de Saúde Benjamin L. Osório	Rua Luiz Procópio Araújo Ferraz	Segunda, Terça, Quarta, Quinta e Sexta
39	Residencial para Idosos	Rua Riskala Haddad, s/n	Diária
40	Lena Farma	Rua Luiz Pedro Bianchini, 445	Segunda e Sexta
41	Drogaria Santa Marta	Rua Miguel Petroni, 1640	Segunda e Quinta
42	Clínica Veterinária Santa Paula	Rua Miguel Petroni, 1400	Segunda e Quinta
43	Odontologia - 3	Rua Miguel Petroni, 1135	Segunda e Quinta
44	Posto de Saúde Dr. Arsênio Agnesini	Rua Luiz Saia, 44	Segunda, Terça e Quarta
45	Drogaria Santos Reis	Rua Iwagiro Toyama, 690	Segunda e Quarta
46	Drogaria Tangará	Rua D. Carmine Rocco, 886	Segunda e Sexta
47	Veterinária Cãopanheiro	Av. Cap. Luiz Brandão, 337	Segunda e Sexta
48	Farmácia da Imprensa	Rua da Imprensa, 297	Segunda e Sexta
49	Posto de Saúde Dr. Wilson Pozzi	Rua da Imprensa, 410	Segunda, Quarta e Sexta
50	Posto de Saúde Dr. Luiz V.de Oliveira	Av. Araraquara, s/n	Segunda, Terça, Quarta, Quinta e Sexta
51	Farmácia Nova Estância	Av. Araraquara, 710	Segunda e Quinta
52	Droga Fácil	Av. São Carlos, 3496	Segunda e Quinta
53	Odontologia - 20	Av. São Carlos, 2933	Segunda, Quarta, Quinta e Sábado
54	Clínica Veterinária Clinição	Rua Tiradentes, 173	Segunda, Quarta e Sábado

Número de Identificação	Ponto de Coleta	Endereço	Frequência de Coleta
55	Farmácia Popular	Av. São Carlos, 2589	Segunda e Quinta
56	Laboratório Deltha	Av. Dr. Carlos Botelho, 2085	Segunda, Quarta e Sexta
57	Farmácia N. S. do Rosário	Av. São Carlos, 2359	Segunda e Quinta
58	Droga Raia	Av. São Carlos, 1903	Segunda e Quinta
59	USP	Av. Trabalhador São-carlense, 400	Segunda, Quarta e Sexta
60	Centro Médico São Carlos	Rua D. Maria Jacinta, 241	Segunda, Quarta e Sexta
61	Clínica de Hematologia	Rua Dr. Serafim Vieira de Almeida, 454	Segunda e Quinta
62	I.M.L.	Av. Salgado Filho, 1300	Diária
63	Santa Casa	Rua Mto João Seppe	Diária
70	Lápis Johann Faber	Rua José Bonifácio, 420	Terça e Sexta
72	Odontologia - 4	Av. São Carlos, 261	Terça
73	Lápis Johann Faber	Rua Cel. José Augusto de O. Salles, 1876	Terça e Sexta
77	Odontologia - 5	Av. Sallun, 1391	Terça
82	Refrigeração Paraná	Av. Dr. José Pereira Lopes, 250	Terça, Quinta e Sábado
83	Drogaria Iguatemi	Shopping Iguatemi	Terça
84	SESC	Av. Com. Alfredo Maffei, 700	Terça e Sexta
85	Laboratório Pasteur	Rua Treze de Maio, 2435	Terça, Quarta, Quinta e Sexta
86	Sindicato dos Comerciantes	Rua Jesuíno de Arruda, 2522	Terça
88	Odontologia - 6	Rua Nove de Julho, 1461	Terça e Sexta
89	Drogão Super	Av. São Carlos, 1857	Terça
90	Laboratório Médico Mariconde	Rua Major José Inácio, 2392	Terça, Quarta, Quinta, Sexta e Sábado
93	Clínica de Olhos	Rua Quinze de Novembro, 1477	Terça e Sexta
96	Farmácia N. S. do Rosário	Rua Visconde de Inhaúma, 1403	Terça
100	Posto de Saúde Dr. Luiz Maia	Rua Pedro Cavareto	Terça e Sexta
101	Drogaria Santos Reis	Rua Rio Paraná, 520	Terça e Quinta
102	Drogaria Trevo	Rua Anita Stela, 58	Terça
104	Droga Régis	Rua José Lemes Marques, 130	Terça
105	Drogaria Joia	Rua Júlio Prestes de Albuquerque, 271	Terça
106	Odontologia - 7 (Dr. André)	Rua Episcopal, 2229	Terça e Sexta
111	Posto de Saúde Dr. João Sabino	Rua Cristóvão Martineli, s/n	Terça
112	Posto de Saúde de Água Vermelha	Rua Bela Cintra, 05	Terça
114	Indústria Cardinali	Av. Getúlio Vargas, 2200	Quarta

Número de Identificação	Ponto de Coleta	Endereço	Frequência de Coleta
115	Farmácia Droga Lar São Carlos	Rua Raimundo Correa, 845	Quarta
119	Odontologia - 8	Rua Elias Arsênios, 938	Quarta e Sexta
121	Drogaria Allan Kardec	Rua Allan Kardec, 580	Quarta e Sexta
131	Farma Flora	Rua General Osório, 13	Quarta
132	Farmácia Amazon	Rua José Bonifácio, 1071	Quarta
134	Odontologia - 9	Rua Nove de Julho, 1022 (Sala 3)	Quarta e Sexta
135	Farmácia São José	Rua Geminiano Costa, 562	Quarta
136	Farmácia N. S. do Rosário	Av. São Carlos, 1357	Quarta
146	Odontologia - 10	Rua Padre Teixeira, 2146	Quarta
148	Odontologia - 11	Rua Major Manoel Antônio de Mattos, 1720	Quarta
149	Odontologia - 12	Rua Quinze de Novembro, 2678	Quarta
150	Odontologia - 13	Rua Quinze de Novembro, 2381	Quarta
153	Odontologia Elio Serra	Av. Dr. Carlos Botelho, 1659	Quarta
154	Odontologia - 15	Av. Dr. Carlos Botelho, 1777	Quarta
155	Instituto Romeu Santini	Av. Dr. Carlos Botelho, 1900	Quarta
156	Odontologia - 14	Rua Quinze de Novembro, 1678	Quarta
156	Odontologia Maria Tereza	Rua José Bonifácio, 1803	Quarta
157	Odontologia Adriano L. Barreto	Rua Padre Teixeira, 1743	Quarta
158	Odontologia - 16	Rua José Bonifácio, 1603	Quarta
159	Odontologia Luis Antônio	Rua Riachuelo, 961	Quarta
160	Clínica Guanabara	Rua Quinze de Novembro, 1340	Quarta
161	Centro Odontológico Especializado	Rua Major Júlio de Salles, 573	Quarta
163	Odontologia - 17	Av. Dr. Carlos Botelho, 1113	Quarta
164	Laboratório de Anatomopstologia	Rua Vitor Manoel de Souza Lima, 591	Quarta
167	Odontologia - 19	Rua Joaquim Augusto Ribeiro de Souza, 1240	Quarta e Sexta
168	Drogaria Santo Fylype	Rua Luiz Procópio Araújo Ferraz, 445	Quarta
169	Instituto de Anatomia Patológica	Rua Paulino Botelho de Abreu Sampaio, 489	Quarta
170	Odontologia Antônio Pelicano	Rua Marechal Deodoro, 2288	Quarta
171	Odontologia - 21	Rua Francisco Ferreira, 1921	Quarta
173	Odontologia - 22	Av. Cap. Luiz Brandão, 126	Quarta
174	Drogaria Carlos Botelho	Av. Dr. Carlos Botelho, 2869	Quarta
175	Odontologia - 24	Av. Dr. Carlos Botelho, 2930	Quarta

Número de Identificação	Ponto de Coleta	Endereço	Frequência de Coleta
176	Odontologia - 25	Rua Vinte e Oito de Setembro, 2632	Quarta
177	Odontologia João Carlos	Rua São Joaquim, 1930	Quarta
180	Odontologia - 26	Rua Antônio Blanco, 1038	Quarta
181	Drogaria Thamos	Av. Araraquara, 328	Quarta
185	Drogaria São Lucas	Rua Gastão Vieira, 738	Quarta
198	Farmácia N. S. do Rosário	Av. Sallun, 1084	Quinta
199	Odontologia - 27	Rua São Pio X, 580	Quinta
200	Odontologia - 28	Rua Des. Júlio de Faria, 1429	Quinta
202	Drogaria Sete	Rua Des. Júlio de Faria, 1180	Quinta
209	Drogaria Copacabana	Av. Dr. Teixeira de Barros, 483	Quinta
210	Odontologia - 29	Av. Dr. Teixeira de Barros, 914	Quinta
211	Odontologia - 30	Av. Dr. Teixeira de Barros, 1082	Quinta
213	Odontologia - 31	Rua D. Ana Prado, 1283	Quinta
214	Odontologia - 32	Rua D. Ana Prado, 673	Quinta
215	Odontologia - 33	Rua D. Ana Prado, 234	Quinta
216	Odontologia - 34	Av. Dr. José Pereira Lopes, 34	Quinta
217	Odontologia - 35	Av. Com. Alfredo Maffei, 1660	Quinta
218	Farmácia Coração de Jesus	Rua General Osório, 522	Quinta
219	Odontologia - 36	Av. Com. Alfredo Maffei, 2349	Quinta
220	Drogaria Santos Dumont	Rua Episcopal, 1107	Quinta
221	Odontologia - 37	Rua General Osório, 817	Quinta
222	Odontologia - 38	Rua São Joaquim, 768	Quinta
223	Odontologia - 39	Rua General Osório, 1234	Quinta
224	Odontologia - 40	Rua General Osório, 1289	Quinta
225	Batalhão Polícia Militar	Rua Bento Carlos, 930	Quinta
226	Odontologia - 41	Rua José Rodrigues Sampaio, 361	Quinta
230	Farmácia Ipanema	Rua Jesuíno de Arruda, 2603	Quinta
231	Odontologia - 42	Rua Campos Salles, 809	Quinta
232	Odontologia - 43	Rua Conde do Pinhal, 2380	Quinta
233	Odontologia - 44	Rua Conde do Pinhal, 2267	Quinta
237	Odontologia - 45	Rua Sete de Setembro, 2542	Quinta
239	Odontologia - 46	Rua Episcopal, 1977	Quinta

Número de Identificação	Ponto de Coleta	Endereço	Frequência de Coleta
245	Odontologia - 47	Rua Prof. Orlando Perez, 635	Quinta
246	Drogaria São Bento	Rua Mário Pizzani, 155	Quinta
255	SICOM II	Rua Ray Wesley, s/n	Quinta
256	Drogaria Santa Luzia	Av. São Carlos, 3420	Quinta
259	Odontologia - 48	Rua Tiradentes, 124	Quinta
262	Odontologia - 49 (DR. Genova)	Av. São Carlos, 2205 - 3 ° Andar	Quinta
263	Odontologia - 50	Av. São Carlos, 2007	Quinta
266	Clínica Veterinária Icarai	Rua Mto João Seppe, 732	Quinta
268	Cadeia Pública		Quinta
272	Posto de Saúde Dr. Romeu de Sense	Av. Vicente Pelicano, 1021	Sexta
273	Farmazul	Rua Paulo Mont Serrat, 649	Sexta
276	Farmácia Alexandrina	Rua D. Alexandrina, 13	Sexta
281	Odontologia - 51 (DR. Cássio)	Av. São Carlos, 834	Sexta
283	Odontologia - 52	Rua José Bonifácio, 264	Sexta
285	SICOM	Rua Cel. José Augusto de O. Salles, 478	Sexta
287	Drogaria Conde do Pinhal	Rua Vicente Laureto	Sexta
288	Drogaria Monte Carlo	Av. Paulo VI, 851	Sexta
291	Drogaria União	Rua Francisco Marigo, 795	Sexta
295	Odontologia - 53	Rua Sebastião José Alexandre, 39	Sexta
298	Odontologia - 54	Rua Cândido Padim, 449	Sexta
308	Odontologia - 55	Rua Major José Inácio, 2778	Sexta
314	São Bernardo Assistência Médica	Rua Quinze de Novembro, 2073	Sexta
317	Farmácia Confiança	Rua Paulino Botelho de Abreu Sampaio, 800A	Sexta
323	Universidade Federal de São Carlos	Rodovia SP-310	Sexta
325	Posto de Saúde Viriato Fernandes Nunes	Av. João Lorenço, 65	Sexta
330	Odontologia - 57	Rua São Joaquim, 2126	Sexta
349	Farmácia Ética	Rua Sete de Setembro, 2152	Sábado
350	Farmácia Central	Rua Sete de Setembro, 2043	Sábado
351	Farmácia N. S. do Rosário	Av. São Carlos, 2008	Sábado
355	Drogaria São Paulo	Rua Miguel Petroni, 1166	Sábado
357	Farmácia	Av. das Gardênias	Sábado

Fonte: Dados fornecidos pela VEGA Engenharia Ambiental

ANEXO – D1

ASPECTOS GERAIS DOS SISTEMAS DE COLETA DE RSS

Município	Estado	Número de Habitantes ¹	Tipo de coleta	Separação dos resíduos infectados dos não-infectados	Resíduo coletado (ton./mês)	Serviço de coleta ²	Estudo da geração de resíduo por tipo de gerador	Tratamento	Disposição final	Fonte de dados
Salvador	BA	2.209.465	Especial	Existe	807	Terceirizado	Não existe	Não existe	Área específica (aterro sanitário)	Empresa de Limpeza Urbana de Salvador - LIMPURB
Belo Horizonte	MG	2.091.170	Especial	Existe	598 ³ 65 ⁴	Próprio	Existe	Não existe	Valas específicas (aterro sanitário)	Superintendência de Limpeza Urbana - SLU
Brasília	DF	1.817.001	Especial	Existe	680	NI	NI	Incineração	Aterro controlado	Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal - SLU
São Gonçalo	RJ	827.967	Especial	Existe	26	Terceirizado	Não existe	Não existe	Aterro controlado	Superintendência de Limpeza Urbana - SLU
São Bernardo do Campo	SP	658.791	Especial	Existe	160	Terceirizado	Existe	Incineração	NI	Prefeitura Municipal
Uberlândia	MG	437.111	Especial	Não existe	75	Terceirizado	Existe	Não existe	Valas sépticas (aterro controlado)	Prefeitura Municipal
Sorocaba	SP	431.370	Especial	Não existe	78	Terceirizado	Não existe	Não existe	Aterro sanitário	Prefeitura Municipal
Santos	SP	412.288	Especial	NI	97,73	Próprio	Não existe	Microondas	Aterro controlado	Progresso e Desenvolvimento de Santos S.A. - PRODESAN
Joinville	SC	397.987	Especial	Existe	8,75	Terceirizado	Não existe	Não existe	Valas sépticas (aterro sanitário)	Prefeitura Municipal
Mauá	SP	344.684	Especial	NI	20	Terceirizado	Não existe	Incineração	NI	SANURBAN

Município	Estado	Número de Habitantes ¹	Tipo de coleta	Separação dos resíduos infectados dos não-infectados	Resíduo coletado (ton./mês)	Serviço de coleta ²	Estudo da geração de resíduo por tipo de gerador	Tratamento	Disposição final	Fonte de dados
Piracicaba	SP	302.605	Especial	Existe	26	Terceirizado	Não existe	Microondas	NI	Prefeitura Municipal
Jundiá	SP	293.237	Especial	NI	24	Terceirizado	Não existe	Incineração	NI	Prefeitura Municipal
Bauru	SP	293.026	Especial	NI	20	Próprio	Existe	Não existe	Valas sépticas (aterro sanitário)	Empresa Municipal de Desenvolvimento urbano e Rural de Bauru -EMDURB
Montes Claros	MG	271.324	Especial	Não existe	29,74	Próprio	Existe	Incineração	Aterro controlado	Empresa Municipal de Serviços, Obras e Urbanização - ESURB
Florianópolis	SC	268.551	Especial	Não existe	90	Próprio	Existe	Não existe	Valas sépticas (aterro sanitário)	Companhia Melhoramentos da Capital - COMCAP
Novo Hamburgo	RS	225.082	Especial	NI	NI	Terceirizado	Em implantação	Incineração	NI	Secretaria Municipal de Serviços Urbanos
Taboão da Serra	SP	182.441	Especial	Existe	12	Terceirizado	Existe	Incineração	NI	Prefeitura Municipal
Suzano	SP	180.703	Especial	Existe	6	Terceirizado	NI	Incineração	NI	Prefeitura Municipal
Divinópolis	MG	171.562	Especial	NI	25	Terceirizado	Não existe	NI	Valas específicas (lixão)	Prefeitura Municipal
São José dos Pinhais	PR	167.286	NI	NI	NI	Prefeitura de Curitiba	NI	NI	NI	Prefeitura Municipal
Itaboraí	RJ	156.631	Especial	Existe	NI	Terceirizado	Não existe	NI	NI	Prefeitura Municipal
Passo Fundo	RS	156.352	Especial	Existe	4,68	Terceirizado	Não existe	Incineração	NI	Prefeitura Municipal
Santa Luzia	MG	152.682	Especial	Existe	8	Terceirizado	Em implantação	Não existe	Valas sépticas (aterro sanitário)	Prefeitura Municipal
Itajaí	SC	134.797	Especial	Existe	10,4	Terceirizado	Existe	Não existe	Valas sépticas (aterro sanitário)	Prefeitura Municipal
Hortolândia	SP	114.885	Especial	NI	3,25	Terceirizado	Não existe	Incineração	NI	Prefeitura Municipal
Sapucaia do Sul	RS	113.992	Especial	Existe	1,5	Terceirizado e Próprio	Não existe	Incineração	NI	Prefeitura Municipal

Município	Estado	Número de Habitantes ¹	Tipo de coleta	Separação dos resíduos infectados dos não-infectados	Resíduo coletado (ton./mês)	Serviço de coleta ²	Estudo da geração de resíduo por tipo de gerador	Tratamento	Disposição final	Fonte de dados
Barreiras	BA	113.544	Convencional	Não existe	NI	Terceirizado	Não existe	Não existe	Aterro sanitário	Prefeitura Municipal
Itapetininga	SP	111.909	Especial	Existe	13,2	Próprio	Não existe	Não existe	Valas sépticas (aterro sanitário)	Prefeitura Municipal
Francisco Morato	SP	106.328	Especial	Existe	2,88	Próprio	Não existe	Incineração	NI	Prefeitura Municipal
Varginha	MG	100.079	Especial	Existe	9	Próprio	Não existe	Incineração	Aterro sanitário	Prefeitura Municipal
Lauro de Freitas	BA	95.530	Especial	Existe	NI	Próprio	Existe	NI	Valas sépticas (lixão)	Prefeitura Municipal
Itabira	MG	95.229	Especial	Existe	10,4	Próprio	Não existe	NI	Valas específicas (aterro controlado)	Empresa de Desenvolvimento de Itabira Ltda. - ITAURB
Resende	RJ	94.104	Especial	Existe	8	Próprio	NC	NI	Valas sépticas (aterro sanitário)	Companhia Municipal da Habitação e Urbanismo de Resende - COMHUR
Jaraguá do Sul	SC	92.849	Especial	NI	2,6	Terceirizado	Não existe	NI	Valas específicas (lixão)	Prefeitura Municipal
Passos	MG	91.801	Especial	Existe	13	Próprio	Não existe	NI	Valas específicas (aterro sanitário)	Prefeitura Municipal
Pinhais	PR	89.272	Especial	NI	NI	Prefeitura de Curitiba	Não existe	Incineração	NI	Prefeitura Municipal
Ituiutaba	MG	87.707	Especial	Existe	10	Próprio	Não existe	Queimados, após descarga	Área específica (aterro controlado)	Prefeitura Municipal
Ourinhos	SP	86.881	Especial	Existe	9	Próprio	Não existe	Incineração	Aterro sanitário	Superintendência de Água e Esgoto de Ourinhos - SAE
Birigui	SP	85.354	Especial	Existe	2,16	Próprio	Não existe	Incineração	NI	Prefeitura Municipal
Poá	SP	84.843	Especial	Existe	2,6	Terceirizado	NI	Incineração	NI	Prefeitura Municipal
Campo Mourão	PR	79.513	Especial	NI	9,1	Terceirizado	Existe	Não existe	Valas sépticas (lixão)	Secretaria Municipal da Agricultura e Meio Ambiente

Município	Estado	Número de Habitantes ¹	Tipo de coleta	Separação dos resíduos infectados dos não-infectados	Resíduo coletado (ton./mês)	Serviço de coleta ²	Estudo da geração de resíduo por tipo de gerador	Tratamento	Disposição final	Fonte de dados
Ubá	MG	77.157	Especial	Existe	19,84	Terceirizado	Existe	NI	Valas específicas (aterro controlado)	Prefeitura Municipal
Três Lagoas	MS	74.766	Especial	Existe	2,2	Próprio	Não existe	Incineração, no hospital	NI	Prefeitura Municipal
Araxá	MG	74.063	Especial	Não existe	NI	Próprio	Não existe	Não existe	Lixão	Prefeitura Municipal
Lavras	MG	72.739	Especial	Não existe	NI	Próprio	Não existe	Não existe	Valas específicas (aterro sanitário)	Prefeitura Municipal
Bebedouro	SP	72.620	Especial	Existe	20,8	Próprio	Não existe	Incineração, no hospital	NI	Prefeitura Municipal
Formosa	GO	68.679	Convencional	Não existe	NI	Próprio	Não existe	Não existe	Aterro sanitário	Prefeitura Municipal
Trindade	GO	68.037	Convencional	Não existe	NI	Próprio	Não existe	Não existe	Lixão	Prefeitura Municipal
Caraguatatuba	SP	67.083	Especial	Existe	2	Próprio	Não existe	Incineração	NI	Prefeitura Municipal
Paragominas	PA	66.559	Especial	Existe	NC	Próprio	Não existe	Não existe	Lixão	Prefeitura Municipal
Gurupi	TO	65.656	Especial	Existe	7,8	Terceirizado	Não existe	Não existe	Valas específicas (aterro controlado)	Prefeitura Municipal
Manacapuru	AM	65.632	Não há coleta	Existe	-	-	Não existe	Queimados, no hospital e posto de saúde	No hospital e posto de saúde, em valas	Prefeitura Municipal
Curvelo	MG	64.382	Especial	Não existe	15,6	Próprio	Não existe	Incineração	Lixão	Prefeitura Municipal
Pirassununga	SP	62.636	Especial	Existe	20,8	Próprio	Não existe	Incineração	Valas específicas (aterro sanitário)	Prefeitura Municipal
Maricá	RJ	60.268	Especial	Existe	NI	Próprio	Não existe	Não existe	Valas específicas (aterro sanitário)	Prefeitura Municipal
Catalão	GO	58.447	Especial	Não existe	NI	Próprio	Não existe	Queimados, após descarga	Valas específicas (aterro sanitário)	Prefeitura Municipal
Rio Largo	AL	58.411	Convencional	Não existe	NI	Próprio	Não existe	NC	Lixão	Prefeitura Municipal

Município	Estado	Número de Habitantes ¹	Tipo de coleta	Separação dos resíduos infectados dos não-infectados	Resíduo coletado (ton./mês)	Serviço de coleta ²	Estudo da geração de resíduo por tipo de gerador	Tratamento	Disposição final	Fonte de dados
Ceará-Mirim	RN	58.036	Especial	NI	NI	Próprio	Não existe	Incineração, no lixão	Lixão	Prefeitura Municipal
Santo Amaro	BA	56.360	Convencional	NI	70,2	Próprio	Não existe	Incineração	Lixão	Prefeitura Municipal
Concórdia	SC	56.359	Especial (postos de saúde e IML)	Existe	NI	Próprio	Não existe	Incineração, no hospital	NI	Prefeitura Municipal
Farroupilha	RS	52.570	Especial	Existe	0,08	Terceirizado	Não existe	Queimados, no hospital	Aterro sanitário	Prefeitura Municipal
Irecê	BA	52.204	Especial	NI	NI	Terceirizado	Não existe	Não existe	Valas específicas (lixão)	Prefeitura Municipal
Penápolis	SP	51.415	Especial	Existe	3,24	Próprio	Não existe	Incineração	NI	Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Penápolis - DAEP
Irati	PR	51.008	Especial	NI	4	Próprio	Não existe	Incineração, após descarga	Aterro sanitário	Prefeitura Municipal
Araranguá	SC	50.579	Especial	NI	-	Próprio	Não existe	Queimados, no hospital	Aterro controlado, em latões de metal	Prefeitura Municipal
Euclides da Cunha	BA	50.347	Especial	NI	6,5	Próprio	Não existe	Não existe	Área específica (lixão)	Prefeitura Municipal
Registro	SP	49.785	Especial (rede pública)	Existe	0,32	Próprio	Não existe	Incineração, no hospital	NI	Prefeitura Municipal
Ouricuri	PE	48.915	Especial	Não existe	NI	Próprio	Não existe	Pré-incineração, no lixão	Lixão	Prefeitura Municipal
São José do Rio Pardo	SP	47.533	Especial	NI	2,6	Próprio	Não existe	Desinfecção	Valas específicas (aterro controlado)	Prefeitura Municipal

NI – Não Informado

NC – Não Compreensível

¹ Fonte: IBGE (1996)

² Fonte: DELUQUI (1998) (Complementação dos dados)

³ Coleta realizada com veículo compactador, em grandes geradores

⁴ Coleta realizada com veículo fiorino, em pequenos geradores

ANEXO – D2

ASPECTOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS DE COLETA DE RSS

Município	Estado	Tipo de veículo utilizado	Método para definir a rota	Quem estabelece as rotas	Aspectos considerados na determinação das rotas	Tipo de resíduo coletado
Salvador	BA	1 Não-compactador	Manual	Empresa contratada	NI	NE
Belo Horizonte	MG	2 Compactadores (hospitais) e 2 Fiorino adaptadas (demais geradores)	Manual	SLU	Localização dos geradores, volume de resíduo de cada gerador	NE
Brasília	DF	4 Compactadores (uso exclusivo)	NI	NI	NI	Algodão, seringas descartáveis, etc.
São Gonçalo	RJ	1 Kombi adaptada	Manual	SLU	Localização dos geradores	NE
São Bernardo do Campo	SP	1 Baú (hospitais) e 2 Fiorino (demais geradores)	Manual	Empresa contratada	NE	Agulhas, curativos, embalagens, papéis contaminados, medicamentos vencidos, seringas descartáveis, etc.
Uberlândia	MG	1 Não-compactador (hospitais) e 1 veículo pequeno fechado (demais geradores)	Manual	NI	Horário, localização dos geradores	Animais mortos de pequeno porte, medicamentos vencidos, perfurocortantes e resíduos sépticos.
Sorocaba	SP	2 Caminhões adaptados	Manual	Prefeitura municipal	Prioridade para região central, depois demais regiões	Todos os resíduos.
Santos	SP	3 Saveiros e 1 furgão	Manual	PRODESAN	Condições de tráfego, localização dos geradores, volume de resíduo de cada gerador	NE
Joinville	SC	2 Fiorino adaptadas	Manual	NI	Localização dos geradores	NE

Município	Estado	Tipo de veículo utilizado	Método para definir a rota	Quem estabelece as rotas	Aspectos considerados na determinação das rotas	Tipo de resíduo coletado
Mauá	SP	1 Furgão adaptado e 1 Fiorino (reserva)	Manual	Empresa contratada	Menor percurso possível	Resíduos contaminados e infecciosos, perfurocortante e alimentares.
Piracicaba	SP	2 Fiorino adaptadas	Manual	Empresa contratada	Volume de resíduo de cada gerador	Agulhas, bolsas de sangue, gases, luvas, seringas descartáveis, etc.
Jundiaí	SP	1 Furgão (hospitais e farmácias) e 1 Saveiro (pequenos animais)	NI	Empresa contratada	NI	Curativos em geral, gases, perfurocortante, etc.
Bauri	SP	2 Fiorino adaptadas	Manual	Prefeitura municipal	Menor percurso possível	NE
Montes Claros	MG	1 Fiorino adaptada	Manual	ESURB	Aspectos econômicos, condições de tráfego, condições funcionais dos geradores	Todos os resíduos.
Florianópolis	SC	1 Compactador (baixa compactação)	Manual	COMCAP	Menor percurso possível	Todos os resíduos.
Novo Hamburgo	RS	1 Furgão adaptado	Manual	Secretaria Municipal de Serviços Urbanos	Localização dos geradores, menor percurso possível	NE
Taboão da Serra	SP	1 Fiorino adaptada e 1 D-20 adaptada	Manual	Prefeitura municipal e empresa contratada	Condições de tráfego, horário, localização dos geradores, sentido do tráfego, volume de resíduo de cada gerador	Infectado e contaminado, conforme especificações da ABNT.
Suzano	SP	1 Caminhão e 1 caminhonete	Manual	Empresa contratada	Localização dos geradores	Agulhas, curativos, gesso, latas, materiais descartáveis, papel, restos alimentares, seringas descartáveis e vidros.
Divinópolis	MG	1 Fiorino adaptada	Manual	Empresa contratada	Volume de resíduo de cada gerador	NE
São José dos Pinhais	PR	NI	NI	NI	NI	NI
Itaboraí	RJ	NI	NI	Geradores	NI	NE
Passo Fundo	RS	1 Fiorino adaptada	Manual	NI	Volume de resíduo de cada gerador	NE
Santa Luzia	MG	1 Fiorino adaptada	Manual	NI	Localização dos geradores	NE
Itajaí	SC	1 Fiorino adaptada	Manual	Empresa contratada	Volume de resíduo de cada gerador	Resíduo infectante (tipo A1, A2, A3, A4, A5 e A6) e especial (tipo B2), de acordo com as especificações da ABNT.

Município	Estado	Tipo de veículo utilizado	Método para definir a rota	Quem estabelece as rotas	Aspectos considerados na determinação das rotas	Tipo de resíduo coletado
Hortolândia	SP	1 Furgão adaptado	Manual	Empresa contratada	NI	NE
Sapucaia do Sul	RS	1 Veículo adaptado	NI	NI	Menor percurso possível	Curativos, medicamentos vencidos, resíduos laboratoriais e seringas descartáveis.
Barreiras	BA	1 Compactador	NI	Prefeitura municipal e empresa contratada	NI	Todos os resíduos.
Itapetininga	SP	1 Caminhão	Manual	NI	Prioridade para os grandes geradores	Agulhas, animais mortos, dentes, restos de tecidos de cirurgia, seringas descartáveis, etc.
Francisco Morato	SP	1 Chevi 500	Manual	NI	NI	Placentas, seringas descartáveis, etc.
Varginha	MG	1 Kombi adaptada	Não estabelece rota	-	-	Ataduras, material de laboratório, seringas descartáveis, etc.
Lauro de Freitas	BA	1 Pampa adaptada	Manual	Prefeitura municipal	Sentido do tráfego	Excreções, fetos, hemoderivados, líquidos orgânicos, órgãos, peças anatômicas, resíduos de laboratórios, sangue, secreções, tecidos, etc.
Itabira	MG	1 Toyota adaptada	Manual	Prefeitura municipal	Horário de grande movimento, relevo, sentido do tráfego, tipo de construção, tipo de pavimento, volume de resíduo de cada gerador	Agulhas, curativos, frascos de remédios, papéis higiênicos, seringas descartáveis, etc.
Resende	RJ	1 Fiorino adaptada	Manual	NI	Condições do tráfego, horário de expediente	NE
Jaraguá do Sul	SC	1 Fiorino	Manual	NI	Menor percurso possível	NE
Passos	MG	1 Kombi adaptada	Manual	NI	Localização e classificação dos geradores, volume de resíduo de cada gerador	NE
Pinhais	PR	NI	NI	Empresa contratada	NI	NE
Ituiutaba	MG	1 Caminhão adaptado	Manual	Prefeitura municipal	NI	NE
Ourinhos	SP	1 Fiorino adaptada	Manual	Prefeitura municipal e geradores	Condições do tráfego, localização dos geradores, volume de resíduo de cada gerador	NE

Município	Estado	Tipo de veículo utilizado	Método para definir a rota	Quem estabelece as rotas	Aspectos considerados na determinação das rotas	Tipo de resíduo coletado
Birigui	SP	1 Saveiro	Manual	Prefeitura municipal	NI	Agulha, curativos, seringas descartáveis, etc.
Poá	SP	NI	Não estabelece rota	-	-	Agulha, curativos, seringas descartáveis, etc.
Campo Mourão	PR	1 Saveiro	NI	NI	NI	Gases, medicamentos vencidos, seringas descartáveis, etc.
Ubá	MG	1 Fiorino adaptada	Manual	Prefeitura municipal	Prioridade para os grandes geradores	Agulhas, animais mortos, curativos, medicamentos vencidos, seringas descartáveis, etc.
Três Lagoas	MS	1 Basculante	Manual	Prefeitura municipal e geradores (farmácias)	NI	Frascos, material de manipulação, seringas descartáveis, etc.
Araxá	MG	1 Caminhão	Manual	NI	Condições e sentido do tráfego, volume de resíduo de cada gerador	Todos os resíduos.
Lavras	MG	1 Compactador	Manual	Prefeitura municipal	Horário, localização dos geradores	NE
Bebedouro	SP	1 Fiorino	Manual	Prefeitura municipal e vigilância sanitária	Localização dos geradores, prioridade para os grandes geradores, umidade do resíduo	NE
Formosa	GO	1 Compactador	Manual	Prefeitura municipal	Condições de tráfego, horário, necessidade do setor	Todos os resíduos.
Trindade	GO	Basculante ou compactador	Manual	Prefeitura municipal	Regiões da cidade	Todos os resíduos.
Caraguatatuba	SP	1 Agrale adaptado	NI	DILURB	NI	Medicamentos vencidos, luvas, roupas, seringas descartáveis, etc.
Paragominas	PA	1 Basculante	NI	Prefeitura municipal	NI	Agulhas, curativos, recipientes, seringas descartáveis, etc.
Gurupi	TO	1 Fiorino adaptada	Manual	NI	Localização dos geradores	NE
Manacapuru	AM	-	-	-	-	-
Curvelo	MG	1 Fiorino adaptada	Não estabelece rota	-	Prioridade para os grandes geradores	Placenta, resto de material cirúrgico, sangue, etc.
Pirassununga	SP	1 Saveiro adaptada	NI	NI	NI	NE
Maricá	RJ	1 Pick-up adaptada	Manual	Prefeitura municipal	Localização dos geradores	De acordo com as especificações do CONAMA 05, grupo A.

Município	Estado	Tipo de veículo utilizado	Método para definir a rota	Quem estabelece as rotas	Aspectos considerados na determinação das rotas	Tipo de resíduo coletado
Catalão	GO	1 Caminhão adaptado	Manual	Prefeitura municipal e departamento do meio ambiente	Prioridade para os grandes geradores	Gases, papel higiênico, resíduos orgânicos, restos de cirurgia, varrição, etc.
Rio Largo	AL	Basculante ou trator agrícola	Manual	Prefeitura municipal	NI	NE
Ceará-Mirim	RN	1 Trator	Manual	Prefeitura municipal	Prioridade para os grandes geradores	NE
Santo Amaro	BA	1 Basculante	NI	Prefeitura municipal	NI	NE
Concórdia	SC	1 Gol e 1 Fusca	NI	Motorista	NI	Curativos, frascos, medicamentos vencidos, seringas descartáveis, etc.
Farrroupilha	RS	1 Fiorino adaptada	Programa computacional	Empresa contratada	Menor percurso e tempo possível	Infecto-contagiosos, perfurocortantes, produtos químicos (amalgamas, solventes), seringas descartáveis, etc.
Irecê	BA	1 Caçamba	Manual	Empresa contratada	Volume de resíduo de cada gerador	NE
Penápolis	SP	1 Pampa adaptada	Manual	Motorista	Localização dos geradores	NE
Irati	PR	1 Caminhão	Manual	Prefeitura municipal	Localização dos geradores	NE
Araranguá	SC	1 Basculante	-	-	Hospital ao aterro (resíduo está em latões)	Algodão, agulhas, curativos, gases, metais, plásticos, seringas descartáveis, vidros, etc.
Euclides da Cunha	BA	1 Trator	NI	Prefeitura municipal	NI	Gazes, medicamentos vencidos, seringas descartáveis, etc.
Registro	SP	1 Kombi	NI	NI	NI	Algodão, curativos, material de coleta ginecológica, sangue e seringas descartáveis.
Ouricuri	PE	1 Compactador	Manual	Prefeitura municipal	NI	NE
São José do Rio Pardo	SP	1 Caminhonete	Manual	Prefeitura municipal	Menor percurso possível	NE

NI – Não Informado

NE – Não Especificado

ANEXO – D2

ASPECTOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS DE COLETA DE RSS (continuação)

Município	Estado	Distância entre garagem e destino final (km)	Coleta em pontos com restrição de horário	Estabelecimentos geradores atendidos pela coleta especial	Número de pontos geradores	Intervalo entre as coletas em cada ponto gerador
Salvador	BA	26,4	NI	Clínicas médicas, hospitais, laboratórios, sanitários.	135	Diária e alternada
Belo Horizonte	MG	12	Coleta noturna	Centro de saúde, clínicas médicas, clínica odontológica, clínica veterinária, drogarias, farmácias, hospital público e privado, laboratórios, universidades (área de saúde).	2188	Diária e alternada
Brasília	DF	NI	Coleta noturna	Clínicas veterinárias, farmácias, hospitais, laboratórios, etc.	NI	Diária
São Gonçalo	RJ	10	NI	NI	21	Diária
São Bernardo do Campo	SP	16	Coleta noturna (hospitais)	NI	250	Diária e alternada
Uberlândia	MG	10	Nos horários disponíveis	Clínicas, farmácias, hospitais, laboratórios, postos de saúde.	NI	Diária e alternada
Sorocaba	SP	10	Coleta matinal	Clínicas, farmácias, hospitais, laboratórios, postos de saúde, PA.	200	Diária e alternada
Santos	SP	7	Nos horários disponíveis	Clínicas médicas e veterinárias, farmácias, hospitais, etc.	NI	Diária e alternada
Joinville	SC	16	Nos horários disponíveis	Ambulatórios, clínicas, farmácias, hospitais, IML, laboratórios, maternidade, postos de saúde, unidades móveis.	321	NI
Mauá	SP	150	Nos horários disponíveis	Ambulatórios, clínicas médicas e veterinárias, drogarias, hospitais, INSS, laboratórios, unidades básicas de saúde.	119	Diária, alternada e semanal
Piracicaba	SP	15	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, farmácias, hospitais, laboratórios, etc.	300	Diária e alternada

Município	Estado	Distância entre garagem e destino final (km)	Coleta em pontos com restrição de horário	Estabelecimentos geradores atendidos pela coleta especial	Número de pontos geradores	Intervalo entre as coletas em cada ponto gerador
Jundiaí	SP	15	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas e veterinárias, farmácias, hospitais, etc.	151	Diária e alternada
Bauru	SP	15	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, drogarias, farmácias, hospitais, laboratórios, postos de saúde, pronto-socorro, etc.	400	Diária, alternada e semanal
Montes Claros	MG	7	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas, centros de saúde, hospitais, laboratórios.	NI	Diária e alternada
Florianópolis	SC	40	Nos horários disponíveis para os geradores e a empresa	Clínicas médicas e veterinárias, farmácias, hospitais, etc.	64	Diária, alternada e semanal
Novo Hamburgo	RS	10	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas e veterinárias, farmácias, hospitais, etc.	120	Alternada
Taboão da Serra	SP	120	Respeita o horário de funcionamento dos geradores	Clínicas, farmácias, maternidade, unidades básicas de saúde.	142	Diária, alternada e semanal
Suzano	SP	0	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas e odontológicas, farmácias, hospitais, IML, laboratórios, postos de saúde, pronto-socorro.	NI	Alternada e semanal
Divinópolis	MG	9	Não há pontos com restrição de horário	NI	NI	Diária, alternada e semanal
São José dos Pinhais	PR	NI	NI	NI	NI	NI
Itaboraí	RJ	NI	NI	Clínicas e hospitais.	7	Diária e alternada
Passo Fundo	RS	0	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas odontológicas, hemocentro, hospitais, laboratórios, motéis.	150	Diária, alternada e semanal
Santa Luzia	MG	38	NC	Ambulatórios, clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, hospitais, laboratórios.	64	Diária
Itajaí	SC	25	Nos horários disponíveis	Ambulatórios, clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, farmácias, hospitais, laboratórios.	115	Diária, alternada e semanal
Hortolândia	SP	35	Nos horários disponíveis	Clínicas médicas e veterinárias, farmácias, hospitais, etc.	70	Alternada
Sapucaia do Sul	RS	NI	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas odontológicas e veterinárias, farmácias, laboratórios, policlínicas, postos de saúde.	64	Alternada

Município	Estado	Distância entre garagem e destino final (km)	Coleta em pontos com restrição de horário	Estabelecimentos geradores atendidos pela coleta especial	Número de pontos geradores	Intervalo entre as coletas em cada ponto gerador
Barreiras	BA	18	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas e veterinárias, farmácias, hospitais, etc.	NI	Diária e alternada
Itapetininga	SP	NI	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, farmácias, hospitais, pronto-socorro, posto de saúde.	NI	Alternada
Francisco Morato	SP	18	Não há pontos com restrição de horário	Drogarias, hospital, pronto-socorro.	10	Alternada
Varginha	MG	0	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas e veterinárias, farmácias, hospitais, policlínicas, etc.	NI	Diária e alternada
Lauro de Freitas	BA	8	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas e veterinárias, drogarias, farmácias, hospitais, laboratórios, posto de saúde.	NI	Diária e alternada
Itabira	MG	12	Horários predeterminados	Clínicas médicas, drogarias, farmácias, hospitais, laboratórios, policlínicas, prontos-socorros.	63	Diária e alternada
Resende	RJ	0	Não há pontos com restrição de horário	NI	115	Diária, alternada e semanal
Jaraguá do Sul	SC	4	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, drogarias, farmácias, hospitais, laboratórios, postos de saúde, pronto-socorro, etc.	66	Diária e alternada
Passos	MG	NI	Não há pontos com restrição de horário	Ambulatórios, clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, drogarias, farmácias, hospitais, laboratórios, pronto-socorro.	73	Diária e alternada
Pinhais	PR	NI	NI	Hospital e postos de saúde.	10	Semanal
Ituiutaba	MG	10	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas veterinárias, farmácias, hospitais, laboratórios, pronto-socorro.	77	Alternada
Ouriinhos	SP	3	Coleta noturna	Clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, farmácias, hospitais, posto de saúde, pronto-socorro.	80	Diária e alternada
Birigui	SP	1,5	Não há pontos com restrição de horário	NI	135	Alternada
Poá	SP	0	Coleta noturna	NI	60	Diária e alternada
Campo Mourão	PR	22	Não há pontos com restrição de horário	NI	NI	Diária e alternada

Município	Estado	Distância entre garagem e destino final (km)	Coleta em pontos com restrição de horário	Estabelecimentos geradores atendidos pela coleta especial	Número de pontos geradores	Intervalo entre as coletas em cada ponto gerador
Ubá	MG	NI	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas e veterinárias, farmácias, hospitais, postos de saúde.	51	Diária
Três Lagoas	MS	0	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas odontológicas e veterinárias, drogarias, farmácias.	67	Alternada
Araxá	MG	0	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas, farmácias, hospitais, laboratórios.	52	Diária
Lavras	MG	0	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas veterinárias, farmácias, hospitais, laboratórios, pronto-socorros.	32	Diária
Bebedouro	SP	0	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, farmácias, hospitais, laboratórios.	150	Diária
Formosa	GO	15	Não há pontos com restrição de horário	Farmácias, hospitais, laboratórios, pronto-socorro.	30	Diária
Trindade	GO	15	NI	Clínicas médicas, farmácias, hospitais, laboratórios.	NI	Diária
Caraguatatuba	SP	0	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas e veterinárias, drogarias, farmácias, hospitais, laboratórios.	43	Alternada
Paragominas	PA	0	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas e veterinárias, farmácias, hospitais, pronto-socorro.	12	Diária e alternada
Gurupi	TO	10	Coleta noturna no centro	Banco de sangue, drogarias, farmácias, hospitais, laboratórios, postos de saúde.	47	Diária e alternada
Manacapuru	AM	-	-	Clínicas médicas, drogarias, hospitais, postos de saúde.	NI	-
Curvelo	MG	20	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas, farmácias, hospitais, laboratórios, pronto-socorro.	21	Diária
Pirassununga	SP	0	NI	Consultórios médicos e odontológicos, farmácias, hospitais, laboratórios, etc.	127	Diária
Maricá	RJ	6	Não há pontos com restrição de horário	Casa de saúde, casa de repouso, clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, drogarias, hospital, laboratórios, postos de saúde.	135	Alternada
Catalão	GO	10	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, farmácias, hospitais, laboratórios, postos de saúde, terminais rodoviários.	93	Diária

Município	Estado	Distância entre garagem e destino final (km)	Coleta em pontos com restrição de horário	Estabelecimentos geradores atendidos pela coleta especial	Número de pontos geradores	Intervalo entre as coletas em cada ponto gerador
Rio Largo	AL	NI	Não há pontos com restrição de horário	Clínica médica, farmácias, hospital, postos de saúde.	25	Diária
Ceará-Mirim	RN	3,5	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas, hospitais.	4	Alternada
Santo Amaro	BA	0	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas e veterinárias, farmácias, hospitais.	NI	Diária
Concórdia	SC	NI	Não há pontos com restrição de horário	IML e postos de saúde.	NI	Alternada e semanal
Farroupinha	RS	0	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas e odontológicas, consultórios médicos.	44	Semanal
Irecê	BA	8	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas e veterinárias, farmácias, hospitais.	40	Diária
Penápolis	SP	5	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas odontológicas, farmácias, hospitais, laboratórios, postos de saúde, unidade de saúde mental, vigilância sanitária, zoonose.	85	Diária e alternada
Irati	PR	23	Não há pontos com restrição de horário	Clínica médica, farmácias, hospital, laboratórios, postos de saúde.	30	Alternada
Araranguá	SC	-	-	Clínicas médicas e veterinárias, farmácias, hospitais, laboratórios, postos de saúde.	64	Quinzenal (do hospital ao aterro controlado)
Euclides da Cunha	BA	6	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas, farmácias, hospitais, postos de saúde.	17	Alternada
Registro	SP	NI	NI	NI	NI	Alternada
Ouricuri	PE	2	Não há pontos com restrição de horário	Clínicas médicas, farmácias, hospitais.	6	Diária
São José do Rio Pardo	SP	14	Não há pontos com restrição de horário	NI	20	Diária

NI – Não Informado

NC – Não Compreensível

NE – Não Especificado

ANEXO – D3

ASPECTOS SOCIAL E SANITÁRIO DOS SISTEMAS DE COLETA DE RSS

Município	Estado	Guarnição		Treinamento da guarnição	Exames médicos pré-admissionais e periódicos	Serviço de apoio aos funcionários	Equipamentos de Proteção Individual	Acondicionamento dos resíduos infectantes	Acondicionamento de resíduos perfurocortantes
		Motorista	Coletor						
Salvador	BA	NI	NI	Sim	Sim	NI	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado, em parte	NI
Belo Horizonte	MG	NI	NI	Sim	Sim	Lavagem e desinfecção do veículo a cada 1000km	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado	NI
Brasília	DF	1	2	NI	NI	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	Não apropriado
São Gonçalo	RJ	NI	NI	Sim	Sim	Higienização e manutenção dos veículos, EPIs descartáveis	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado, em parte	NI
São Bernardo do Campo	SP	NI	NI	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado	NI
Uberlândia	MG	1	2	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado, em parte	Apropriado, em parte
Sorocaba	SP	1	1	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	NI
Santos	SP	NI	NI	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	NI
Joinville	SC	1	1	Sim	Sim	Sim	Uniforme, botas, colete, boné e máscaras	Apropriado	Apropriado
Mauá	SP	NI	NI	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	NI

Município	Estado	Guarnição		Treinamento da guarnição	Exames médicos pré-admissionais e periódicos	Serviço de apoio aos funcionários	Equipamentos de Proteção Individual	Acondicionamento dos resíduos infectantes	Acondicionamento de resíduos perfurocortantes
		Motorista	Coletor						
Piracicaba	SP	NI	NI	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	NI
Jundiaí	SP	NI	NI	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado	NI
Bauru	SP	NI	NI	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	NI
Montes Claros	MG	NI	NI	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	NI
Florianópolis	SC	NI	NI	Sim	Sim	Manutenção dos veículos	Uniforme, luvas, botas e colete	Apropriado, em parte	NI
Novo Hamburgo	RS	1	1	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	NI
Taboão da Serra	SP	1	1	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado	Apropriado
Suzano	SP	1	2	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado	Apropriado
Divinópolis	MG	1	1	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado, grande parte	Apropriado, grande parte
São José dos Pinhais	PR	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Itaboraí	RJ	1	1	Sim	NI	Não	Uniforme e luvas	NI	NI
Passo Fundo	RS	1	1	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e colete	Não apropriado	Apropriado
Santa Luzia	MG	1	1	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	Apropriado
Itajaí	SC	1	1	Sim	Sim	Lavagem e desinfecção dos veículos semanal	Uniforme, luvas, botas e boné	Não apropriado	Apropriado, grande parte
Hortolândia	SP	NI	NI	Sim	Sim	Vistoria de veículo	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	Apropriado
Sapuçaia do Sul	RS	1	2	Sim	Sim	Higienização de veículos e luvas	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	Apropriado
Barreiras	BA	1	4	Sim	Sim	Higienização semanal com máquina de jato e desinfetante	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Não apropriado	Não apropriado

Município	Estado	Guarnição		Treinamento da guarnição	Exames médicos pré-admissionais e periódicos	Serviço de apoio aos funcionários	Equipamentos de Proteção Individual	Acondicionamento dos resíduos infectantes	Acondicionamento de resíduos perfurocortantes
		Motorista	Coletor						
Itapetininga	SP	1	3	Sim	NI	NI	Uniforme, luvas, botas e colete	NI	Apropriado
Francisco Morato	SP	1	1	NI	Sim	Lavagem dos veículos	Luvras e botas	NC	NC
Varginha	MG	1	1	Sim	Sim	Higienização e manutenção dos veículos	Uniforme, luvas e botas	Apropriado, em parte	Apropriado, em parte
Lauro de Freitas	BA	1	1	Sim	Não	Lavagem dos veículos	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado, em parte	Apropriado, em parte
Itabira	MG	1	1	Sim	Sim	Lavagem dos veículos	Uniforme, luvas e boné	Apropriado	Apropriado
Resende	RJ	1	1	Sim	Sim	Não	Uniforme, luvas e botas	Apropriado	Apropriado
Jaraguá do Sul	SC	1	1	Sim	Sim	Sim	Uniforme e luvas	Apropriado	Apropriado
Passos	MG	1	1	Sim	Não	Não	Uniforme, luvas e boné	Apropriado, em parte	Apropriado, em parte
Pinhais	PR	1	2	NI	NI	NI	NI	Apropriado	Apropriado
Ituiutaba	MG	1	2	Não	Não	Não	Uniforme e luvas	NI	Apropriado
Ourinhos	SP	1	1	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas botas e boné	Apropriado	Não apropriado
Birigui	SP	1	1	Sim	Não	NI	NI	Não apropriado	Apropriado
Poá	SP	NI	NI	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado	Apropriado
Campo Mourão	PR	1	0	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado	Apropriado
Ubá	MG	1	1	Sim	Sim	Lavagem e desinfecção dos veículos diária	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado	Apropriado
Três Lagoas	MS	1	3	Não	Sim	Não	Luvras	Não apropriado	Apropriado
Araxá	MG	1	2	Não	Não	Não	Luvras, botas e colete	Apropriado	Não apropriado
Lavras	MG	1	2	Não	Não	Não	Uniforme, luvas e colete	Apropriado	Não apropriado
Bebedouro	SP	1	2	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	NC	NC

Município	Estado	Guarnição		Treinamento da guarnição	Exames médicos pré-admissionais e periódicos	Serviço de apoio aos funcionários	Equipamentos de Proteção Individual	Acondicionamento dos resíduos infectantes	Acondicionamento de resíduos perfurocortantes
		Motorista	Coletor						
Formosa	GO	NI	NI	Não	Não	Lavagem e manutenção dos veículos	Não	Apropriado	Não apropriado
Trindade	GO	NI	NI	Não	Não	Não	Luvas, botas e colete	NC	Apropriado
Caraguatatuba	SP	1	1	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado	Apropriado
Paragominas	PA	1	3	Não	Não	Não	Uniforme, luvas, bota e colete	Não apropriado	Não apropriado
Gurupi	TO	1	1	Sim	NI	Sim	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado, grande parte	Apropriado, grande parte
Manacapuru	AM	-	-	-	-	-	-	Não apropriado	Não apropriado
Curvelo	MG	1	1	Não	Não	Limpeza dos veículos semanal	Uniforme e luvas	Apropriado	Apropriado
Pirassununga	SP	1	1	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	NI
Maricá	RJ	1	1	Sim	Não	Manutenção e lavagem do veículo	Uniforme, luvas, botas, boné e máscara	Apropriado	NI
Catalão	GO	NI	NI	Sim	Não	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	NI
Rio Largo	AL	NI	NI	NI	NI	NI	NI	Não apropriado	NI
Ceará-Mirim	RN	NI	NI	Não	Não	Manutenção do veículo	Luvas	Apropriado	NI
Santo Amaro	BA	NI	NI	Não	Não	Não	Luvas, botas e boné	Não apropriado	NI
Concórdia	SC	NI	NI	Não	Não	Lavagem dos veículos ocasional	Luvas	Apropriado	NI
Farroupilha	RS	NI	NI	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	NI
Irecê	BA	NI	NI	Não	Sim	Sim	Uniforme, botas e boné	Não apropriado	NI
Penápolis	SP	1	1	Sim	Não	Lavagem dos veículos frequente	Uniforme, luvas, botas, colete e boné	Apropriado	NI

Município	Estado	Guarnição		Treinamento da guarnição	Exames médicos pré-admissionais e periódicos	Serviço de apoio aos funcionários	Equipamentos de Proteção Individual	Acondicionamento dos resíduos infectantes	Acondicionamento de resíduos perfurocortantes
		Motorista	Coletor						
Irati	PR	NI	NI	Não	Não	Sim	Uniforme, luvas, botas e boné	Apropriado	NI
Araranguá	SC	NI	NI	Sim	Sim	Sim	Uniforme, luvas e botas	Não apropriado	NI
Euclides da Cunha	BA	NI	NI	Não	Sim	Lavagem dos veículos quinzenal	Luvas e botas	Não apropriado	NI
Registro	SP	NI	NI	Não	Não	Não	Não	Apropriado	NI
Ouricuri	PE	NI	NI	Sim	Não	Não	Uniforme, luvas e botas	Não apropriado	NI
São José do Rio Pardo	SP	NI	NI	Não	Não	Não	Luvas	Apropriado	NI

NI – Não Informado

NC – Não Compreensível

ANEXO – D3

ASPECTOS SOCIAL E SANITÁRIO DOS SISTEMAS DE COLETA DE RSS (continuação)

Município	Estado	Características do veículo coletor		Equipamentos auxiliares disponíveis no veículo coletor	Informações no veículo coletor (nome empresa coletora, etc)	Veículo coletor possui cor branca	Simbologia para transporte rodoviário	Estado de conservação do veículo coletor
		Superfícies internas lisas, cantos arredondados	Não permite vazamento de líquido, ventilação adequada					
Salvador	BA	NI	Não	Pá, vassoura, saco plástico de reserva, garfo	Municipalidade, empresa coletora, especificação dos resíduos transportáveis, número veículo coletor	NI	Não	NI
Belo Horizonte	MG	Não	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Símbolo empresa	Sim	Não	NI
Brasília	DF	Não	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Não	Sim	Sim	Bom
São Gonçalo	RJ	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Não	Sim	Não	NI
São Bernardo do Campo	SP	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	NI
Uberlândia	MG	Sim	Sim	Saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	NI	Ótimo
Sorocaba	SP	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	NI
Santos	SP	Sim	Não	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	NI

Município	Estado	Características do veículo coletor		Equipamentos auxiliares disponíveis no veículo coletor	Informações no veículo coletor (nome empresa coletora, etc)	Veículo coletor possui cor branca	Simbologia para transporte rodoviário	Estado de conservação do veículo coletor
		Superfícies internas lisas, cantos arredondados	Não permite vazamento de líquido, ventilação adequada					
Joinville	SC	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	Ótimo
Mauá	SP	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	NI
Piracicaba	SP	Sim	Sim	Saco plástico de reserva	Sim	Sim	Sim	NI
Jundiaí	SP	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	NI
Bauru	SP	Sim	Sim	Saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	NI
Montes Claros	MG	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	NI
Florianópolis	SC	Não	Não	Nenhum	Não	Não	Não	NI
Novo Hamburgo	RS	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	NI
Taboão da Serra	SP	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	Ótimo
Suzano	SP	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	Bom
Divinópolis	MG	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	Ótimo
São José dos Pinhais	PR	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Itaboraí	RJ	Não	Sim	NI	Não	Sim	Não	Médio
Passo Fundo	RS	Sim	Sim	NI	NI	NI	Sim	Bom
Santa Luzia	MG	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Não	Sim	Sim	Bom

Município	Estado	Características do veículo coletor		Equipamentos auxiliares disponíveis no veículo coletor	Informações no veículo coletor (nome empresa coletora, etc)	Veículo coletor possui cor branca	Simbologia para transporte rodoviário	Estado de conservação do veículo coletor
		Superfícies internas lisas, cantos arredondados	Não permite vazamento de líquido, ventilação adequada					
Itajaí	SC	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva	Sim	Sim	Não	Bom
Hortolândia	SP	Sim	Sim	Pá	Sim	Sim	Sim	NI
Sapucaia do Sul	RS	Sim	Sim	Nenhum	Sim	Sim	Não	Ótimo
Barreiras	BA	Não	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Itapetininga	SP	NC	NC	NI	NI	NI	NI	NI
Francisco Morato	SP	NC	NC	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	NI	NI	NI	Razoável
Varginha	MG	Sim	Não	Pá, vassoura, saco plástico de reserva	Municipalidade, especificação dos resíduos transportáveis, número do veículo coletor	Sim	Não	Bom
Lauro de Freitas	BA	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Especificação dos resíduos transportáveis	Não	Não	Bom
Itabira	MG	Sim	Não existe ventilação	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Empresa coletora	Sim	Não	Bom
Resende	RJ	Sim	Sim	Saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	Bom
Jaraguá do Sul	SC	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	Bom
Passos	MG	Sim	Sim	Pá, saco plástico de reserva	Municipalidade, especificação dos resíduos transportáveis, número do veículo coletor	Sim	Sim	Razoável
Pinhais	PR	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Ituiutaba	MG	Sim	Sim	Nenhum	Não	Sim	Sim	Bom
Ourinhos	SP	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	NI	Sim	Não	NI

Município	Estado	Características do veículo coletor		Equipamentos auxiliares disponíveis no veículo coletor	Informações no veículo coletor (nome empresa coletora, etc)	Veículo coletor possui cor branca	Simbologia para transporte rodoviário	Estado de conservação do veículo coletor
		Superfícies internas lisas, cantos arredondados	Não permite vazamento de líquido, ventilação adequada					
Birigui	SP	NI	NI	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Municipalidade	Sim	Não	Razoável
Poá	SP	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	NC	Não	Bom
Campo Mourão	PR	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	Bom
Ubá	MG	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Empresa coletora, especificação dos resíduos transportáveis	Sim	Não	Bom
Três Lagoas	MS	Sim	Não	Nenhum	Não	Não	Não	Péssima
Araxá	MG	Não	Não	NI	NI	NI	NI	Razoável
Lavras	MG	Não	Não	Nenhum	Sim	Sim	Sim	Péssima
Bebedouro	SP	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Não	Bom
Formosa	GO	Sim	Não	Pá e vassoura	Não	Alguns	Não	Razoável
Trindade	GO	NI	NI	NI	NI	NI	NI	Bom
Caraguatatuba	SP	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	Bom
Paragominas	PA	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva	Sim	Sim	Não	Regular
Gurupi	TO	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	Sim	Ótimo
Manacapuru	AM	-	-	-	-	-	-	-
Curvelo	MG	Sim	Não	Nenhum	Municipalidade, especificação dos resíduos transportáveis, número do veículo coletor	Sim	Não	Ótimo

Município	Estado	Características do veículo coletor		Equipamentos auxiliares disponíveis no veículo coletor	Informações no veículo coletor (nome empresa coletora, etc)	Veículo coletor possui cor branca	Simbologia para transporte rodoviário	Estado de conservação do veículo coletor
		Superfícies internas lisas, cantos arredondados	Não permite vazamento de líquido, ventilação adequada					
Pirassununga	SP	Não	NI	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	NI	Sim	Bom
Maricá	RJ	Sim	Sim	Nenhum	Sim	Sim	Sim	Bom
Catalão	GO	Sim	Não existe ventilação	Nenhum	Municipalidade	Sim	Não	NI
Rio Largo	AL	NI	NI	NI	Municipalidade	NI	NI	NI
Ceará-Mirim	RN	NC	NC	Pá	Municipalidade	Não	Não	NI
Santo Amaro	BA	Sim	Não	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Não	Não	Não	NI
Concórdia	SC	Não	Não	Nenhum	Não	Não	Não	NI
Farroupilha	RS	Sim	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Municipalidade, empresa coletora, especificação dos resíduos transportáveis, número do veículo coletor	Sim	Não	NI
Irecê	BA	Sim	Sim	NI	NI	NI	NI	NI
Penápolis	SP	Sim	NI	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Sim	NI	NI
Irati	PR	Não	Não	Nenhum	Não	Não	Não	NI
Araranguá	SC	Sim	Sim	Nenhum	Não	Não	Não	NI
Euclides da Cunha	BA	Não	Não	Nenhum	Não	Não	Não	NI
Registro	SP	Não	NI	Nenhum	NI	Sim	Não	NI
Ouricuri	PE	Não	Sim	Pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante	Sim	Não	Não	NI
São José do Rio Pardo	SP	Não	Não	Nenhum	Municipalidade	Não	Não	NI

NI – Não Informado

NC – Não Compreensível

ANEXO – D4

ASPECTOS FINANCEIROS DOS SISTEMAS DE COLETA DE RSS

Município	Estado	Custo da coleta de RSS	Custo do tratamento de RSS	Dados considerados no cálculo do custo da coleta de RSS
Salvador	BA	R\$39,80/ton. ¹	-	Veículos, pneus, combustível, lubrificantes, lavagem, salário, mão-de-obra direta, mão-de-obra indireta, uniformes, equipamentos, ferramentas, caixas coletoras, taxa administrativa
Belo Horizonte	MG	R\$41,93/ton. ² (compactador) R\$523,24/ton. ² (fiorino)	-	Veículos, manutenção, peças, combustível, lubrificantes, depreciação, mão-de-obra direta, material de consumo, taxa administrativa
Brasília	DF	NI	NI	NI
São Gonçalo	RJ	NI	-	NI
São Bernardo do Campo	SP	NI	R\$36,01/ton. (aterro) R\$1050,00/ton. (incineração)	Veículos, manutenção, encargos sociais, mão-de-obra, instalações, obras, operação, planejamento, projetos, equipamentos, material de consumo, despesas fixas, despesas variáveis, seguro, investimento
Uberlândia	MG	NI	NI	NI
Sorocaba	SP	R\$102,56/ton. ²	-	Horas trabalhadas
Santos	SP	NI	NI	NI
Joinville	SC	R\$2136,44/ton. ⁵	Incluso na coleta	Combustível, encargos sociais, EPI, mão-de-obra, uniformes, equipamentos, etc.
Mauá	SP	R\$251,50/ton. ²	NI	Veículos, depreciação, quilometragem percorrida, encargos sociais, EPI, mão-de-obra, impostos, remuneração do capital e lucro, manutenção
Piracicaba	SP	R\$58,00/ton. ¹	R\$1450,00/ton. (microondas)	Custo de cada veículo, manutenção, mão-de-obra, vida útil
Jundiaí	SP	NI	NI	Horas trabalhadas
Bauru	SP	R\$276,50/ton. ¹	NI	NI

Município	Estado	Custo da coleta de RSS	Custo do tratamento de RSS	Dados considerados no cálculo do custo da coleta de RSS
Montes Claros	MG	R\$300,00/ton. ²	Incluso na coleta	Custo de cada veículo, EPI, mão-de-obra, incineração
Florianópolis	SC	R\$55,57/ton. ¹	NI	Manutenção de veículos, depreciação, encargos sociais, EPI, salário, uniformes, vale transporte, água, energia elétrica, telefone, material de limpeza, saco lixo, seguro
Novo Hamburgo	RS	NI	NI	Custo de veículo, pneus, combustível, lubrificantes, desinfecção, lavagem, EPI, insalubridade, periculosidade, mão-de-obra, quilometragem percorrida, uniformes, vale alimentação, vale transporte, taxa administrativa, impostos, taxas
Taboão da Serra	SP	NI	NI	NI
Suzano	SP	R\$381,33/ton. ⁴	R\$1480,00/ton. (incineração)	NI
Divinópolis	MG	NI	-	NI
São José dos Pinhais	PR	NI	NI	NI
Itaboraí	RJ	NI	NI	Volume
Passo Fundo	RS	R\$668,89/ton. ⁵	NI	NI
Santa Luzia	MG	R\$ 370,00/ton. ³	NI	Veículos, depreciação, mão-de-obra, material
Itajaí	SC	R\$184,00/ton. ³	R\$207,64/m ³ (vala séptica)	Manutenção dos veículos, combustível, quilometragem percorrida, operação das valas do aterro, quantidade de resíduo coletado
Hortolândia	SP	NI	NI	NI
Sapucaia do Sul	RS	NI	NI	NI
Barreiras	BA	R\$45,00/ton. ⁴ (incluso na domiciliar)	NI	NI
Itapetininga	SP	NI	NI	NI
Francisco Morato	SP	R\$462,50/ton. ⁴	NI	NI
Varginha	MG	R\$5,75/ton. ³ (incluso na domiciliar)	NI	Manutenção e conserto de veículos, combustível, lubrificantes, mão-de-obra
Lauro de Freitas	BA	NI	NI	NI
Itabira	MG	R\$137,39/ton. ⁴	NI	Parâmetros convencionais acrescidos de % de grau de insalubridade

Município	Estado	Custo da coleta de RSS	Custo do tratamento de RSS	Dados considerados no cálculo do custo da coleta de RSS
Resende	RJ	R\$52,00/ton. ⁴ (incluso na domiciliar)	NI	NI
Jaraguá do Sul	SC	R\$1533,00/ton. ⁴	NI	Quilometragem percorrida
Passos	MG	R\$40,00/ton. ⁵ (incluso na domiciliar)	NI	NI
Pinhais	PR	NI	NI	NI
Ituiutaba	MG	R\$400,00/ton. ⁴	NI	Manutenção dos veículos, peças, combustível, salário
Ourinhos	SP	R\$1800,00/ton. ⁴	Incluso na coleta	Mão-de-obra, incineração, transporte
Birigui	SP	NI	NI	Manutenção dos veículos, combustível, mão-de-obra, incineração
Poá	SP	NI	NI	NI
Campo Mourão	PR	NI	NI	NI
Ubá	MG	R\$3800,00/viagem ⁵	NI	Viagem
Três Lagoas	MS	NI	NI	NI
Araxá	MG	NI	-	NI
Lavras	MG	NI	-	NI
Bebedouro	SP	R\$250,00/ton. ⁴	NI	Combustível, mão-de-obra, energia elétrica, gás, materiais
Fornosa	GO	NI	-	NI
Trindade	GO	NI	-	NI
Caraguatatuba	SP	NI	NI	NI
Paragominas	PA	R\$26,80/ton. ⁵	-	Veículos, combustível, encargos sociais, EPI, mão-de-obra, equipamentos, taxa administrativa
Gurupi	TO	R\$298,30/ton. ⁵	-	Veículos, quilometragem percorrida, EPC, EPI, mão-de-obra direta, mão-de-obra indireta, uniformes, instalações
Manacapuru	AM	-	NI	-
Curvelo	MG	NI	NI	Combustível, mão-de-obra, manutenção

Município	Estado	Custo da coleta de RSS	Custo do tratamento de RSS	Dados considerados no cálculo do custo da coleta de RSS
Pirassununga	SP	NI	NI	NI
Maricá	RJ	NI	-	NI
Catalão	GO	R\$2000,00/mês/caminhão	NI	NI
Rio Largo	AL	NI	NI	NI
Ceará-Mirim	RN	NI	NI	NI
Santo Amaro	BA	NC	NI	Mão-de-obra, equipamentos
Concórdia	SC	NI	NI	NI
Farrroupilha	RS	R\$1500,00/ton. ⁴	NI	Combustível, mão-de-obra
Irecê	BA	NI	-	NI
Penápolis	SP	R\$47,91/ton. ⁴	R\$1550,00/ton.	Manutenção dos veículos, combustível, encargos sociais, mão-de-obra, manutenção de equipamentos, material de consumo, taxa administrativa, isenções
Irati	PR	R\$16,35/ton. ⁴	NI	Mecânico, pneus, combustível, lubrificantes, quilometragem percorrida, encargos sociais
Araranguá	SC	NI	NI	NI
Euclides da Cunha	BA	NI	-	NI
Registro	SP	NI	NI	NI
Ouricuri	PE	NI	NI	NI
São José do Rio Pardo	SP	NI	NI	NI

¹ Referente ao mês de julho/97

² Referente ao mês de agosto/97

³ Referente ao mês de setembro/97

⁴ Referente ao mês de outubro/97

⁵ Referente ao mês de novembro/97

NI – Não Informado

NC – Não Compreensível

ANEXO E

ITINERÁRIOS DO VEÍCULO PROPOSTOS PELO TRANSCAD

Rota 1 - Segunda-feira

Itinerary Report - Segdis1.txt

Tour #: 1

Tot Time: 0:49

Tot Dist: 24.23 Tot Load: 34.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	8:00am		
1	1 - UNIMED	8:01am- 8:01am	0.68	1.0
2	31 - CASA DE SAUDE	8:07am- 8:07am	3.16	1.0
3	30 - CLINICA VETERINARIA K	8:09am- 8:09am	0.70	1.0
4	32 - CLINICA CIRURGICAS	8:11am- 8:11am	0.80	1.0
5	33 - UNIMED	8:12am- 8:12am	0.76	1.0
6	34 - UNIMED	8:12am- 8:12am	0.07	1.0
7	29 - CLINICA DE OLHOS	8:15am- 8:15am	1.28	1.0
8	28 - INSTITUTO ADOLFO LUTZ	8:16am- 8:16am	0.45	1.0
9	27 - FARMACIA TRADICIONAL	8:17am- 8:17am	0.40	1.0
10	22 - DROGA RAIA	8:17am- 8:17am	0.08	1.0
11	23 - DROGARIA AZENHA	8:17am- 8:17am	0.10	1.0
12	26 - HOSPITAL VETERINARIO	8:18am- 8:18am	0.49	1.0
13	25 - PRONTO SOCORRO MUNICI	8:19am- 8:19am	0.25	1.0
14	24 - FARMACIA SAO JORGE	8:19am- 8:19am	0.03	1.0
15	4 - POLICLINICA VETERINARI	8:20am- 8:20am	0.60	1.0
16	5 - POSTO DE SAUDE DR DANT	8:24am- 8:24am	1.81	1.0
17	7 - DROGARIA SANTO ANTONIO	8:28am- 8:28am	1.63	1.0
18	6 - DROGA NOSSA	8:28am- 8:28am	0.21	1.0
19	8 - DROGA UTIL	8:30am- 8:30am	0.67	1.0
20	10 - DROGARIA DO POVO	8:30am- 8:30am	0.33	1.0
21	12 - POSTO DE SAUDE DR LAU	8:32am- 8:32am	0.93	1.0
22	11 - DROGA UTIL	8:33am- 8:33am	0.15	1.0
23	13 - DROGA RIO	8:33am- 8:33am	0.18	1.0
24	9 - ODONTOLOGIA - 1	8:35am- 8:35am	1.06	1.0
25	14 - DROGA SERVE	8:36am- 8:36am	0.15	1.0
26	15 - FARMACIA MAGISTRAL	8:36am- 8:36am	0.11	1.0
27	16 - ODONTOLOGIA (Janaina)	8:36am- 8:36am	0.32	1.0
28	18 - FARMACIA COPACABANA	8:38am- 8:38am	0.67	1.0
29	19 - FARMACIA CONFIANCA	8:39am- 8:39am	0.33	1.0
30	20 - CLINICA VETERINARIA P	8:40am- 8:40am	0.79	1.0
31	17 - INCAFLEX	8:41am- 8:41am	0.35	1.0
32	21 - ODONTOLOGIA - 2	8:43am- 8:43am	0.99	1.0
33	2 - CLINICA VETERINARIA SE	8:46am- 8:46am	1.14	1.0
34	3 - CENTRO SAUDE I	8:47am- 8:47am	0.62	1.0
END	VEGA-SOPAVE	8:49am	1.95	

Rota 2 - Segunda-feira

Itinerary Report - Segdis2.txt

Tour #: 1

Tot Time: 1:08

Tot Dist: 32.78

Tot Load: 21.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	8:51am		
1	INCINERADOR	9:13am- 9:13am	10.47	1.0
2	39 - RESIDENCIAL PARA IDOS	9:21am- 9:21am	3.32	1.0
3	38 - POSTO DE SAUDE BENJAM	9:22am- 9:22am	0.85	1.0
4	40 - LENA FARMA	9:23am- 9:23am	0.14	1.0
5	41 - DROGARIA SANTA MARTA	9:26am- 9:26am	1.55	1.0
6	42 - CLINICA VETERINARIA S	9:26am- 9:26am	0.21	1.0
7	43 - ODONTOLOGIA - 3	9:27am- 9:27am	0.18	1.0
8	44 - POSTO DE SAUDE DR ARS	9:27am- 9:27am	0.17	1.0
9	45 - DROGARIA SANTOS REIS	9:30am- 9:30am	1.45	1.0
10	62 - IML	9:33am- 9:33am	1.32	1.0
11	52 - DROGA FACIL	9:35am- 9:35am	0.82	1.0
12	53 - ODONTOLOGIA - 20	9:36am- 9:36am	0.54	1.0
13	55 - FARMACIA POPULAR	9:37am- 9:37am	0.36	1.0
14	54 - CLINICA VETERINARIA C	9:37am- 9:37am	0.16	1.0
15	56 - LABORATORIO DELTHA	9:38am- 9:38am	0.61	1.0
16	50 - POSTO DE SAUDE DR LUI	9:43am- 9:43am	2.04	1.0
17	51- FARMACIA NOVA ESTANCIA	9:43am- 9:43am	0.07	1.0
18	46 - DROGARIA TANGARA	9:48am- 9:48am	3.08	1.0
19	47 - VETERINARIA CAOPANHEI	9:51am- 9:51am	1.77	1.0
20	48 - FARMACIA DA IMPRENSA	9:53am- 9:53am	0.76	1.0
21	49 - POSTO DE SAUDE DR WIL	9:53am- 9:53am	0.15	1.0
END	VEGA-SOPAVE	9:59am	2.75	

Rota 3 - Segunda-feira

Itinerary Report - Segdis3.txt

Tour #: 1

Tot Time: 0:29

Tot Dist: 13.38

Tot Load: 10.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	9:47am		
1	49 - POSTO DE SAUDE DR WIL	9:53am- 9:53am	2.69	1.0
2	58 - DROGA RAIA	9:58am- 9:58am	2.15	1.0
3	57 - FARMACIA N S DO ROSAR	9:59am- 9:59am	0.48	1.0
4	37 - AMBULATORIO DA SICOM	10:01am-10:01am	1.03	1.0
5	35 - MATERNIDADE D FRANCIS	10:01am-10:01am	0.20	1.0
6	36 - CLINICA VETERINARIA A	10:02am-10:02am	0.13	1.0
7	59 - USP	10:03am-10:03am	0.87	1.0
8	60 - CENTRO MEDICO SAO CAR	10:04am-10:04am	0.46	1.0
9	61 - CLINICA DE HEMATOLOGI	10:05am-10:05am	0.19	1.0
10	63 - SANTA CASA	10:05am-10:05am	0.31	1.0
END	VEGA-SOPAVE	10:16am	4.87	

 Rota 4 - Segunda-feira

Itinerary Report - Segdis4.txt

Tour #: 1

Tot Time: 0:46

Tot Dist: 21.35 Tot Load: 2.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	10:16am		
1	INCINERADOR	10:38am-10:38am	10.47	1.0
2	64 - SANTA CASA	10:51am-10:51am	6.00	1.0
END	VEGA-SOPAVE	11:02am	4.87	

 Rota 5 - Segunda-feira

Itinerary Report - Segdis5.txt

Tour #: 1

Tot Time: 0:45

Tot Dist: 20.88 Tot Load: 1.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	11:02am		
1	INCINERADOR	11:24am-11:24am	10.47	1.0
END	VEGA-SOPAVE	11:47am	10.41	



Rota 1 - Terça-feira

Itinerary Report - Terdisl.txt

Tour #: 1

Tot Time: 1:03

Tot Dist: 31.94

Tot Load: 32.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	8:00am		
1	73 - LAPIS JOHANN FABER	8:05am- 8:05am	3.09	1.0
2	72 - ODONTOLOGIA - 4	8:08am- 8:08am	2.34	1.0
3	4 - POLICLINICA VETERINARI	8:08am- 8:08am	0.01	1.0
4	5 - POSTO DE SAUDE DR DANT	8:12am- 8:12am	1.81	1.0
5	6 - DROGA NOSSA	8:16am- 8:16am	1.77	1.0
6	7 - DROGARIA SANTO ANTONIO	8:17am- 8:17am	0.24	1.0
7	77 - ODONTOLOGIA - 5	8:17am- 8:17am	0.12	1.0
8	12 - POSTO DE SAUDE DR LAU	8:20am- 8:20am	1.46	1.0
9	9 - ODONTOLOGIA - 1	8:23am- 8:23am	1.33	1.0
10	17 - INCAFLEX	8:25am- 8:25am	0.81	1.0
11	20 - CLINICA VETERINARIA P	8:25am- 8:25am	0.35	1.0
12	82 - REFRIGERACAO PARANA	8:26am- 8:26am	0.39	1.0
13	83 - DROGARIA IGUAATEMI	8:31am- 8:31am	2.32	1.0
14	84 - SESC	8:34am- 8:34am	1.69	1.0
15	35 - MATERNIDADE D FRANCIS	8:38am- 8:38am	2.17	1.0
16	36 - CLINICA VETERINARIA A	8:38am- 8:38am	0.13	1.0
17	93 - CLINICA DE OLHOS	8:39am- 8:39am	0.42	1.0
18	96 - FARMACIA N S DO ROSAR	8:39am- 8:39am	0.16	1.0
19	88 - ODONTOLOGIA - 6	8:41am- 8:41am	1.02	1.0
20	89 - DROGAO SUPER	8:42am- 8:42am	0.20	1.0
21	28 - INSTITUTO ADOLFO LUTZ	8:43am- 8:43am	0.45	1.0
22	90 - LABORATORIO MEDICO MA	8:44am- 8:44am	0.56	1.0
23	85 - LABORATORIO PASTEUR	8:44am- 8:44am	0.24	1.0
24	30 - CLINICA VETERINARIA K	8:46am- 8:46am	0.74	1.0
25	31 - CASA DE SAUDE	8:47am- 8:47am	0.73	1.0
26	86 - SINDICATO DOS COMERCI	8:50am- 8:50am	1.25	1.0
27	26 - HOSPITAL VETERINARIO	8:52am- 8:52am	0.79	1.0
28	22 - DROGA RAIA	8:53am- 8:53am	0.45	1.0
29	70 - LAPIS JOHANN FABER	8:54am- 8:54am	0.68	1.0
30	25 - PRONTO SOCORRO MUNICI	8:55am- 8:55am	0.56	1.0
31	2 - CLINICA VETERINARIA SE	8:57am- 8:57am	0.55	1.0
32	1 - UNIMED	9:02am- 9:02am	2.43	1.0
END	VEGA-SOPAVE	9:03am	0.68	

 Rota 2 - Terça-feira

Itinerary Report - Terdis2.txt

Tour #: 1

Tot Time: 1:06

Tot Dist: 30.67 Tot Load: 11.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	9:03am		
1	INCINERADOR	9:25am- 9:25am	10.47	1.0
2	39 - RESIDENCIAL PARA IDOS	9:33am- 9:33am	3.32	1.0
3	38 - POSTO DE SAUDE BENJAM	9:34am- 9:34am	0.85	1.0
4	44 - POSTO DE SAUDE DR ARS	9:39am- 9:39am	2.20	1.0
5	62 - IML	9:43am- 9:43am	1.83	1.0
6	102 - DROGARIA TREVO	9:44am- 9:44am	0.38	1.0
7	101 - DROGARIA SANTOS REIS	9:48am- 9:48am	1.88	1.0
8	100 - POSTO DE SAUDE DR LU	9:52am- 9:52am	1.85	1.0
9	50 - POSTO DE SAUDE DR LUI	9:58am- 9:58am	3.07	1.0
10	104 - DROGA REGIS	10:01am-10:01am	1.28	1.0
11	105 - DROGARIA JOIA	10:02am-10:02am	0.18	1.0
END	VEGA-SOPAVE	10:09am	3.34	

 Rota 3 - Terça-feira

Itinerary Report - Terdis3.txt

Tour #: 1

Tot Time: 0:25

Tot Dist: 11.82 Tot Load: 3.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	9:55am		
1	105 - DROGARIA JOIA	10:02am-10:02am	3.14	1.0
2	106 - ODONTOLOGIA - 7	10:07am-10:07am	2.55	1.0
3	64 - SANTA CASA	10:10am-10:10am	1.26	1.0
END	VEGA-SOPAVE	10:20am	4.87	

Rota 1 - Quarta-feira

Itinerary Report - Quadisl.txt

Tour #: 1		Tot Time: 1:00		Tot Dist: 29.06		Tot Load: 48.0	
No.	Name	Arrival-Depart		Dist	Load		
	VEGA-SOPAVE		8:00am				
1	1 - UNIMED	8:01am-	8:01am	0.68	1.0		
2	115 - FARMACIA DROGA LAR S	8:06am-	8:06am	2.01	1.0		
3	2 - CLINICA VETERINARIA SE	8:07am-	8:07am	0.42	1.0		
4	25 - PRONTO SOCORRO MUNICI	8:08am-	8:08am	0.55	1.0		
5	26 - HOSPITAL VETERINARIO	8:09am-	8:09am	0.59	1.0		
6	23 - DROGARIA AZENHA	8:10am-	8:10am	0.35	1.0		
7	21 - ODONTOLOGIA - 2	8:11am-	8:11am	0.64	1.0		
8	134 - ODONTOLOGIA - 9	8:12am-	8:12am	0.46	1.0		
9	135 - FARMACIA SAO JOSE	8:12am-	8:12am	0.11	1.0		
10	27 - FARMACIA TRADICIONAL	8:13am-	8:13am	0.15	1.0		
11	136 - FARMACIA N S DO ROSA	8:13am-	8:13am	0.06	1.0		
12	22 - DROGA RAIA	8:13am-	8:13am	0.03	1.0		
13	28 - INSTITUTO ADOLFO LUTZ	8:14am-	8:14am	0.59	1.0		
14	90 - LABORATORIO MEDICO MA	8:15am-	8:15am	0.56	1.0		
15	85 - LABORATORIO PASTEUR	8:16am-	8:16am	0.24	1.0		
16	148 - ODONTOLOGIA - 11	8:18am-	8:18am	1.13	1.0		
17	31 - CASA DE SAUDE	8:19am-	8:19am	0.15	1.0		
18	30 - CLINICA VETERINARIA K	8:20am-	8:20am	0.70	1.0		
19	149 - ODONTOLOGIA - 12	8:22am-	8:22am	0.75	1.0		
20	150 - ODONTOLOGIA - 13	8:22am-	8:22am	0.30	1.0		
21	56 - LABORATORIO DELTHA	8:24am-	8:24am	0.53	1.0		
22	146 - ODONTOLOGIA - 10	8:25am-	8:25am	0.51	1.0		
23	157 - ODONTOLOGIA ADRIANO	8:26am-	8:26am	0.41	1.0		
24	158 - ODONTOLOGIA - 16	8:26am-	8:26am	0.06	1.0		
25	152 - ODONTOLOGIA - 14	8:27am-	8:27am	0.60	1.0		
26	153 - ODONTOLOGIA ELIO SER	8:27am-	8:27am	0.22	1.0		
27	154 - ODONTOLOGIA - 15	8:28am-	8:28am	0.14	1.0		
28	155 - INSTITUTO ROMEU SANT	8:28am-	8:28am	0.12	1.0		
29	156 - ODONTOLOGIA MARIA TE	8:29am-	8:29am	0.33	1.0		
30	160 - CLINICA GUANABARA	8:30am-	8:30am	0.76	1.0		
31	159 - ODONTOLOGIA LUIS ANT	8:31am-	8:31am	0.40	1.0		
32	132 - FARMACIA AMAZON	8:33am-	8:33am	0.75	1.0		
33	131 - FARMA FLORA	8:36am-	8:36am	1.32	1.0		
34	17 - INCAFLEX	8:36am-	8:36am	0.33	1.0		
35	18 - FARMACIA COPACABANA	8:38am-	8:38am	0.72	1.0		
36	19 - FARMACIA CONFIANCA	8:39am-	8:39am	0.33	1.0		
37	20 - CLINICA VETERINARIA P	8:40am-	8:40am	0.79	1.0		
38	16 - ODONTOLOGIA (Janaina)	8:41am-	8:41am	0.35	1.0		
39	9 - ODONTOLOGIA - 1	8:42am-	8:42am	0.57	1.0		
40	12 - POSTO DE SAUDE DR LAU	8:45am-	8:45am	1.33	1.0		
41	7 - DROGARIA SANTO ANTONIO	8:49am-	8:49am	1.68	1.0		
42	6 - DROGA NOSSA	8:49am-	8:49am	0.21	1.0		
43	121 - DROGARIA ALLAN KARDE	8:51am-	8:51am	0.90	1.0		
44	5 - POSTO DE SAUDE DR DANT	8:53am-	8:53am	0.66	1.0		
45	119 - ODONTOLOGIA - 8	8:53am-	8:53am	0.26	1.0		
46	4 - POLICLINICA VETERINARI	8:57am-	8:57am	1.77	1.0		
47	3 - CENTRO SAUDE I	8:58am-	8:58am	0.56	1.0		
48	114 - INDUSTRIA CARDINALLI	9:00am-	9:00am	1.73	1.0		
END	VEGA-SOPAVE	9:00am		0.22			

Rota 2 - Quarta-feira

Itinerary Report - Quadis2.txt

Tour #: 1

Tot Time: 1:06

Tot Dist: 30.98 Tot Load: 21.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	9:00am		
1	INCINERADOR	9:22am- 9:22am	10.47	1.0
2	39 - RESIDENCIAL PARA IDOS	9:30am- 9:30am	3.32	1.0
3	168 - DROGARIA SANTO FYLIP	9:31am- 9:31am	0.85	1.0
4	38 - POSTO DE SAUDE BENJAM	9:31am- 9:31am	0.00	1.0
5	167 - ODONTOLOGIA - 19	9:32am- 9:32am	0.15	1.0
6	185 - DROGARIA SAO LUCAS	9:33am- 9:33am	0.49	1.0
7	44 - POSTO DE SAUDE DR ARS	9:37am- 9:37am	2.12	1.0
8	45 - DROGARIA SANTOS REIS	9:40am- 9:40am	1.45	1.0
9	62 - IML	9:43am- 9:43am	1.32	1.0
10	53 - ODONTOLOGIA - 20	9:46am- 9:46am	1.35	1.0
11	54 - CLINICA VETERINARIA C	9:47am- 9:47am	0.58	1.0
12	177 - ODONTOLOGIA JOAO CAR	9:48am- 9:48am	0.39	1.0
13	176 - ODONTOLOGIA - 25	9:49am- 9:49am	0.53	1.0
14	181 - DROGARIA THAMOS	9:52am- 9:52am	1.36	1.0
15	180 - ODONTOLOGIA - 26	9:52am- 9:52am	0.08	1.0
16	50 - POSTO DE SAUDE DR LUI	9:53am- 9:53am	0.34	1.0
17	174 - DROGARIA CARLOS BOTE	9:57am- 9:57am	1.65	1.0
18	175 - ODONTOLOGIA - 24	9:57am- 9:57am	0.06	1.0
19	171 - ODONTOLOGIA - 21	9:59am- 9:59am	1.22	1.0
20	49 - POSTO DE SAUDE DR WIL	10:00am-10:00am	0.31	1.0
21	173 - ODONTOLOGIA - 22	10:00am-10:00am	0.15	1.0
END	VEGA-SOPAVE	10:06am	2.81	

Rota 3 - Quarta-feira

Itinerary Report - Quadis3.txt

Tour #: 1

Tot Time: 0:29

Tot Dist: 13.56 Tot Load: 12.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	9:54am		
1	173 - ODONTOLOGIA - 22	10:00am-10:00am	2.60	1.0
2	170 - ODONTOLOGIA ANTONIO	10:04am-10:04am	1.89	1.0
3	161 - CENTRO ODONTOLOGICO	10:07am-10:07am	1.52	1.0
4	36 - CLINICA VETERINARIA A	10:08am-10:08am	0.11	1.0
5	59 - USP	10:09am-10:09am	0.87	1.0
6	60 - CENTRO MEDICO SAO CAR	10:10am-10:10am	0.46	1.0
7	35 - MATERNIDADE D FRANCIS	10:12am-10:12am	0.82	1.0
8	163 - ODONTOLOGIA - 17	10:12am-10:12am	0.01	1.0
9	164 - LABORATORIO DE ANATO	10:12am-10:12am	0.03	1.0
10	169 - INSTITUTO DE ANATOMI	10:13am-10:13am	0.21	1.0
11	37 - AMBULATORIO DA SICOM	10:13am-10:13am	0.03	1.0
12	63 - SANTA CASA	10:13am-10:13am	0.13	1.0
END	VEGA-SOPAVE	10:23am	4.87	

Rota 1 - Quinta-feira

Itinerary Report - Quidisl.txt

Tour #: 1

Tot Time: 0:58

Tot Dist: 27.55 Tot Load: 50.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	8:00am		
1	1 - UNIMED	8:01am- 8:01am	0.68	1.0
2	31 - CASA DE SAUDE	8:07am- 8:07am	3.16	1.0
3	30 - CLINICA VETERINARIA K	8:09am- 8:09am	0.70	1.0
4	237 - ODONTOLOGIA - 45	8:09am- 8:09am	0.07	1.0
5	232 - ODONTOLOGIA - 43	8:10am- 8:10am	0.32	1.0
6	233 - ODONTOLOGIA - 44	8:10am- 8:10am	0.11	1.0
7	28 - INSTITUTO ADOLFO LUTZ	8:10am- 8:10am	0.22	1.0
8	239 - ODONTOLOGIA - 46	8:12am- 8:12am	0.85	1.0
9	33 - UNIMED	8:13am- 8:13am	0.39	1.0
10	34 - UNIMED	8:13am- 8:13am	0.07	1.0
11	217 - ODONTOLOGIA - 35	8:15am- 8:15am	0.93	1.0
12	218 - FARMACIA CORACAO DE	8:17am- 8:17am	0.63	1.0
13	220 - DROGARIA SANTOS DUMO	8:18am- 8:18am	0.47	1.0
14	221 - ODONTOLOGIA - 37	8:18am- 8:18am	0.08	1.0
15	219 - ODONTOLOGIA - 36	8:19am- 8:19am	0.49	1.0
16	90 - LABORATORIO MEDICO MA	8:21am- 8:21am	0.93	1.0
17	85 - LABORATORIO PASTEUR	8:21am- 8:21am	0.24	1.0
18	231 - ODONTOLOGIA - 42	8:22am- 8:22am	0.36	1.0
19	230 - FARMACIA IPANEMA	8:22am- 8:22am	0.17	1.0
20	222 - ODONTOLOGIA - 38	8:23am- 8:23am	0.32	1.0
21	223 - ODONTOLOGIA - 39	8:24am- 8:24am	0.31	1.0
22	224 - ODONTOLOGIA - 40	8:24am- 8:24am	0.05	1.0
23	225 - BATALHAO POLICIA MIL	8:24am- 8:24am	0.12	1.0
24	226 - ODONTOLOGIA - 41	8:25am- 8:25am	0.36	1.0
25	25 - PRONTO SOCORRO MUNICI	8:27am- 8:27am	0.76	1.0
26	24 - FARMACIA SAO JORGE	8:27am- 8:27am	0.03	1.0
27	214 - ODONTOLOGIA - 32	8:29am- 8:29am	1.10	1.0
28	209 - DROGARIA COPACABANA	8:30am- 8:30am	0.38	1.0
29	215 - ODONTOLOGIA - 33	8:30am- 8:30am	0.31	1.0
30	216 - ODONTOLOGIA - 34	8:32am- 8:32am	0.66	1.0
31	82 - REFRIGERACAO PARANA	8:34am- 8:34am	0.76	1.0
32	20 - CLINICA VETERINARIA P	8:34am- 8:34am	0.39	1.0
33	17 - INCAFLEX	8:35am- 8:35am	0.35	1.0
34	14 - DROGA SERVE	8:37am- 8:37am	0.66	1.0
35	199 - ODONTOLOGIA - 27	8:37am- 8:37am	0.21	1.0
36	10 - DROGARIA DO POVO	8:38am- 8:38am	0.34	1.0
37	12 - POSTO DE SAUDE DR LAU	8:40am- 8:40am	0.93	1.0
38	11 - DROGA UTIL	8:40am- 8:40am	0.15	1.0
39	200 - ODONTOLOGIA - 28	8:40am- 8:40am	0.07	1.0
40	202 - DROGARIA SETE	8:41am- 8:41am	0.38	1.0
41	8 - DROGA UTIL	8:42am- 8:42am	0.66	1.0
42	198 - FARMACIA N S DO ROSÁ	8:42am- 8:42am	0.01	1.0
43	210 - ODONTOLOGIA - 29	8:43am- 8:43am	0.44	1.0
44	211 - ODONTOLOGIA - 30	8:44am- 8:44am	0.15	1.0
45	7 - DROGARIA SANTO ANTONIO	8:44am- 8:44am	0.31	1.0
46	6 - DROGA NOSSA	8:45am- 8:45am	0.21	1.0
47	213 - ODONTOLOGIA - 31	8:45am- 8:45am	0.16	1.0
48	5 - POSTO DE SAUDE DR DANT	8:49am- 8:49am	1.57	1.0
49	4 - POLICLINICA VETERINARI	8:52am- 8:52am	1.79	1.0
50	2 - CLINICA VETERINARIA SE	8:54am- 8:54am	0.88	1.0
END	VEGA-SOPAVE	8:58am	1.86	

Rota 2 - Quinta-feira

Itinerary Report - Quidis2.txt

Tour #: 1

Tot Time: 1:03

Tot Dist: 29.70 Tot Load: 14.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	8:58am		
1	INCINERADOR	9:20am- 9:20am	10.47	1.0
2	245 - ODONTOLOGIA - 47	9:24am- 9:24am	1.79	1.0
3	246 - DROGARIA SAO BENTO	9:25am- 9:25am	0.23	1.0
4	39 - RESIDENCIAL PARA IDOS	9:28am- 9:28am	1.48	1.0
5	38 - POSTO DE SAUDE BENJAM	9:30am- 9:30am	0.85	1.0
6	41 - DROGARIA SANTA MARTA	9:33am- 9:33am	1.69	1.0
7	42 - CLINICA VETERINARIA S	9:34am- 9:34am	0.21	1.0
8	43 - ODONTOLOGIA - 3	9:34am- 9:34am	0.18	1.0
9	101 - DROGARIA SANTOS REIS	9:41am- 9:41am	3.21	1.0
10	255 - SICOM II	9:41am- 9:41am	0.02	1.0
11	268 - CADEIA PUBLICA	9:46am- 9:46am	2.41	1.0
12	62 - IML	9:48am- 9:48am	0.60	1.0
13	50 - POSTO DE SAUDE DR LUI	9:51am- 9:51am	1.86	1.0
14	51- FARMACIA NOVA ESTANCIA	9:51am- 9:51am	0.07	1.0
END	VEGA-SOPAVE	10:01am	4.61	

Rota 3 - Quinta-feira

Itinerary Report - Quidis3.txt

Tour #: 1

Tot Time: 0:25

Tot Dist: 11.58 Tot Load: 10.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	9:41am		
1	51- FARMACIA NOVA ESTANCIA	9:51am- 9:51am	4.41	1.0
2	52 - DROGA FACIL	9:54am- 9:54am	1.61	1.0
3	256 - DROGARIA SANTA LUZIA	9:55am- 9:55am	0.09	1.0
4	53 - ODONTOLOGIA - 20	9:56am- 9:56am	0.45	1.0
5	55 - FARMACIA POPULAR	9:56am- 9:56am	0.36	1.0
6	259 - ODONTOLOGIA - 48	9:57am- 9:57am	0.09	1.0
7	57 - FARMACIA N S DO ROSAR	9:58am- 9:58am	0.70	1.0
8	262 - ODONTOLOGIA - 49	9:58am- 9:58am	0.19	1.0
9	263 - ODONTOLOGIA - 50	9:59am- 9:59am	0.20	1.0
10	58 - DROGA RAIA	9:59am- 9:59am	0.09	1.0
END	VEGA-SOPAVE	10:06am	3.38	

 Rota 4 - Quinta-feira

Itinerary Report - Quidis4.txt

Tour #: 1

Tot Time: 0:24

Tot Dist: 11.07 Tot Load: 7.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	9:52am		
1	58 - DROGA RAIA	9:59am- 9:59am	3.38	1.0
2	36 - CLINICA VETERINARIA A	10:02am-10:02am	1.42	1.0
3	37 - AMBULATORIO DA SICOM	10:03am-10:03am	0.49	1.0
4	35 - MATERNIDADE D FRANCIS	10:04am-10:04am	0.20	1.0
5	61 - CLINICA DE HEMATOLOGI	10:05am-10:05am	0.40	1.0
6	266 - CLINICA VETERINARIA	10:05am-10:05am	0.12	1.0
7	63 - SANTA CASA	10:05am-10:05am	0.18	1.0
END	VEGA-SOPAVE	10:16am	4.87	

Rota 1 - Sexta-feira

Itinerary Report - Sexdis1.txt

Tour #: 1

Tot Time: 1:03

Tot Dist: 34.38 Tot Load: 40.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	8:00am		
1	3 - CENTRO SAUDE I	8:03am- 8:03am	1.99	1.0
2	2 - CLINICA VETERINARIA SE	8:04am- 8:04am	0.73	1.0
3	26 - HOSPITAL VETERINARIO	8:05am- 8:05am	0.58	1.0
4	23 - DROGARIA AZENHA	8:06am- 8:06am	0.35	1.0
5	21 - ODONTOLOGIA - 2	8:08am- 8:08am	0.64	1.0
6	134 - ODONTOLOGIA - 9	8:09am- 8:09am	0.46	1.0
7	27 - FARMACIA TRADICIONAL	8:09am- 8:09am	0.25	1.0
8	70 - LAPIS JOHANN FABER	8:11am- 8:11am	0.77	1.0
9	283 - ODONTOLOGIA - 52	8:11am- 8:11am	0.18	1.0
10	281 - ODONTOLOGIA - 51	8:12am- 8:12am	0.36	1.0
11	25 - PRONTO SOCORRO MUNICI	8:12am- 8:12am	0.09	1.0
12	276 - FARMACIA ALEXANDRINA	8:13am- 8:13am	0.24	1.0
13	4 - POLICLINICA VETERINARI	8:14am- 8:14am	0.65	1.0
14	285 - SICOM	8:15am- 8:15am	0.60	1.0
15	73 - LAPIS JOHANN FABER	8:18am- 8:18am	1.68	1.0
16	287 - DROGARIA CONDE DO PI	8:23am- 8:23am	5.35	1.0
17	288 - DROGARIA MONTE CARLO	8:28am- 8:28am	2.83	1.0
18	119 - ODONTOLOGIA - 8	8:29am- 8:29am	0.49	1.0
19	5 - POSTO DE SAUDE DR DANT	8:30am- 8:30am	0.26	1.0
20	291 - DROGARIA UNIAO	8:31am- 8:31am	0.55	1.0
21	121 - DROGARIA ALLAN KARDE	8:32am- 8:32am	0.26	1.0
22	6 - DROGA NOSSA	8:34am- 8:34am	1.15	1.0
23	12 - POSTO DE SAUDE DR LAU	8:38am- 8:38am	1.72	1.0
24	295 - ODONTOLOGIA - 53	8:38am- 8:38am	0.19	1.0
25	9 - ODONTOLOGIA - 1	8:41am- 8:41am	1.33	1.0
26	16 - ODONTOLOGIA (Janaina)	8:42am- 8:42am	0.57	1.0
27	298 - ODONTOLOGIA - 54	8:43am- 8:43am	0.08	1.0
28	17 - INCAFLEX	8:43am- 8:43am	0.17	1.0
29	20 - CLINICA VETERINARIA P	8:44am- 8:44am	0.35	1.0
30	84 - SESC	8:46am- 8:46am	0.97	1.0
31	88 - ODONTOLOGIA - 6	8:48am- 8:48am	1.46	1.0
32	28 - INSTITUTO ADOLFO LUTZ	8:49am- 8:49am	0.66	1.0
33	90 - LABORATORIO MEDICO MA	8:50am- 8:50am	0.56	1.0
34	85 - LABORATORIO PASTEUR	8:51am- 8:51am	0.24	1.0
35	308 - ODONTOLOGIA - 55	8:52am- 8:52am	0.54	1.0
36	30 - CLINICA VETERINARIA K	8:53am- 8:53am	0.41	1.0
37	31 - CASA DE SAUDE	8:54am- 8:54am	0.73	1.0
38	273 - FARMAZUL	8:59am- 8:59am	2.14	1.0
39	272 - POSTO DE SAUDE DR RO	9:00am- 9:00am	0.71	1.0
40	1 - UNIMED	9:01am- 9:01am	0.45	1.0
END	VEGA-SOPAVE	9:03am	0.68	

Rota 2 - Sexta-feira

Itinerary Report - Sexdis2.txt

Tour #: 1

Tot Time: 1:04

Tot Dist: 31.44 Tot Load: 14.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	9:03am		
1	INCINERADOR	9:25am- 9:25am	10.47	1.0
2	39 - RESIDENCIAL PARA IDOS	9:33am- 9:33am	3.32	1.0
3	38 - POSTO DE SAUDE BENJAM	9:34am- 9:34am	0.85	1.0
4	40 - LENA FARMA	9:35am- 9:35am	0.14	1.0
5	167 - ODONTOLOGIA - 19	9:35am- 9:35am	0.01	1.0
6	100 - POSTO DE SAUDE DR LU	9:41am- 9:41am	2.80	1.0
7	62 - IML	9:44am- 9:44am	1.51	1.0
8	323 - UNIVERSIDADE FEDERAL	9:47am- 9:47am	1.50	1.0
9	50 - POSTO DE SAUDE DR LUI	9:50am- 9:50am	2.05	1.0
10	325 - POSTO DE SAUDE VIRIA	9:55am- 9:55am	3.12	1.0
11	46 - DROGARIA TANGARA	9:56am- 9:56am	0.23	1.0
12	47 - VETERINARIA CAOPANHEI	9:59am- 9:59am	1.77	1.0
13	48 - FARMACIA DA IMPRENSA	10:01am-10:01am	0.76	1.0
14	49 - POSTO DE SAUDE DR WIL	10:01am-10:01am	0.15	1.0
END	VEGA-SOPAVE	10:07am	2.75	

Rota 3 - Sexta-feira

Itinerary Report - Sexdis3.txt

Tour #: 1

Tot Time: 0:32

Tot Dist: 14.96 Tot Load: 13.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	9:55am		
1	49 - POSTO DE SAUDE DR WIL	10:01am-10:01am	2.69	1.0
2	314 - SAO BERNARDO ASSISTE	10:05am-10:05am	1.85	1.0
3	56 - LABORATORIO DELTHA	10:05am-10:05am	0.23	1.0
4	330 - ODONTOLOGIA - 57	10:07am-10:07am	0.71	1.0
5	106 - ODONTOLOGIA - 7	10:08am-10:08am	0.63	1.0
6	93 - CLINICA DE OLHOS	10:10am-10:10am	0.65	1.0
7	36 - CLINICA VETERINARIA A	10:11am-10:11am	0.39	1.0
8	59 - USP	10:12am-10:12am	0.87	1.0
9	37 - AMBULATORIO DA SICOM	10:14am-10:14am	0.93	1.0
10	35 - MATERNIDADE D FRANCIS	10:15am-10:15am	0.20	1.0
11	317 - FARMACIA CONFIANCA	10:15am-10:15am	0.27	1.0
12	60 - CENTRO MEDICO SAO CAR	10:16am-10:16am	0.18	1.0
13	63 - SANTA CASA	10:17am-10:17am	0.49	1.0
END	VEGA-SOPAVE	10:27am	4.87	

 Rota 1 - Sábado

Itinerary Report - Sabdis1.txt

Tour #: 1

Tot Time: 1:10

Tot Dist: 32.69

Tot Load: 25.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Load
	VEGA-SOPAVE	8:00am		
1	1 - UNIMED	8:01am- 8:01am	0.68	1.0
2	2 - CLINICA VETERINARIA SE	8:07am- 8:07am	2.43	1.0
3	31 - CASA DE SAUDE	8:11am- 8:11am	1.98	1.0
4	30 - CLINICA VETERINARIA K	8:12am- 8:12am	0.70	1.0
5	349 - FARMACIA ETHICA	8:13am- 8:13am	0.44	1.0
6	350 - FARMACIA CENTRAL	8:14am- 8:14am	0.12	1.0
7	351 - FARMACIA N S DO ROSA	8:14am- 8:14am	0.07	1.0
8	90 - LABORATORIO MEDICO MA	8:15am- 8:15am	0.67	1.0
9	26 - HOSPITAL VETERINARIO	8:17am- 8:17am	1.08	1.0
10	25 - PRONTO SOCORRO MUNICI	8:18am- 8:18am	0.25	1.0
11	4 - POLICLINICA VETERINARI	8:19am- 8:19am	0.64	1.0
12	7 - DROGARIA SANTO ANTONIO	8:22am- 8:22am	1.00	1.0
13	6 - DROGA NOSSA	8:22am- 8:22am	0.21	1.0
14	20 - CLINICA VETERINARIA P	8:26am- 8:26am	1.70	1.0
15	82 - REFRIGERACAO PARANA	8:26am- 8:26am	0.39	1.0
16	39 - RESIDENCIAL PARA IDOS	8:40am- 8:40am	6.11	1.0
17	355 - DROGARIA SAO PAULO	8:46am- 8:46am	2.84	1.0
18	357 - FARMACIA	8:49am- 8:49am	1.38	1.0
19	62 - IML	8:50am- 8:50am	0.60	1.0
20	53 - ODONTOLOGIA - 20	8:53am- 8:53am	1.35	1.0
21	54 - CLINICA VETERINARIA C	8:54am- 8:54am	0.58	1.0
22	35 - MATERNIDADE D FRANCIS	8:58am- 8:58am	1.85	1.0
23	36 - CLINICA VETERINARIA A	8:58am- 8:58am	0.13	1.0
24	37 - AMBULATORIO DA SICOM	8:59am- 8:59am	0.49	1.0
25	63 - SANTA CASA	9:00am- 9:00am	0.13	1.0
END	VEGA-SOPAVE	9:10am	4.87	

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AKUTSU, J. (1992) *Resíduos sólidos de serviço de saúde: proposição de metodologia para análise de alternativas de sistemas de tratamento*. São Carlos. 266p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ANDRADE, J. B. L. (1997) *Análise do fluxo e das características físicas, químicas e microbiológicas dos resíduos de serviços de saúde: proposta de metodologia para o gerenciamento em unidades hospitalares*. São Carlos. 208p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ANTENUCCI, J. C. et al. (1991). *Geographic Information Systems: a guide to the technology*. New York, London, Chapman & Hall.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1987a). NBR 7500 - *Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenagem de materiais: simbologia*. Rio de Janeiro.
- _____(1987b) NBR 10004 – *Resíduos sólidos: classificação*. Rio de Janeiro.
- _____(1993a) NBR 12807 – *Resíduos de serviços de saúde: terminologia*. Rio de Janeiro.
- _____(1993b) NBR 12808 – *Resíduos de serviços de saúde: classificação*. Rio de Janeiro.
- _____(1993c) NBR 12809 – *Manuseio de resíduos de serviços de saúde: procedimento*. Rio de Janeiro.
- _____(1993d) NBR 12810 – *Coleta de resíduos de serviços de saúde: procedimentos*. Rio de Janeiro.
- _____(1993e) NBR 12980 – *Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos: terminologia*. Rio de Janeiro.
- _____(1985a) NBR 9190 – *Sacos plásticos para acondicionamento de lixo: classificação*. Rio de Janeiro.
- _____(1985b) NBR 9191 – *Sacos plásticos para acondicionamento de lixo: especificação*. Rio de Janeiro.

- BAAJ, M. H. et al. (1995). Design of Routing Networks Using Geographic Information Systems: Applications to Solid and Hazardous Waste Transportation Planning. *Transportation Research Record*, v.1497, p.140-44.
- BARBOSA, G. (1995). Tratamento – Parte 4 Incineração. In: JARDIM, N. S. coord. et al. *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/Compromisso Empresarial para a Reciclagem – CEMPRE. Cap.3, p.219-237.
- BELHOT, R. V. (1981). *A formação de rotas de veículos na distribuição física: modelos e métodos de solução*. Rio de Janeiro. 124p. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica.
- BRACHT, M. J. (1993) Disposição Final de Resíduos de Serviços de Saúde em Valas Sépticas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS HOSPITALARES, 1., Cascavel, 1993. *Anais*. Cascavel, Fundação Universidade Federal do Oeste do Paraná – UNIOESTE/PR e Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC/PR. Trabalhos técnicos. p.215-30.
- BRASIL. (1993). Presidência da República. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n.º 5 de 5 de agosto de 1993. Define as normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, bem como a necessidade de estender tais exigências aos terminais ferroviários e rodoviários. *Diário Oficial da União*, Brasília, 31 ago. 1993. Seção I, p.12997.
- BRAVO F., F.; CERDA T., J. (1995). Tecnologia SIG aplicada a sistemas de transporte. In: CONGRESO CHILENO DE INGENIERIA DE TRANSPORTE, 7., Santiago, Chile, 1995. *Actas*. Santiago, p.547-62.
- CALIJURI, M. L. (1996). *Sistemas de Informações Geográficas*. Viçosa-PPGEC, São Carlos-EESC-USP.
- CALIJURI, M. L.; ROHM, S. A. (1993). *Sistemas de Informações Geográficas*. Viçosa, Imprensa Universitária.
- CALIPER (1996). *TransCAD: transportation GIS software*. Routing and Logistics with TransCAD. Caliper Corporation, Version 3.0 for use with Microsoft Windows.
- CÂMARA, G. (1994). Anatomia de um SIG. *Fator GIS*, n.4, p.11-15, jan./fev./mar.
- CANASSA, E. M. (1992). *Planejamento de Rotas dos Veículos Coletores de Resíduos Sólidos Urbanos*. Florianópolis. 134p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina.
- CENTRO DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA CVS/SISTEMA UNIFICADO E DESCENTRALIZADO DE SAÚDE – SUDS. (1989) *Subsídios para organização de sistemas de resíduos em serviços de saúde*. São Paulo.

- CENTRO DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria CVS-14 Regulamenta os restos alimentares de estabelecimentos públicos para destinação animal de 06 de abril de 1990, publicado em Diário Oficial do Estado de São Paulo nº 66, v. 100 no dia 07 de abril de 1990.
- CHANG, N.; LU, H. Y.; WEI, Y. L. (1997). GIS Technology for Vehicle Routing and Scheduling in Solid Waste Collection Systems. *Journal of Environmental Engineering*, v.123, n.9, p.901-10, sept.
- CLARKE, G.; WRITE, J. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operations Research* 12, p.568-861.
- CONSONI, A. J.; PERES, S. C.; CASTRO, A. P. (1995). Origem e Composição do Lixo. In: JARDIM, N. S. coord. et al. *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/Compromisso Empresarial para a Reciclagem – CEMPRE. Cap.2, p.21-35.
- CUNHA, C. B. (1997). *Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais*. São Paulo. 229p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- CUNHA, C. B. et al. (1995). Serviços de Limpeza. In: JARDIM, N. S. coord. et al. *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/Compromisso Empresarial para a Reciclagem – CEMPRE. Cap. 3, p.37-71.
- CUSAK, J. L.; TAILTZ M. S.; ABB SANITEC, Inc. (1993) Desinfecção de Resíduos Hospitalares por Microondas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS HOSPITALARES, 1., Cascavel, 1993. *Anais*. Cascavel, UNIOESTE/PR, PUC/PR. Trabalhos técnicos. p.234-38.
- DANTZIG, G.; FULKERSON, R.; JOHNSON, S. (1964). Solution of a large-scale travelling salesman problem. *Operations Research*, Vol.2, p.393-410.
- DELUQUI, K. K.; GELESKY, L. F. P. (1999). Roteirização. In: SILVA, A. N. R. *Ferramentas específicas de um Sistema de Informações Geográficas para Transportes*. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. p. 59-72.
- DHINGRA, S. L.; GEORGE, R. (1998). Network and vehicle routing for municipal waste collection and transportation. *Computers in Urban Planning and Urban Management*, v.1, p.351-62.
- EILON S., WASTON-CANDY C. D. T., CHRISTOFIDES N. (1971). *Distribution Management: Mathematical Modeling and Practical Analysis*. Hafner, New York (Estados Unidos da América).
- FERRARI, R. (1997). *Viagem ao SIG: planejamento estratégico, viabilização, implantação e gerenciamento de Sistemas de Informação Geográfica*. Curitiba, Sagres.

- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE (1996). *Contagem da população – 1996*. <http://www.ibge.gov.br/censo96/>
- GAUSZER, T. (1996). *Levantamento da Geração dos Resíduos de Serviços de Saúde nas Unidades da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (SP)*. São Carlos. 133p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- GRACIOLLI, O. D. (1994). *Otimização de roteiros de veículos coletores de resíduos sólidos de serviços de saúde*. Florianópolis. 126p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- HERNÁNDEZ, R. H. (1999). *Proposta de um sistema para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos na cidade de Pato Branco-PR*. São Carlos. 175p. + apêndice. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- HUXHOLD, W. E. (1991). *An Introduction to Urban Geographic Information System*. New York, Oxford, Oxford University Press, Inc.
- KADO, T. M. N. (1998). *Análise do método SA (Simulated Annealing) aplicado a roteirização de veículos coletores de resíduos sólidos urbanos domiciliares*. São Carlos. 148p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- LAPORTE, G. (1992a). The travelling salesman problem: an overview of exact and approximate algorithms. *European Journal of Operational Research* 59, p.231-47.
- LAPORTE, G. (1992b). The vehicle routing problem: an overview of exact and approximate algorithms. *European Journal of Operational Research* 59, p.345-58.
- LAPORTE, G.; OSMAN, I. H. (1995). Routing problems: a bibliography. *Annals of Operations Research* 61, p.227-62.
- LARSON C., ODONI A. R. (1981). *Urban Operations Research*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- MARQUES, H. N. (1998). *Um sistema de informações para usuários de transporte coletivo em cidades de médio porte*. São Carlos. 96p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MATTOSO, V. D. B. (1996). *Classificação, Quantificação e Análise Microbiológica dos Resíduos de Serviços de Saúde da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos*. São Carlos. 90p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- NOVAES A. G. (1989). *Sistemas Logísticos: Transporte, Armazenagem e Distribuição Física de Produtos*. Edgard Blücher Ltda, São Paulo. BR.

- NOVAES, A. G. (1995). Aproximações em redes logísticas com o auxílio de SIG. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES - ANPET, 9., Florianópolis, 1995. *Anais*. São Carlos, EESC – USP, v.3, p.1161-72.
- PARAFINA, S. (1995). GIS based automated routing for solid waste collection. In: GIS/LIS'95 Annual Conference & amp; Exposition Bethesda, p.799-803.
- PAREDES, E. A. (1994). *Sistema de Informação Geográfica (Geoprocessamento): princípios e aplicações*. São Paulo, Editora Érica Ltda.
- PEIXOTO, R. S. S. L. (1997). *Utilização de sistemas de informações geográficas para gerenciamento de cidades de pequeno porte*. São Carlos. 174p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- PELIZARO, C. (2000). *Avaliação de desempenho do algoritmo de um programa comercial para roteirização de veículos*. São Carlos, 2000. 153p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- PRANDINI, F. L. et al. (1995). O gerenciamento integrado do lixo municipal. In: JARDIM, N. S. coord. et al. *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/Compromisso Empresarial para a Reciclagem – CEMPRE. Cap. 1, p.1-19.
- REVISTA LIMPEZA PÚBLICA (1977). Plano diretor de resíduos sólidos. Associação Brasileira de Limpeza Pública. São Paulo, n.08, p.10-26, jul./ago.
- RISSE, W.M. (1993) *Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde: caracterização como instrumento básico para abordagem do problema*. São Paulo. 161p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.
- ROSSETO, C. F.; CUNHA, C. B. (1994). A aplicação de geoprocessamento na roteirização de veículos. In: CONGRESSO DE GEOPROCESSAMENTO – GISBRASIL 94, 1., São Paulo, 1994. *Anais*. Curitiba, p.35-44.
- SANEAMENTO AMBIENTAL (1997). Bio. Rio de Janeiro, n.3, jul.-ago.
- SANCHES, S P. (1988). *Contribuição à análise operacional de redes de transporte coletivo em cidades de porte médio*. São Carlos. 2v. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SCHALCH, V.; ANDRADE, J. B. L.; GAUSZER, T. (1995). *Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde*. Seminário promovido pela Secretaria de Saúde do Estado do Ceará - Departamento de Vigilância Sanitária. Fortaleza-CE.
- SCHALCH, V.; LEITE, W. C. A. (1990) *Resíduos de serviços de saúde*. In: Curso sobre Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Goiânia, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, p.209-21.
- SILVA, A. N. R. (1996). *Introdução ao SIG: Sistema de Informações Geográficas*. São Carlos, STT-EESC-USP.

- SILVA, H. A.; GRUBMAN, S. (1996). A aplicação de geoprocessamento na distribuição de jornais. In: CONGRESSO DE GEOPROCESSAMENTO – GISBRASIL 96, 3., São Paulo, 1996. *Anais*. Curitiba, p.373-75.
- SILVA, A. N. R.; WAERDEN, P. van der. (1997). *First steps with a Geographic Information System for Transportation*. Ribeirão Preto, São Francisco.
- SOLOMON, M. (1986). On the worst-case performance of some heuristics for the vehicle routing and scheduling problem with time window constraints, *Networks* 16, p.161-74.
- TABACZENSKI, R. R. (1995). *A utilização do Sistema de Informações Geográficas para o macrozoneamento ambiental*. São Carlos. 140p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- TAKAYANAGUI, A.M.M. (1993). *Trabalhadores de saúde: ação educativa do enfermeiro na conscientização para gerenciamento de resíduos sólidos*. Ribeirão Preto. 179p. Tese (Doutorado) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- TEIXEIRA, A. L. A.; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. (1992). *Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica*. Rio Claro, Edição do Autor.
- VITÓRIA (Espírito Santo). (1991). Prefeitura de Vitória. Decreto n.º 8531 de 18 de abril 1991. Dispõe sobre a seleção, acondicionamento, disposição para a coleta, coleta e disposição final de resíduos gerados por estabelecimentos de serviços de saúde. *A Gazeta*, Vitória, 19 abr. 1991. n.p.
- YELLOW (1970). A computational modification to the savings method of vehicle scheduling. *Operation Research Quarterly* 21, p.281-83.