

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**Definição de Rotas para Coleta Porta-a-Porta de Óleo
Residual de Fritura visando o Reuso**

RENATO BINOTO

SÃO CARLOS
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

Definição de Rotas para Coleta Porta-a-Porta de Óleo Residual de Fritura visando o Reuso

Renato Binoto

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Suely da Penha Sanches

São Carlos
2010

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

B614dr

Binoto, Renato.

Definição de rotas para coleta porta-a-porta de óleo residual de fritura visando o reuso / Renato Binoto. -- São Carlos : UFSCar, 2012.

82 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2010.

1. Engenharia urbana. 2. Resíduos sólidos. 3. Coleta domiciliar. 4. Sistemas de informação geográfica. 5. Logística. I. Título.

CDD: 711 (20^a)



FOLHA DE APROVAÇÃO

RENATO BINOTO

Dissertação defendida e aprovada em 15/12/2010
pela Comissão Julgadora

Profª Drª Suely da Penha Sanches
Orientador (DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. José Bernardes Felex
(EESC-USP)

Prof. Dr. Marcos Antonio Garcia Ferreira
(DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva
Presidente da CPG-EU

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, junto ao Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - PPGEU.

A Professora Suely da Penha Sanches, minha Orientadora, pelo apoio e incentivo que me fez prosseguir, aprimorar essa Dissertação e, principalmente, por entender este tempo de reclusão e de dedicação, que me permitiram crescer ainda mais e me trouxeram novas oportunidades de estudo e de vida.

Aos professores Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira e Marcos Antônio Garcia Ferreira, apoiadores no desenvolvimento do estudo e também por aceitarem o convite para fazerem parte da banca examinadora na qualificação do Mestrado.

Ao professor Antônio Nelson Rodrigues da Silva, por sua confiança e dedicação e preocupação demonstrada em todos os momentos.

Ao professor José Bernardes Felex pelo apoio e conhecimento transferido na banca examinadora da Defesa

Aos meus amigos de Turma, Fernanda Duarte Rosa e Cristiano Hemerly Simonelli, pelo apoio e experiências compartilhadas durante o Mestrado.

Aos meus amigos Humberto Brito e Denise de Matos, pela disponibilidade, dedicação e revisões fornecidas para o trabalho. Sempre me incentivaram na busca incansável pelas informações essenciais a essa Dissertação, pela convivência, lições, mensagens e experiências compartilhadas.

Finalmente, gostaria de expressar que esse não foi um desafio fácil de ser alcançado. Por isso, hoje estou muito feliz e, mais uma vez, agradeço e atribuo esse título, com muito carinho, aos que moldaram a base da minha vida e que me ensinaram a nunca desistir de lutar. Eles também são Mestres, mas em amor, presença e educação: MEUS PAIS. Portanto, que venham os próximos sonhos e que eles se tornem grandes desafios, pois é a partir deles que a sabedoria e a felicidade são alcançadas.

Obrigado!

DEDICATÓRIA

Acima de tudo, dedico esta Dissertação a Deus, base da minha vida e em quem encontro forças todos os dias para seguir adiante. Sem Ele, nada disso seria possível.

A minha orientadora, Professora Suely da Penha Sanches, cuja visão está além de todas as limitações, pela oportunidade de ser sua orientanda, por sua irreverência, atenção, confiança e apoio e pelas valiosas contribuições por meio das quais os objetivos pretendidos foram alcançados.

Aos meus pais, José Roberto Binoto e Nelma Scurachio Binoto, força que se faz presente em todos os momentos, por me prepararem para a vida com muito amor, dedicação e garra e por me educarem a manter sempre o mais elevado nível de integridade.

A meu irmão e companheiro, Leonardo Binoto, fonte de orgulho e inspiração, pela eterna amizade que nos une.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	12
1.1 Objetivo	13
1.1.1. <i>Objetivos Específicos</i>	14
1.2. Estrutura da Dissertação	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1. Óleos Vegetais (utilização, descarte e consequências para o meio ambiente)	16
2.2. Logística Reversa	17
2.3. Alternativas para coleta do óleo de fritura.....	23
2.3.1 <i>Pontos de Entrega Voluntária (PEV)</i>	24
2.3.2 <i>Coleta em Grandes Geradores</i>	25
2.3.3 <i>Coleta Porta-a-Porta</i>	26
2.4. Aspectos Ergonômicos do Trabalho dos Operadores de Carrinhos de Carga.....	27
2.5. Formas de acondicionamento e armazenagem para o óleo residual de fritura....	29
2.5.1. <i>Bombonas</i>	29
2.5.2. <i>Garrafas de PET</i>	30
2.5.3. <i>Possíveis formas de armazenagem e transporte específicos para o resíduo</i>	30
3. ROTEIROS DE VEÍCULOS PARA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES	33
3.1. Problemas de Roteiros	34
3.1.1. <i>Problemas de roteiro puro de veículos</i>	34
3.1.2. <i>Problemas de Planejamento de viagens de veículos e tripulações</i>	35
3.1.3. <i>Problemas combinados de roteiros e planejamento de viagens de veículos</i>	37
3.2. Definição de Roteiros de veículos com auxílio de Sistemas de Informações Geográficas para transportes (SIG-T).....	39
4. METODOLOGIA.....	40
4.1. Identificação da forma de trabalho	40
4.2. Descrição e forma de utilização do instrumento para definição das rotas.....	41
4.3. Procedimento para obtenção dos dados necessários.....	42
4.3.1. – <i>Características do sistema viário na área de estudo.</i>	42
4.3.2 – <i>Informações demográficas sobre a área de estudo</i>	42
4.3.3 – <i>Estimativa da demanda (quantidade de resíduos gerados em cada trecho de via)</i>	42
4.3.4. <i>Estimativa do tempo gasto para realizar a coleta</i>	44
4.4. Definição das rotas	44
5. ESTUDO DE CASO.....	46

5.1. Informações demográficas sobre a área de estudo	47
5.2. Estimativa da quantidade de óleo residual gerada em cada trecho de via	48
5.3. Características topográficas do sistema viário da região.....	49
5.4. Estimativa do tempo necessário para efetuar a coleta do óleo	50
5.5. Preparação do banco de dados para definição dos roteiros de coleta.....	51
5.6. Definição das rotas de coleta.....	53
5.6.1 Definição da demanda de mão de obra necessária para a coleta	54
5.7. Localização dos Pontos de Parada.....	54
5.8. Resultados.....	58
5.9. Simulações de Roteiros de coleta	59
5.9.1 Primeiro cenário	59
5.9.2 Segundo cenário	60
5.9.3 Terceiro cenário	62
5.10. Divisão da Região em quatro Áreas de coleta.....	64
5.11. Resultados das Simulações.....	70
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICE.....	82

LISTA DE QUADROS

5.1	Estimativa do volume e peso de rejeito de óleo por residência	48
-----	---	----

LISTA DE TABELAS

4.1	Consumo Mensal de Óleo por Classe de Renda	43
4.2	Consumo de óleo de fritura no Estado de São Paulo (2002-2003)	43
5.1	Tempos médios de Atendimento (em minutos)	50
5.2	Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada em 10 Rotas	59
5.3	Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada em 20 Rotas	61
5.4	Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada em 24 Rotas	63
5.5	Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada na Área 1	65
5.6	Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada na Área 2	66
5.7	Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada na Área 3	67
5.8	Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada na Área 4	68
5.9	Média de tempo e quantidade pelo número de pontos de parada	70
5.10	Demanda de Mão de obra, tempo e quantidade por Rota	70

LISTA DE FIGURAS

2.1	Esquema de Canais de Distribuição Diretos e Reversos	17
2.2	Esquema do Processo Logístico Reverso	19
2.3	Alternativas para a coleta de materiais visando à reciclagem	23
2.4	Potes para armazenamento de óleo	31
2.5	Tricicleta do projeto Bio-bike	32
5.1	Região definida para estudo de caso	46
5.2	Localização das residências e edifícios residenciais na área de estudo	47
5.3	Distribuição de frequências de declividades nos trechos de vias	49
5.4	Parte do banco de dados para definição das rotas	51
5.5	Parte do banco de dados para definição do ponto de parada do veículo coletor	52
5.6	Uso da Ferramenta <i>FacilityLocation</i>	55
5.7	Parte do Banco de Dados usando a Ferramenta <i>Facility Location</i>	56
5.8	Nós Correspondentes a divisão da área em 30 pontos de paradas	57
5.9	Cenário com 10 Pontos de Parada	58
5.10	Cenário com 20 Pontos de Parada	60
5.11	Cenário com 24 Pontos de Parada	62
5.12	Alocação dos pontos de parada nas 4 Áreas de coleta	64
5.13	Área 1 com 9 rotas	65
5.14	Área 2 com 7 rotas	66
5.15	Área 3 com 3 rotas	67
5.16	Área 4 com 5 rotas	68
5.17	Identificação de rotas de coleta para 24 pontos de parada	69
5.18	Itinerário de coleta	71

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABEPET- Associação Brasileira dos Fabricantes de Garrafas de PET
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIOVE- Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais
ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ARP- Arc Routing Problem
CEMPRE-
CLM- Council of Logistics Management
CPP- Chinese Postman Problem
IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID- Identificação
IPT- Instituto de Pesquisa Tecnológica
NR- Ministério do Trabalho e Emprego/ Normas Regulamentadoras
PET- Politereftalato de etileno
PEV- Ponto de Entrega Voluntário
PRPVJT- problema de roteirização e programação de veículos com janelas de tempo
SAAE- Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SFPUC- Comissão de Utilidades Públicas de São Francisco
SIG- Sistema de Informação Geográfica
SIG-T- Sistema de Informação Geográfica para Transporte
SINDIPAN- Sindicato da Indústria da Panificação e Confeitaria de São

RESUMO

A coleta dos resíduos sólidos gerados no meio urbano é uma preocupação crescente para governantes, profissionais da saúde e ambientalistas. Dentre estas preocupações, encontra-se o descarte do óleo vegetal utilizado nas residências, que exige uma destinação final mais adequada. Para isto se faz necessário, além da conscientização da população, um planejamento de coleta, com rotas pré-definidas. Este estudo simula sistemas alternativos para coleta do óleo residual em alguns setores da cidade de São Carlos – SP, usando um Sistema de Informações Geográficas – SIG. Com o uso desse sistema são definidas rotas a serem percorridas pelos agentes coletores no processo de coleta seletiva para o óleo residual de fritura através do sistema porta-a-porta. O programa utilizado foi o TransCAD, que é um SIG específico para planejamento de transportes, permitindo desenvolver rotas utilizando-se algoritmos que incluem um procedimento de roteirização em arco (*Rotina Arc Routing*). Para este estudo considerou-se que um caminhão coletor ficaria estacionado em pontos determinados e o serviço de coleta seria realizado por agentes coletores com carrinhos manuais seguindo percursos de coleta a pé. Foram feitas diversas simulações procurando minimizar os percursos de coleta e o número de agentes coletores necessários para a execução do serviço. Os resultados obtidos com as simulações demonstraram que é possível se obter conjuntos de rotas que minimizam o custo e a mão de obra necessária para a coleta porta a porta do óleo residual de fritura.

Palavras-chave: resíduos sólidos; coleta domiciliar; roteirização de veículos; SIG, sistema porta-a-porta, óleo residual de fritura.

ABSTRACT

The collection of solid waste generated in urban areas is a growing concern for governments, health professionals and environmentalists. Among these concerns is the disposal of vegetable oil used in homes, which requires a more appropriate final allocation. For this to be attained, it is necessary, in addition to public awareness, the planning for the collection, with pre-defined routes. This study simulates alternative systems to collect waste oil in some sectors of the city of São Carlos – SP using a Geographic Information System – GIS. Using this system, routes to be travelled by the collectors from door to door, are defined. The program used was the TransCAD, which is a GIS specific for transportation planning, transport professionals, enabling the development routes using algorithms that include a procedure for arc routing. For this study it was assumed that a collector truck would be parked at some defined points and the collection would be performed by collecting agents with carts following pre-defined routes. Several simulations were made, aiming at minimizing the length of the routes and the number of agents necessary for the task. The results obtained with the simulations demonstrated that it is possible to define sets of routes that minimize the cost and the manpower required for the door to door collection of discarded frying oil.

Keywords: solid waste, household waste, vehicle routing, GIS system, door to door, residual oil in frying.

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE) define óleo vegetal como sendo a gordura extraída de plantas oleaginosas que passam por processos químicos e/ou físicos de refinação para posterior consumo como alimento, pintura, lubrificante, cosméticos, iluminação, combustível biodiesel ou puro para usos industriais.

Dentre os resíduos sólidos gerados nas residências, o óleo residual, proveniente de frituras, é um poluente que preocupa ambientalistas e pesquisadores da área de engenharia urbana. O destino deste resíduo geralmente é ser lançado em solos, ralos de pias e vasos sanitários; estes hábitos de descarte são inadequados, pois, após este resíduo ser receptado pelo sistema de esgoto, podem ocorrer perdas estruturais no próprio sistema de escoamento (entupimento dos encanamentos) além de serem posteriormente despejados em córregos, rios e solos gerando a poluição de rios e córregos e impermeabilização do solo (MOGNATO; MARTINS, 2007).

A partir destas preocupações, alguns atores do poder público tem se preocupado em encontrar uma solução para o problema de destinação de resíduos sólidos, visando melhorias para o meio ambiente e saúde pública. Tem-se desenvolvido mecanismos de coleta seletiva de resíduos, no entanto para a implantação destes sistemas são demandados elevados custos operacionais e planejamentos complexos (DELUQUI, 1998).

Segundo Ballou (2006) entre todas as atividades envolvidas na cadeia logística, o transporte representa normalmente entre um e dois terços dos custos logísticos totais, assim aumentar a eficiência através da máxima utilização dos equipamentos e do pessoal de transportes é uma das maiores preocupações do setor.

Nesse contexto, o presente trabalho buscou contribuir para o desenvolvimento de uma proposta de resolução para o problema de coleta porta a porta de óleo residual descartado em residências; para isto se fez uso de uma ferramenta de gerenciamento espacial com procedimentos computacionais que permitiu e facilitou a análise e

representação do espaço. Foram feitas simulações de rotas a partir do “Problema de roteiros em Arcos” para alguns bairros da cidade de São Carlos.

O Problema de Roteiros em Arcos é o Problema do Carteiro Chinês proposto por *Meigu Guan* (ou *Kwan Mei-Ko*). Neste caso, a meta é determinar um caminho de comprimento mínimo, cobrindo cada segmento pelo menos uma vez.

Problemas de Roteiros em Arcos aparecem em vários contextos práticos, tal como entrega de correspondência, coleta de lixo, remoção de neve e roteiros de veículo escolar. Bilhões de dólares são gastos cada ano pelos governos e empresas privadas nestas operações. Grandes quantidades de dinheiro são desperdiçadas devido a fracos planejamentos. Há vários anos, pesquisadores operacionais vêm estudando a estrutura destes problemas e propondo soluções viáveis (EISELT *et al.*, 1995).

Estes instrumentos de gerenciamento espacial podem conferir confiabilidade e fidelidade ao estudo, visto que simulam as condições reais em que os deslocamentos de coleta podem ocorrer, como condições de vias e custos. Verificou-se que a ferramenta de roteirização foi capaz de atender às necessidades dentro das simulações, determinando percursos de custo mínimo e o número mínimo de coletores através dos seguimentos de vias que foram estudados.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um método de pesquisa fazendo uso de uma ferramenta de gerenciamento espacial com procedimentos computacionais, para definição de roteiros de coleta seletiva de óleo residual de fritura nas residências de alguns bairros do município de São Carlos, através do sistema porta-a-porta. Buscou-se também realizar simulações para planejamento e estima de demanda de viagens que fossem viáveis para a utilização de agentes coletores seguindo percursos a pé.

1.1.1. Objetivos Específicos.

- Uso de uma ferramenta de gerenciamento geográfico para planejamento e estima de demanda de viagens, identificando rotas de coleta para agentes coletores de óleo residual de fritura percorrendo percursos a pé de porta-a-porta.
- Identificação da variável para simulações dos roteiros de coleta.
- Definição de um ou mais pontos de parada do caminhão coletor
- Análise da viabilidade do modelo proposto

1.2. Estrutura da Dissertação

Este trabalho de Definição de Rotas para Coleta Porta-a-Porta de Óleo Residual de Fritura visando o Reuso, teve por finalidade apresentar de forma clara e objetiva, conceitos e aplicações da logística reversa, ferramentas de gerenciamento geográfico e dimensionamento de rotas para a coleta seletiva do óleo residual de fritura.

Para atingir o objetivo proposto, o trabalho encontra-se estruturado inicialmente através de introdução e justificativa, seguido do objetivo da Pesquisa e Estrutura da Dissertação.

Para o desenvolvimento da pesquisa na Revisão Bibliográfica, no capítulo 2, foi abordada a caracterização dos Óleos Vegetais, identificando os riscos ambientais que são causados pelo resíduo ao ser disposto de forma inadequada no ambiente. Dando sequência ao estudo, foi estudado o que é logística Reversa, quais são as principais características do fluxo reverso e suas divisões, logística de Reciclagem e as alternativas para a coleta do óleo de residual de fritura. Após esta etapa, foram levantados aspectos ergonômicos para os agentes coletores, de acordo com o tipo de coleta escolhido para o modelo proposto. Ao final do capítulo, foram estudados possíveis formas de mão de obra, armazenagem e transporte para o resíduo.

Nesta etapa da pesquisa, no capítulo 3, foram apresentadas as programações de veículos envolvendo aspectos espaciais ou geográficos, mas também temporais, tais como restrições de horários de atendimento nos pontos a serem visitados. Para o dimensionamento dessas rotas, se trabalhou com uma ferramenta de gerenciamento

geográfico com praticidade computacional (SIG). Propriamente para a pesquisa, se fez uso do software TransCAD.

Dando continuidade ao estudo, no capítulo 4, foram identificadas as etapas metodológicas a serem buscadas para a solução do modelo apresentado. Inicialmente se identificou a forma de trabalho, posterior a isso foi descrita a forma de utilização do instrumento para dimensionamento das rotas, seguido do procedimento para obtenção dos dados necessários, e por fim, se obteve a definição das rotas.

No capítulo 5, inicialmente foi feita a identificação da área a ser estudada para a definição do estudo de caso. Feito isto, foi preparado o banco de dados para os roteiros de coleta. Dentro desta base de dados, foram levantadas as características topográficas das vias pertencentes à área do estudo, informações demográficas, quantidade de resíduo gerado em cada trecho de via, seguido do tempo gasto pelo agente coletor para efetuar a coleta no sistema porta-a-porta. Após esta etapa, se definiu os locais de parada do caminhão coletor, foi executado o dimensionamento das rotas de coleta, se deu início as simulações, e por fim, se fez a apresentação dos resultados de roteiros.

Para o fechamento da pesquisa, no capítulo 6, foram feitas as considerações finais analisando os resultados conseguidos nas simulações de roteiros para coleta do óleo residual de fritura. O trabalho é concluído com a Revisão Bibliográfica seguindo com o Apêndice.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados os tópicos pesquisados na revisão bibliográfica, visando fundamentar o desenvolvimento da pesquisa: Óleos Vegetais (utilização, descarte e consequências para o meio ambiente), Logística Reversa, alternativas para coleta do óleo de fritura, aspectos ergonômicos do trabalho dos operadores de carrinhos de carga e formas de acondicionamento e armazenagem para o óleo residual de fritura.

2.1. Óleos Vegetais (utilização, descarte e consequências para o meio ambiente)

Há uma grande utilização de óleos vegetais para fins alimentícios e principalmente no processo de fritura, utilizado repetidamente em frituras por imersão, este material sofre degradação acelerada pelas altas temperaturas, tendo suas características físicas e químicas modificadas: torna-se escuro e viscoso, sua acidez aumenta, o odor passa a ser desagradável, adquirindo também características nocivas à saúde. Como não há utilização prática para estes resíduos, no geral são lançados na rede de esgoto. Este destino pode vir a provocar impactos ambientais significativos (REIS et al, 2007).

Quando em contato com esgotos pluviais e sanitários, o óleo mistura-se com a matéria orgânica, entupindo tubulações. Quando lançado em bocas-de-lobos, provoca obstruções retendo inclusive resíduos sólidos (necessitando de produtos químicos tóxicos para sua desobstrução). Na rede de esgotos, os entupimentos podem gerar pressões que conduzem a infiltração do esgoto no solo, poluindo também o lençol freático, rede pluvial e arroios (onde há ligação entre a rede de esgoto e rede pluvial). Formam-se então películas oleosas na superfície, levando à diminuição gradual das concentrações de oxigênio o que provoca a morte da fauna presente nestes ambientes. Nos rios, lagos e mares, o óleo deprecia a qualidade das águas e sua temperatura sob o sol pode chegar a 60°C, matando animais e vegetais microscópicos (REIS et al, 2007).

Quando ingressa aos sistemas municipais de tratamento de esgotos, o óleo dificulta e encarece o tratamento; No ambiente, em condições de baixa concentração de oxigênio, pode haver metanização (transformação em gás metano) dos óleos, contribuindo para o aquecimento global. O óleo de cozinha é composto por substâncias

muito agressivas e que oneram em quase 100% o tratamento do esgoto (Ricci; Teixeira, 2007).

Devido a estes danos, seria viável que os óleos vegetais fossem destinados ao retorno produtivo. Este material pode ser reaproveitado na produção de glicerina, composição de tintas, produção de massas de vidraceiro, farinha básica para ração animal, geração de energia elétrica e biodiesel. Desta maneira, o óleo vegetal pode agregar valor econômico à cadeia produtiva, diminuindo o custo do produto final e ainda preservar o meio ambiente, o que pode beneficiar a imagem da empresa perante a sociedade e o público consumidor (REIS et al, 2007).

Segundo Chamon (2007), o consumo de óleo vegetal no Brasil se aproxima de três bilhões de litros ao ano. Devido ao aumento do consumo deste material, foram desenvolvidos novos equipamentos para fritura, tanto domésticos como industrial, que aquecem o óleo por longos períodos (DOBARGANES, 1991). As formas de verificar quando o óleo vegetal necessita ser descartado são variáveis e complexas, dependendo das reações de degradação e tipo de alimento para o qual foi utilizado; não havendo método específico ou padronizado (MOGNATO; MARTINS, 2007).

Segundo Gião et al (1999) ao contrário do que acontece em outros países, no Brasil não existem leis que regulamentem este limite de tempo de uso e descarte para óleo. Segundo Mognato e Martins (2007), se o destino dado ao óleo descartado gerasse renda, seria estimulada a diminuição do reuso deste material em preparos de alimento (frituras), para posterior produção de produtos como sabão, detergente, biodiesel e outros.

2.2. Logística Reversa

Segundo o Council of Logistics Management (CLM – Organização de Gestores Logísticos), a logística pode ser definida como:

Logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes (BALLOU, 2006).

A logística tem concentrado seu foco de estudo principalmente no exame dos fluxos da cadeia produtiva direta, ou seja, aqueles que vão das matérias primas primárias ao consumidor final. Os canais de fluxos diretos geram uma dependência de outros setores para o fechamento do encadeamento logístico, como ilustrado na figura 2.1.

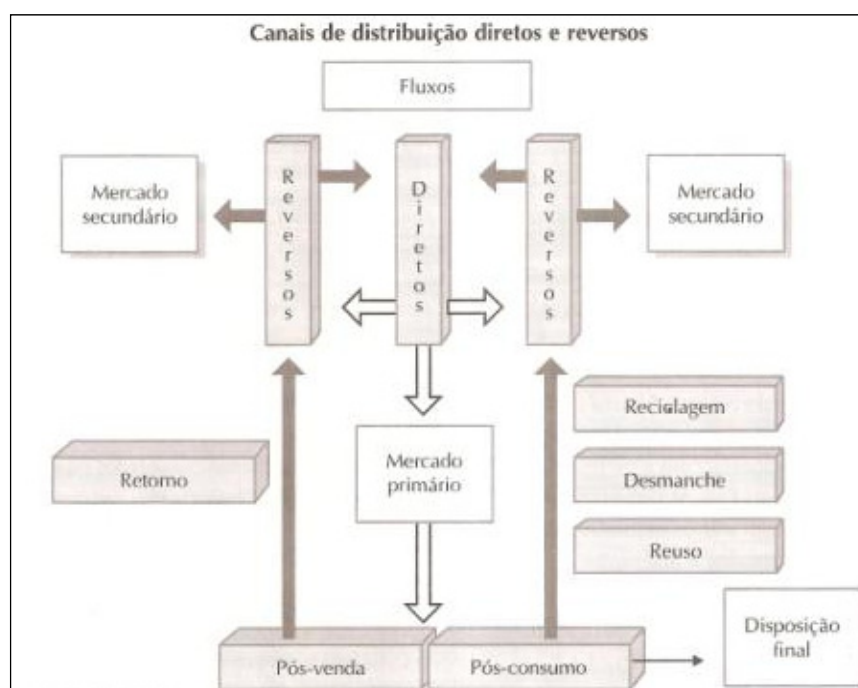


Figura 2.1: - Esquema de Canais de Distribuição Diretos e Reversos

Fonte: Leite, 2003

Isso demonstra que o aumento produtivo e o consumo descontrolado criam por consequência um aumento da descartabilidade dos produtos em geral. Contudo não são encontrados os fluxos de distribuição reversos de pós-consumo; isto provoca desequilíbrio entre as quantidades de produtos descartadas e reaproveitadas; gerando a necessidade de criação da Logística Reversa (LEITE, 2003).

Logística reversa é a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas relacionadas ao retorno dos bens de pós-vendas e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo. O objetivo dessa atividade é agregar a estes bens, valores econômicos, ecológicos e legais e também valorizar a imagem corporativa da empresa (LEITE, 2003; REVLOG, 2005).

As atividades envolvidas na logística reversa são: a coleta, a separação, a embalagem e a expedição de itens usados, danificados ou obsoletos dos pontos de venda ou consumo até os locais de reprocessamento, reciclagem, revenda ou descarte (STEVEN, 2004).

O conceito de logística reversa, na década de 80 estava relacionado, basicamente, a um movimento contrário ao fluxo de produtos na cadeia de suprimentos, do cliente para empresa. Já na década de 90, a preocupação com o meio ambiente entrou em cena gerando uma evolução nesse conceito através de novas abordagens, impulsionadas, principalmente, por pressões dos consumidores, o que gerou nova legislação e controle dos órgãos fiscalizadores. Outro fator importante, desse período, foi que as empresas perceberam que poderiam utilizar a logística reversa para evitar perdas e, ainda, como mais uma fonte de lucros (CHAVES e BATALHA, 2006; LEITE, 2003; BOWERSOX e CLOSS, 2001).

A Figura 2.2 ilustra as relações entre o processo logístico reverso. Os resíduos devem ser coletados, selecionados e expedidos. Posteriormente serão encaminhados para retornar ao ciclo de negócios que abrange as seguintes etapas: reprocessamento, revenda, condicionamento e reciclagem. Se não servirem para estes processos, os resíduos são descartados, possibilitando seu retorno ao ciclo produtivo como materiais secundários.

Os encadeamentos de Distribuição Reversos são as etapas, formas e meios pelos quais uma parcela dos produtos vendidos retorna ao ciclo produtivo, seja por alguma disfunção detectada após a venda, seja pelo término de sua vida útil.

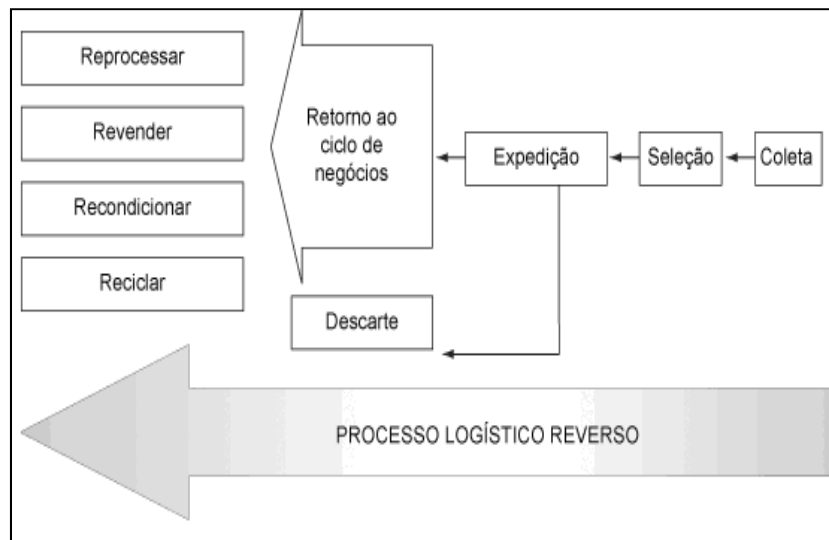


Figura 2.2: - Esquema do Processo Logístico Reverso

Fonte: Leite, 2003; Revlog, 2005

A preocupação em relação ao encadeamento de distribuição reverso é relativamente recente. Diversos autores fizeram, no passado, referências a esses fluxos reversos como tema de preocupação para o “futuro” (BALLOU, 2001).

A razão para este pequeno interesse pelo estudo dos encadeamentos de distribuição reversos está em sua aparente pouca importância econômica, quando comparada com a distribuição direta. Os volumes movimentados nos encadeamentos reversos são apenas uma fração daqueles dos fluxos diretos e seu valor relativo é baixo, se comparado ao dos bens originais.

Existem duas categorias de encadeamentos de fluxos reversos: pós-consumo e pós-venda (LEITE, 2003):

- Os encadeamentos reversos de pós-consumo referem-se ao retorno de uma parcela de produtos e de materiais originados no descarte dos produtos, depois de extinta sua utilidade original, e que retornam ao ciclo produtivo através de reuso, desmanche ou reciclagem. Há também casos em que uma parcela destes produtos pós-consumo é destinada a sistemas de deposição final, alguns deles seguros ou controlados e outros não seguros, provocando impactos maiores ao meio ambiente.

- Os encadeamentos reversos de pós-venda são constituídos pelas diferentes formas de retorno de parcela de produto com pouco ou nenhum uso ou com problemas relacionados à qualidade.

Mesmo tendo um forte apelo ambiental, ainda não se pode dizer que existe um grande interesse pelo estudo dos encadeamentos de distribuição reversos. A logística reversa é realizada, na maior parte dos casos, quando existe obrigação legal, quando existe risco de danos à imagem da empresa ou, em raros casos, quando consegue diminuir parte dos custos na linha de produção ao reutilizar algum dos componentes de seus produtos, principalmente as embalagens. Nos demais casos, sempre que podem, as empresas evitam a logística reversa (SOUZA, 2006).

É importante destacar que os bens de pós-consumo não precisam necessariamente retornar à cadeia de origem ou aos elos anteriores da cadeia de negócios. Esses produtos podem seguir adiante, sendo enviados como matérias primas secundárias ou componentes a outras indústrias, onde se inicia o processo de produção de um novo produto em uma nova cadeia de suprimentos.

Com a Logística Reversa dos bens de pós-consumo, as organizações também podem obter uma boa parte de materiais de volta para o seu fluxo de produção, seja por meio da reciclagem ou do reuso. A logística para reciclagem é um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar os “detritos” e reutilizá-los no ciclo de produção de que saíram ou em um ciclo de produção paralelo. É uma atividade pela qual, materiais que poderiam se tornar lixo, ou que já estão no lixo, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos. Como, para as empresas recicladoras, estas matérias recuperadas sempre têm um custo mais conveniente que o da matéria prima original, cabe à logística para reciclagem viabilizar economicamente o transporte e a armazenagem dos produtos, obtendo, como efeito colateral benéfico, uma diminuição dos danos ambientais.

Os principais benefícios, no caso da reciclagem, são a preservação do meio ambiente e a redução de custos para as empresas (em alguns casos). As primeiras cadeias de reciclagem apareceram por razões econômicas. As cadeias de reciclagem de

aço, ferro e papel, por exemplo, antecedem a preocupação pública com ecologia ou com o meio ambiente (KOPICKI, 1993).

Tanto a reciclagem de materiais, quanto as atividades de recondicionamento e remanufatura de produtos podem ser realizadas seguindo as mesmas etapas, que são três (KOPICKI, 1993): coleta, processamento e utilização.

As dificuldades na coleta dos materiais e produtos a serem reciclados são compartilhadas com outras atividades da Logística Reversa, como o retorno de embalagens, por exemplo. O processamento consiste em escolha, limpeza e algum tipo de alteração de forma (quando isso facilitar a utilização ou o transporte nas etapas seguintes), além do empacotamento (quando for o caso), mas não necessariamente nessa ordem (MARQUES, 2003). O objetivo da limpeza (do material recolhido) e da escolha consiste em separar o material a ser reciclado (ou recolhido) dos demais materiais e resíduos.

Quanto à utilização: muitas empresas alegam não trabalhar com matérias-primas secundárias (recicladas) devido à baixa qualidade, ao preço mais alto e à indisponibilidade frequente de fornecimento. Apesar disto, é cada vez maior o número de empresas que alegam que estão economizando por meio da reciclagem. Segundo (KOPICKI, 1993), em muitos casos, essa economia é indireta, evitando-se multas pelo não cumprimento de exigências legais. Já a disponibilidade (ou incerteza de suprimento) de matérias-primas recicladas ainda é um problema principalmente para ramos que trabalham com escalas de produção muito grandes. Isso porque a coleta e o processamento desses materiais normalmente são feitos por empresas pequenas e médias que muitas vezes não conseguem abastecer sozinhas grandes consumidores (LIMA, 2001).

Muitos fabricantes preferem arcar com um preço um pouco mais elevado dos materiais virgens, tendo em contrapartida a certeza de que serão abastecidos nos momentos acertados com seus fornecedores. A qualidade dos materiais reciclados também evoluiu devido às melhorias nos processos de recuperação e à maior profissionalização dos participantes desse processo (KOPICKI, 1993).

Essa profissionalização colaborou muito para o crescimento da utilização e para a melhoria da qualidade dos materiais reciclados. Ainda assim, faz-se necessário, cada vez mais, o aparecimento de empresas maiores ou cooperativas que possam lidar com grandes clientes de reciclados. Enquanto isso não ocorre, muitos compradores de materiais reciclados baseiam-se em compras de diversas fontes, significando que não só fazem compras em mais de um fornecedor de reciclados, como também continuam a comprar matérias-primas virgens quando necessário (KOPICKI, 1993).

Mesmo que ainda se constate a resistência de consumidores (individuais ou empresariais), estes têm, cada vez mais, aprovados, por meio da aquisição, os produtos com conteúdo reciclado, principalmente devido ao seu caráter ecológico (SAMPAIO, 2001). Cabe, assim, às empresas esclarecerem seus clientes sobre a qualidade desses produtos, que algumas vezes podem não apresentar as mesmas especificações dos produtos feitos a partir de matérias-primas virgens, mas atendem perfeitamente às exigências necessárias para um bom desempenho.

2.3. Alternativas para coleta do óleo de fritura

Existem três sistemas básicos para a coleta de materiais visando à reciclagem: a coleta porta a porta, os pontos de entrega voluntária (PEV) e a coleta em grandes geradores (Figura 2.3).

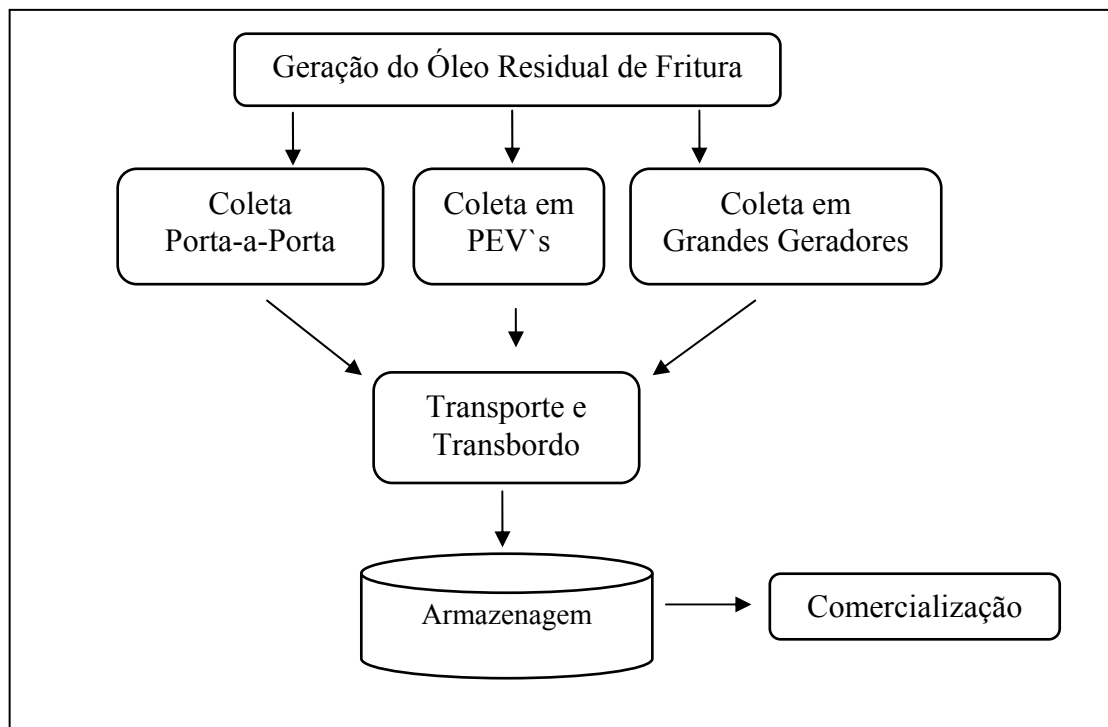


Figura 2.3. – Alternativas para a coleta de materiais visando à reciclagem

2.3.1 Pontos de Entrega Voluntária (PEV)

Essa forma de coleta em pontos de entrega voluntários utiliza contêineres colocados em pontos estratégicos fixos na cidade onde o cidadão espontaneamente deposita os materiais recicláveis (LEITE, 2003). A criação de um PEV (Ponto de Entrega Voluntário) de óleo de fritura pode ser realizada em condomínios ou bairros. Escolas, igrejas e instituições públicas são locais estratégicos que podem proporcionar o destino ambientalmente correto a esse resíduo altamente poluidor.

Dentre os aspectos positivos do emprego dos PEV pode-se citar:

- Facilita a coleta, reduzindo custos com transporte, especialmente em bairros com baixa densidade populacional e evita trechos improdutivos, como pode ocorrer na coleta porta a porta;
- Auxilia a coleta nos municípios com atividade turística, cuja população pode estar ausente da cidade nos dias em que há coleta dos recicláveis;
- Permite a exploração do espaço do PEV para publicidade e eventual obtenção de patrocínio;

- Permite a separação e descarte dos recicláveis por tipos, dependendo do estímulo educativo e do tipo de container, o que facilita a triagem posterior.

Os aspectos negativos desse tipo de coleta são:

- Demanda maior vontade da população, que precisa se deslocar até o PEV;
- Pode sofrer vandalismo como o depósito de lixo orgânico e animais mortos, pichação e incêndio;
- Não permite a avaliação da adesão da comunidade ao hábito de separar materiais.

2.3.2 *Coleta em Grandes Geradores*

Pelo fato de não existir uma fiscalização específica que trate da deposição final do óleo de fritura, é difícil levantar precisamente a quantidade deste tipo de resíduo nos grandes geradores (restaurantes e lanchonetes). Segundo o centro de Saúde Ambiental da Prefeitura Municipal de Curitiba, estima-se que somente nos restaurantes industriais da cidade e região metropolitana, são produzidas mensalmente 100 toneladas de óleo de fritura usado (LEITE, 2003)

Algumas cidades têm buscado alternativas para a proteção do ambiente, através de Leis Municipais para a coleta do óleo, porém, elas são apenas autorizativas. As Prefeituras Municipais instituem a diminuição do lançamento inadequado do resíduo no ambiente, porém, ainda, poucas cidades que apresentam um sistema de coleta eficiente para a coleta seletiva deste resíduo.

Nos grandes geradores a coleta deve ser semanal ou quinzenal, por armazenar uma grande quantidade de resíduo em um curto prazo de tempo. Além disso, alguns aspectos são importantes:

- Definição dos estabelecimentos alimentícios que irão participar do processo de coleta
- Definição do tipo e quantidade de veículos para coleta
- Definição das rotas e fornecimento de equipamento necessário para a coleta.

- Divulgação e orientação através de um panfleto informativo aos proprietários dos estabelecimentos comerciais

2.3.3 *Coleta Porta-a-Porta*

Este tipo de coleta porta-a-porta (utilizando carrinhos ou caminhões) é executado por coletores que percorrem as residências em dias e horários específicos, não coincidindo com a coleta normal dos resíduos sólidos domiciliares. Os moradores colocam os recicláveis nas calçadas, acondicionados em contêineres distintos, de acordo com o sistema implantado na cidade. O serviço de coleta, neste caso, pode ser realizado através de Cooperativas de Catadores (LEITE, 2003).

Os aspectos positivos notados no uso da coleta porta a porta são:

- Facilita a separação dos materiais nas fontes geradoras e sua disposição na calçada;
- Dispensa o deslocamento até um Ponto de Entrega Voluntário, incentivando maior participação da população;
- Permite mensurar a adesão da população ao programa, pois os domicílios/estabelecimentos participantes podem ser identificados durante a coleta;
- Adianta o processo de descarga nas centrais de triagem.

Como aspectos negativos destacam-se:

- Exige uma infra-estrutura maior de coleta, com custos mais altos para transporte;
- Aumenta os custos de triagem, ao exigir posterior re-seleção.
- A armazenagem dos resíduos nas residências, no período entre as coletas, pode ser um problema para os participantes.

2.4. Aspectos Ergonômicos do Trabalho dos Operadores de Carrinhos de Carga

Um aspecto que deve ser cuidado quando se trata da coleta porta-a-porta é o modo de transporte utilizado. Quando o transporte é feito por operador de carrinhos de carga, existe um limite, em termos do peso que pode ser transportado.

O transporte manual de cargas é uma das formas de trabalho mais antigas e comuns, sendo responsável por um grande número de lesões e acidentes do trabalho. Estas lesões, em sua grande maioria, afetam a coluna vertebral, mas também podem causar outros males (LIMA, 1997). De acordo com o Ministério do Trabalho (BRASIL- NR-17), não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas por um trabalhador cujo peso seja suscetível de comprometer sua saúde ou segurança.

A utilização de carrinhos para o transporte de carga diminui o esforço e o risco de lesões do trabalhador. No entanto, puxar, empurrar e manobrar um carrinho ainda envolve alguns riscos. Os tipos mais comuns de lesões causadas por estas atividades são: batidas e amassamentos de pés e pernas, tensionamento de músculos dos braços, ombros e costas e sobrecarga da coluna (JUNG et .al, 2005).

As variáveis a serem analisadas durante a escolha de um carrinho adequado a fim de reduzir estes riscos são:

- Carga esperada (peso, tamanho e forma)
- Frequência de uso
- Distância a ser percorrida
- Características da área de trabalho (tipo e inclinação do pavimento)
- Número e tamanho das rodas

Quando se trata de empurrar ou puxar uma carga, não existe um método de abrangência universal para definir com exatidão a carga máxima que pode ser transportada, porque inúmeras variáveis interferem: características do ambiente de trabalho e do piso, características do trabalhador, duração da atividade, etc. (CHAFFIN et. al, 2001, CARRANZA et. al, 2002).

Um dos principais agentes nocivos a saúde dos coletores é o excesso de esforço físico resultante da intensidade que o trabalho exige na sua realização. O trabalho em alta intensidade pode causar desgaste psíquico e fisiológico, como lactose muscular, lesões musculares e lesões articulares (KEMPER et. al., 1990)

As características pessoais do operador de carrinhos de carga que podem afetar a força muscular são: o sexo (mulheres são geralmente mais fracas que os homens) e a idade (a força muscular é máxima por volta dos 30 anos). Além disso, a força necessária para empurrar um carrinho está diretamente ligada ao posicionamento da manopla¹ do mesmo. Assim, a manopla deve estar em uma altura adequada para o manuseio do condutor e essa altura varia de acordo com a estatura da pessoa (CHAFFIN et. al, 2001).

Existem diferentes tipos de carrinhos, com duas ou quatro rodas que podem ser utilizados na coleta porta-a porta (HABITAT, 1989; CIRIELLO et. al, 2001; CHAFFIN et. al, 2001).

Com relação à velocidade com que o coletor empurra o carrinho, Chaffin et al, (2001) sugerem que se considere uma velocidade média igual a 1,5 km/h (cerca de 25% da velocidade normal de caminhada).

Para levantamento e transporte de pesos a legislação brasileira dá como limites, 40 e 60 kg, respectivamente. Já no ato de empurrar e puxar, não especifica nenhuma baliza, apenas há exigência do esforço ser de acordo com a capacidade do operário, geralmente esta capacidade é igual à massa corpórea. Este trabalho visa auxiliar ao agente de Inspeção de Higiene e Segurança do Trabalho, ao Perito Judicial e ao Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) da Empresa, através de processos quantitativos, a levantar esta subjetividade legal, proporcionando proteção eficaz ao trabalhador.

Diz a NR-17(1995) em seu item 17.1.3 (Ministério do Trabalho³) "O trabalho com o transporte e descarga de material, feito por impulsão ou tração de vagonetas sobre trilhos, carros de mão ou quaisquer outros aparelhos mecânicos, poderá ser

¹ Manopla: Peça plástica ou emborrachada tubular, por onde passa o guidão por dentro dela. Garante a empunhadura e o conforto do usuário no manejo do guidão. Lima (1997)

executado sem que se tenha em conta o limite de peso previsto no item 17.1 (60 kg), desde que o esforço físico do trabalhador seja compatível com sua capacidade de força". Perante esta situação, na legislação não sendo determinado um peso máximo para empurrar e puxar carrinhos de carga, para a pesquisa, foi definido um peso máximo de carga de 100 Kg, sendo considerado um peso saudável a ser empurrado pelos agentes coletores no estudo, pois foi caracterizada uma região que não apresenta vias com graus altos de declividade.

2.5. Formas de acondicionamento e armazenagem para o óleo residual de fritura

Para que o retorno o óleo residual de fritura possa ser reutilizado como matéria-prima é preciso uma série de procedimentos e operações inter-relacionadas e sequenciais: acondicionamento, coleta, filtragem, armazenagem e movimentação até o local de comercialização. Algumas das alternativas de recipientes para acondicionamento são descritas as seguir.

2.5.1. Bombonas

As bombonas são recipientes plásticos destinadas ao envasamento de produtos químicos, petroquímicos, alimentícios e farmacêuticos, compatíveis com polietileno de alta densidade. Têm uma variação de capacidade de 5 a 200 litros e possibilitam uma maior segurança, com tampa auto-lacrável que evita violações, e vedação contra vazamentos. Têm encaixes na tampa e no fundo podendo ser empilhada de forma segura e facilitam o transporte por possuir alças (LIRIUN, 2006).

Em se tratando da armazenagem do óleo de fritura, esse tipo de recipiente é usual no trabalho de coleta seletiva em PEVs, Grandes Geradores e Porta-a-Porta. Através da variação do tamanho das bombonas, o óleo pode ser despejado diretamente ou não neste tipo de recipiente. No caso de despejo direto, recomendasse a utilização de bombonas com capacidade variando entre 30 a 50 litros, para conforto e facilidade do transbordo e transporte do resíduo. Ainda, existe a possibilidade de armazenagem em recipientes menores, posteriormente alocados dentro da bombona. Neste caso a bombona serve como contenedor e seu tamanho variam entre 100 a 200 litros.

2.5.2. Garrafas de PET

PET (Politereftalato de etileno) é um plástico reciclável que surgiu no Brasil em 1988, tendo conquistado o primeiro lugar no ranking das resinas recicláveis, atingindo os melhores preços no mercado de sucatas plásticas. É um material resistente e contém boas propriedades de barreira a gases e a umidade. Possui propriedades termoplásticas, isto é, pode ser reprocessado diversas vezes pelo mesmo ou por outro processo de transformação. Quando aquecidos a temperaturas adequadas, esses plásticos amolecem, fundem e podem ser novamente moldados (ABEPET, 1997).

Se tratando de acondicionamento do óleo de fritura, uma forma bem simples e prática de se acondicionar esse resíduo, são as garrafas de PET. O despejo em PET é barato, visto que, a maioria da população, de alguma forma possui algum produto que fora acondicionado nestes objetos, não requerendo gastos adicionais com a compra de galões ou outros meios de acondicionamento.

O acondicionamento do óleo usado em garrafas de PET pode ser considerado uma forma indireta de sua reciclagem, pois ao mesmo tempo em que está se encaminhando o óleo para ser reciclado, a garrafa de PET também terá o mesmo destino, não sendo descartada de forma inadequada no meio ambiente.

2.5.3. Possíveis formas de armazenagem e transporte específicos para o resíduo

Uma das maiores dificuldades encontradas na reciclagem de produtos e de seus materiais é a separação de ligas e mesclas íntimas de materiais, gerando custo de separação que muitas vezes inviabilizam os processos. (LEITE, 2003). A partir disto, a criação de um recipiente específico, tendo a funcionalidade apenas para o acondicionamento do óleo de fritura traz fatores positivos a sociedade e principalmente ao ambiente.

Já existem algumas empresas no Brasil que estão criando recipientes próprios para o armazenamento domiciliar do óleo de fritura. Como exemplo, o programa que foi feito na empresa Bioauto coletora de óleo de fritura na cidade de São Paulo. Foram criados os “Potes” com capacidade de armazenagem de 1,5 litros. Esses potes

inicialmente foram patrocinados e entregues como brinde a cada residência da região a ser coletada, neste caso a região de coleta abrangeu apenas alguns condomínios de São Paulo.

Iniciando o processo de coleta, o residente tem como função acondicionar o óleo de fritura nos Potes. Depois de atingida sua capacidade, segue com o pote até uma bombona central de armazenagem, alocada em um ponto estratégico e de acesso fácil a todos os moradores do condomínio (geralmente alocadas no mesmo espaço das lixeiras). Em seguida, o residente deve despejar o óleo de seu pote na bombona, e retornar com seu pote vazio a sua residência.

Após a bombona de armazenagem geral ter sua capacidade atingida, cabe ao agente coletor fazer a coleta da bombona central, e deixar uma bombona vazia no local para continuidade do processo. A figura 2.4 ilustra o processo de transbordo do resíduo para armazenagem na bombona, junto ao modelo do pote específico para acondicionamento do resíduo.



Figura 2.4:- Potes para armazenagem de óleo

Fonte: www.bioauto.com.br

O residente tendo em casa um recipiente específico para o acondicionamento do resíduo consumido no mês, não terá motivos para o descarte inadequado em ralos de pia e vasos sanitários. Um aspecto negativo, que deve ser considerado é o custo inicial para

implantação do sistema. Os potes custam em média R\$ 1,30 a unidade, ou seja, a quantidade de potes necessários para disponibilização a cada residente de uma cidade ou uma região de coleta gera um investimento inicial alto para a empresa coletora, (BOTTURA, 2008).

Ainda, como possível forma de transporte do resíduo coletado, são as Bio-Bikes. As Bio-bikes se constituem em uma alternativa para os carrinhos normalmente utilizados na coleta domiciliar de resíduos recicláveis. O projeto Bio-bike foi implantado na Penitenciária Central do Estado Mato Grosso, em Cuiabá, e envolve 12 reeducando que, capacitados por técnicos de empresas parceiras em soldagem, mecânica, pintura, serralheria e montagem, transformam bicicletas velhas em chamadas “Tricicletas” adaptadas para coleta de óleos residuais em residências. As “Tricicletas” possuem uma capacidade máxima de 50 litros de armazenagem de resíduo (Figura 2.5).



Figura 2.5. Tricicleta do projeto Bio-bike

Fonte: www.biobike.com.br

3. ROTEIROS DE VEÍCULOS PARA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES

O termo roteirização, embora não seja encontrado nos dicionários de língua portuguesa, tem sido utilizado como equivalente ao inglês “routing” (ou “routeing”) para designar o processo para a determinação de um ou mais roteiros ou sequências de paradas a serem cumpridos, com o objetivo de visitar um conjunto de pontos distintos geograficamente e pré-determinados (CUNHA, 2000).

Processos automáticos de programação de veículos e programação de roteiros têm sido uma das áreas de pesquisa operacional e modelagem matemática de grande desenvolvimento teórico e prático, em nível mundial. (ASSAD, 1988).

Quando a definição dos roteiros envolve não só aspectos espaciais ou geográficos, mas também temporais, tais como restrições de horários de atendimento nos pontos a serem visitados, os problemas são então denominados programação de rotas de veículos (CUNHA, 2000).

A programação de rotas de veículos é a definição de uma ou mais rotas a serem percorridas por veículos de uma frota, passando por locais que devem ser visitados. Estes locais podem ser pontos específicos, caracterizados como nós de uma rede ou segmentos de vias. Os segmentos de vias são denominados arcos ou ligações, (BRASILEIRO, 2004).

As rotas dos veículos podem ser definidas utilizando técnicas não matemáticas ou matemáticas. As técnicas não matemáticas são denominadas de métodos empíricos. As técnicas matemáticas utilizam algoritmos e a definição das rotas pode ser realizada por método manual ou computacional. No método computacional, o algoritmo é integrado a um software que faz o processamento dos dados com auxílio do computador, cruzando informações e gerenciando mapeamentos geográficos para identificação de rotas.

3.1. Problemas de Roteiros

Os problemas de roteiros de veículos podem ser classificados em três tipos de problema:

- Problemas de roteiro puro de veículos
- Problemas de Planejamento de viagens de veículos e tripulações
- Problemas combinados de roteiros e planejamento de viagens de veículos

3.1.1. Problemas de roteiro puro de veículos

O problema de roteiro puro de veículos é primariamente um problema espacial, onde as condicionantes temporais não são consideradas na geração dos roteiros para coleta e/ou entrega. Em alguns casos, a restrição de comprimento máximo da rota pode ser considerada.

Nesse tipo de problema, existe um conjunto de nós e/ou arcos que devem ser atendidos por uma frota de veículos. O objetivo é definir uma sequência de locais (a rota) que cada veículo deve seguir a fim de se atingir a minimização do custo de transporte. Os principais problemas de roteirização pura de veículos são (NARUO, 2003):

- Problema do caixeiro viajante

Consiste em determinar uma rota de mínimo custo que passe por todos os nós de uma rede exatamente uma vez. É um problema de cobertura de nós. Este problema admite que o indivíduo (ou veículo) que vai efetuar o roteiro não seja limitado por restrições de tempo, de capacidade, etc.

- Problema do carteiro chinês

Consiste em encontrar uma rota de percurso mínimo, dentro de uma área, passando ao longo de cada arco pelo menos uma vez. É um problema de cobertura de arcos. Situações frequentes que se inserem dentro deste contexto são: varrição de rua, serviços de endereçamento postal, coleta de lixo, etc.

- Problema de múltiplos caixeiros viajantes

É uma generalização do problema do caixeiro viajante onde há a necessidade de se levar em consideração mais de um caixeiro viajante (veículos). Todos os veículos na frota têm suas rotas iniciadas e terminadas em um único depósito comum a todos. Não há restrições no número de nós que cada veículo deve visitar exceto que cada veículo deva visitar ao menos um nó.

- Problema de roteiros em nós com um único depósito

É o problema mais clássico de roteirização de veículos. Existe quando há restrições de tempo ou capacidade dos veículos, e é uma extensão do problema do caixeiro viajante.

A determinação de itinerários dos veículos implica em se fazer entregas a partir de um depósito para vários pontos de parada, de forma a minimizar a distância total a ser percorrida por toda a frota. Cada ponto de parada é servido exatamente uma vez e, além disso, todos os pontos de parada devem ser designados para veículos, de tal maneira que a demanda total em qualquer rota não exceda a capacidade do veículo alocado para esta rota. A demanda em cada nó é assumida como sendo determinística e cada veículo possui capacidade conhecida.

- Problema de roteiros em nós com múltiplos depósitos

Generalização do problema anterior, em que uma frota de veículos está alocada em vários depósitos ao invés de apenas em um. Todas as outras restrições descritas com relação ao problema anterior também são aplicáveis.

3.1.2. Problemas de Planejamento de viagens de veículos e tripulações

- Os Problemas de Planejamento de viagens de veículos e tripulações podem ser considerados como problemas de roteiros com restrições adicionais relacionadas aos horários em que várias atividades devem ser executadas. Há um tempo

associado a cada tarefa a ser executada. Classificam os problemas desta categoria em dois grupos: (BODIN et al., 1983).

- Programação de veículos
- Programação de tripulações.

Estes dois tipos de problemas são essencialmente semelhantes, embora o problema de planejamento para dimensionamento de tripulações envolva restrições mais complexas como horário de parada para almoço e outros aspectos de natureza trabalhista.

Os principais problemas de Planejamento de viagens são (PELIZARO, 2000):

- Problema de planejamento de viagens com um único depósito

Consiste na participação dos nós (tarefas) de uma rede em um conjunto de caminhos, de modo que uma determinada função custo seja minimizada. Cada caminho corresponde a um veículo. Uma função objetivo que minimize o número de caminhos efetivamente minimiza os custos de capital desde que o número de veículos necessários seja igual ao número de caminhos.

- Problema de planejamento de viagens de veículos com restrições de comprimento de caminho.

Considera restrições de tempo máximo de viagem ou de distância máxima percorrida pelo veículo antes dele voltar para o depósito. Esta restrição é comumente encontrada na prática e corresponde a restrições de combustível, considerações de manutenção, etc.

- Problema de planejamento de viagens de veículos de vários tipos

Considera a possibilidade de que veículos com diferentes capacidades estejam disponíveis para realização das tarefas. É semelhante ao problema anterior.

- Problema de planejamento de viagens de veículos com múltiplos depósitos

Ocorre quando as tarefas podem ser realizadas por veículos a partir de mais de um depósito, e estes ao final do serviço retornam aos seus depósitos de origem.

Com relação à programação de tripulações, (NARUO, 2003) define os seguintes problemas:

- Problema de planejamento de viagens de pessoal em um local fixo

Consiste em encontrar um planejamento de viagens de trabalho que seja capaz de atender todas as necessidades de tarefas em todos os períodos de tempo. Assume-se que os trabalhadores são intercambiáveis, e que um determinado trabalhador possa ser deslocado ao final de cada período de tempo, e que outro possa ser alocado no início de cada período de tempo.

- Problema de planejamento de viagens veículos e tripulações no transporte público de massa.

Consiste em determinar a alocação ótima de veículos a um conjunto de viagens programadas de linhas, e determinar também as jornadas das tripulações, considerando que as trocas de serviço e de turno só podem ser realizadas em pontos específicos dos trajetos das linhas.

- Problema de planejamento de viagens de pessoal em turnos de revezamento

Caracteriza-se pelo planejamento de viagens diário, que varia de um dia para outro, havendo um rodízio de turno de pessoal, em função de restrições legais, trabalhistas, sindicais, de equalização de esforço de trabalho e outras. A necessidade de revezamento no cumprimento das tarefas ocorre pela necessidade de uma equalização da carga e das condições de trabalho para atividades que percebem a mesma remuneração.

3.1.3. Problemas combinados de roteiros e planejamento de viagens de veículos

Quando existe a ocorrência de aplicações com restrições de janelas de tempo (horário de atendimento) e de precedência de tarefas (coleta deve preceder a entrega e

ambas devem estar alocadas ao mesmo veículo), o problema pode ser visto como um problema combinado de roteirização e programação de veículos.

Os Problemas combinados de roteiros e planejamento de viagens de veículos é uma importante variação do Problema de Roteiros de Veículos. Neste tipo de problema, um número de pontos para atendimento tem uma ou mais janelas de tempo durante o qual o serviço pode ser executado.

Estes problemas combinados de roteiros e planejamentos de viagens de veículos frequentemente surgem na prática e são representativos de muitas aplicações do mundo real, como por exemplo: (BODIN et al., 1983):

- Problema de roteiros e planejamento de viagens de ônibus escolares para atendimento de um conjunto de escolas

Consiste em um número de escolas e cada uma delas possui um conjunto de paradas de ônibus com um dado número de estudantes vinculados a cada uma destas e uma janela de tempo correspondente aos horários de início e término do período escolar. O principal objetivo desse problema é minimizar os custos de transportes para os municípios.

- Problema de definição de roteiros e planejamento de viagens de serviços de coleta de resíduos domiciliares e de varrição de ruas

É semelhante ao problema do carteiro chinês, mas com restrições de capacidade dos veículos, de duração máxima da jornada e de janelas de tempo associadas aos horários de proibição de estacionamento, de forma a possibilitar a execução do serviço de varrição. Em geral, o objetivo consiste na minimização da frota ou em um objetivo correlato, como por exemplo, na minimização do tempo morto total, para uma frota conhecida.

- Problema de roteiros em atacadistas

Problema comum de roteirização logística, na qual é necessário associar os clientes (paradas) a serem atendidos a determinados veículos e numa sequência ótima, que minimize o custo total, respeitando as janelas de atendimento.

3.2. Definição de Roteiros de veículos com auxílio de Sistemas de Informações Geográficas para transportes (SIG-T)

Os Sistemas de Informações Geográficas – SIG podem ser definidos como uma coleção organizada de hardware, software, dados geográficos e alfanuméricos, projetados para eficientemente capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e apresentar informações referenciadas geograficamente.

De particular interesse para a Logística e os Transportes são os chamados SIG-T, Sistema de Informação Geográfica para Transportes. Neste contexto, uma das ferramentas para resolução de problemas de roteirização é o software TransCAD. É um Sistema de Informação Geográfica, aplicado à área de transportes, que incorpora, além das funções básicas de um SIG, rotinas específicas para soluções de problemas de logística, de pesquisa operacional e transportes em geral. Entre essas rotinas, o software possui um módulo específico que resolve diversos tipos de problemas de roteirização de veículos, atuando na fase preliminar de preparação dos dados, na resolução do problema de roteirização em si, na programação de veículos e na definição das rotas, tanto na forma de relatórios quanto na forma gráfica. (CALIJURI E ROHM, 1995).

4. METODOLOGIA

Para resolução dos problemas de roteiros foram realizadas as seguintes etapas metodológicas:

- Identificação da forma de trabalho
- Descrição e forma de utilização do instrumento para definição das rotas
- Procedimento para obtenção dos dados necessários
- Definição das rotas

4.1. Identificação da forma de trabalho

Portanto, para a pesquisa, dentre as opções existentes para a coleta do óleo residual de fritura, (ver figura 2.4), optou-se pela coleta porta a porta, tendo como meta a minimização de custo e tempo de coleta para esse tipo de resíduo. Assim, a proposta desta pesquisa é definir rotas para coleta porta a porta através de agentes coletores utilizando carrinhos de coleta manuais percorrendo a pé o cumprimento do roteiro de coleta.

As rotas de coleta têm como base (depósito) um veículo coletor (caminhão), que estaciona em um ou mais pontos na área de coleta. Este veículo coletor tem por função dar suporte aos agentes coletores, servindo de origem e destino na simulação das definições dos roteiros, e também, servir de armazenagem temporária para o resíduo coletado e transporte dos carrinhos manuais. Após o cumprimento do roteiro de coleta em uma região definida, o veículo coletor pode ser transferido a outro ponto de parada para sequência da coleta, ou mesmo seguir até a central de armazenagem, para transbordo do resíduo a partir do qual é feita a comercialização do óleo residual de fritura.

As restrições fundamentais para a definição das rotas de coleta porta a porta do óleo residual são:

- Volume de resíduo gerado por trecho de via.

- Tempo gasto de coleta, pelos agentes coletores para cada trecho de via

4.2. Descrição e forma de utilização do instrumento para definição das rotas

Para a definição das rotas do serviço de coleta porta-a porta do óleo residual optou-se pela utilização de um software SIG (TransCAD). O software TransCAD possibilita a definição de redes, fluxos de viagens, matrizes e tem uma série de algoritmos desenvolvidos para transporte, fornecendo uma funcionalidade adicional às tradicionais ferramentas disponíveis em um SIG. Ele também possibilita ao usuário comandos relativamente simples e uma linguagem de fácil compreensão (CAIRNS, 1998; SANTOS, 1999; NETO e LIMA, 2005). O módulo específico do TransCAD que trata de logística e roteirização permite resolver problemas de fluxos em redes, localização de instalações, definição de distritos, agrupamento de áreas e roteirização em arcos e em nós.

Para resolver o problema de roteirização de veículos no TransCAD, quatro passos podem ser seguidos (CALIPER, 1996):

1. Preparação da entrada de dados:

Criação arquivos geográficos que mostrem as localizações de cada depósito e cada ponto de parada (ou cada trecho de via a ser atendido), junto com as informações sobre a demanda e outras características de cada um desses pontos (ou trechos de vias);

2. Criação da matriz do roteiro

Criação de um arquivo matriz (matrix file) que contem a distância ou tempo de viagem entre cada par de pontos de parada (ou em cada trecho de via); é a criação de um banco de dados de rotas possíveis em arranjos de linhas e colunas

3. Resolução do problema de roteiro de veículos:

Definição das rotas mais eficientes para os veículos, em função dos dados fornecidos;

4. Apresentação dos resultados: relatórios de itinerários e mapas de rotas:

Apresentação dos relatórios de rotas de veículos com a qual se pode criar um sistema de rotas onde é possível visualizar os resultados no mapa.

4.3. Procedimento para obtenção dos dados necessários

Os dados necessários para a resolução do problema de definição de rotas são: arquivos geográficos que mostrem as localizações de cada depósito, cada ponto de parada (ou cada trecho de via) e informações sobre a demanda e outras características de cada um desses pontos (ou trechos de vias). Os procedimentos para obtenção desses dados são descritos a seguir.

4.3.1. – Características do sistema viário na área de estudo.

As características básicas do sistema viário para a definição das rotas são: comprimento, declividade e tipo de pavimento de cada trecho. Estes dados podem ser obtidos de mapa existentes na Prefeitura Municipal da cidade sendo preferíveis mapas digitalizados que possam ser facilmente incorporados a softwares SIG.

4.3.2 – Informações demográficas sobre a área de estudo

Para a estimativa do volume de óleo residual gerado e passível de ser coletado, é necessário que se conheça o número de moradores em cada trecho de via na área de estudo. Esta informação pode ser obtida de fontes como IBGE (2010), Prefeitura Municipal e Serviço de Abastecimento de Água da cidade. Se estes dados não estiverem disponíveis é preciso que sejam coletados *in-loco*, através de levantamento em todas as vias dentro da área de estudo.

4.3.3 – Estimativa da demanda (quantidade de resíduos gerados em cada trecho de via)

A estimativa da quantidade de óleo descartada foi feita com o uso de dados do IBGE e baseado em uma pesquisa realizada no Estado do Paraná, na cidade de Ponta Grossa-PR, por Madalozo (2008).

No estudo de Madalozo (2008) foram utilizados dados do IBGE e entrevistas domiciliares para estimativa do consumo mensal de óleo e do volume de rejeito. A Tabela 4.1 mostra os resultados obtidos estratificados por classe de renda familiar.

Tabela 4.1. Consumo Mensal de Óleo por Classe de Renda

Renda (Salários Mínimos/mês)	Consumo de óleo (litros/pessoa/mês)	Geração de rejeito (litros/pessoa/mês)	% de rejeito
0 a 1	1,12	0,19	17%
1 a 3	1,34	0,21	16%
3 a 5	0,95	0,24	25%
5 a 10	1,07	0,17	16%
Acima de 10	0,75	0,15	20%

O autor chegou ao valor médio de consumo de 0,937 litros por pessoa/mês. Este valor é próximo ao valor levantado pelo IBGE para o Estado do Paraná (0,861 litros por pessoa/mês). Quanto á quantidade de rejeito, o valor médio encontrado foi de 0,177 litros por pessoa/mês (cerca de 18,9% do consumo).

A Tabela 4.2 mostra os valores levantados na mais recente Pesquisa de Orçamentos Familiares divulgada pelo IBGE, referente aos anos 2002-2003 (IBGE, 2004).

Tabela 4.2. Consumo de óleo de fritura no Estado de São Paulo (2002-2003)

Tipo de óleo	Consumo (l/pessoa/ano)	Consumo (l/pessoa/mês)
Azeite de oliva	0,166	0,014
Óleo de girassol	0,181	0,015
Óleo de canola	0,251	0,021
Óleo de milho	0,399	0,033
Óleo de soja	7,587	0,632
Óleo não especificado	0,418	0,035
Outros óleos	0,024	0,002
Total	9,026	0,752

Portanto, para efeito desta pesquisa, considerou-se que o consumo médio de óleo por pessoa por mês é igual a 0,75 litros. Assim, o volume médio de rejeito de óleo por pessoa por mês foi considerado igual a 0,15 litros (cerca de 20% do total consumido, de acordo com os dados de Madalozo (2008)).

4.3.4. Estimativa do tempo gasto para realizar a coleta

Não foi encontrada na literatura qualquer informação sobre o tempo que os coletores de óleo gastariam em cada ponto de parada (residência ou prédio residencial). Assim, sugere-se que sejam utilizados dados sobre o tempo gasto para coleta de resíduos recicláveis. Como a coleta de recicláveis já é um procedimento mais usual pode-se facilmente obter as informações necessárias através das cooperativas que executam este serviço ou cronometrando-se os tempos *in-loco* para identificação do tempo de entrega do óleo residual do residente ao agente coletor.

Para a definição do tempo gasto de percurso em cada trecho de via, se fez uso de dados obtidos em revisões bibliográficas, que caracterizam a velocidade de percurso no ato de empurrar carrinhos de carga.

A partir do tempo de atendimento do residente ao agente coletor e o tempo gasto no percurso para atendimento as residências, se obteve o tempo total gasto pelo agente coletor em cada trecho de via.

4.4. Definição das rotas

A Ferramenta Arc Routing (roteirização em arcos) do TransCAD são classes de problemas que envolvem eficientes soluções de caminhos e viagens em redes de trabalho. O uso desta ferramenta possibilita um amplo cenário de aplicação para solução de problemas em varredura de ruas, coleta de resíduos sólidos urbanos e operações de transporte no modelo porta-a-porta, (CALIPER, 1996).

Na pesquisa, para a definição das rotas se fez uso desta ferramenta de roteirização em arcos, por ser a mais adequada para o problema abordado.

O ponto de estacionamento do caminhão de coleta é considerado como depósito (ponto de início e término das rotas). Este ponto pode ser definido arbitrariamente. Posteriormente, através da realização de diversas simulações e fazendo uso de uma ferramenta específica para identificação de alocação de depósitos, pode-se encontrar o local mais adequado do ponto de estacionamento (que minimize o número de rotas e os comprimentos e tempos de percurso nas rotas). A forma de percurso a pé a ser percorrida pelo agente coletor é de forma ziguezague, ou seja, faz o percurso em ângulos salientes e reentrantes alternados percorrendo os dois lados da via, atendendo todas as residências e prédios residenciais.

5. ESTUDO DE CASO

A região definida para o estudo de caso localiza-se na cidade de São Carlos – SP. São Carlos é uma cidade de médio porte, com população de cerca de 220 mil habitantes, segundo o Censo do IBGE realizado em 2010.

A Figura 5.1 mostra a área de estudo que inclui partes dos bairros Jardim Paulistano, Cidade Jardim, Chácara Casale e Jardim Luftalla. Esta área foi escolhida por possuir ocupação predominantemente residencial, com características urbanas diversificadas como: prédios residenciais e residências isoladas, trechos de vias com grande número de moradores e trechos com pequeno número de moradores, além de diferentes declividades de vias.



Figura 5.1: Região definida para estudo de caso

5.1. Informações demográficas sobre a área de estudo

A fonte básica para a obtenção do número de moradores em cada trecho de via foi o cadastro do SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Carlos. O SAAE possui um registro das ligações de água em cada trecho de via da cidade. No entanto, não há uma identificação do tipo de ligação (se é uma residência isolada ou um edifício de apartamentos). Portanto, foi necessária uma pesquisa de campo com o objetivo de identificar as ligações correspondentes a edifícios residenciais, e efetuar a contagem do número de apartamentos por edifício.

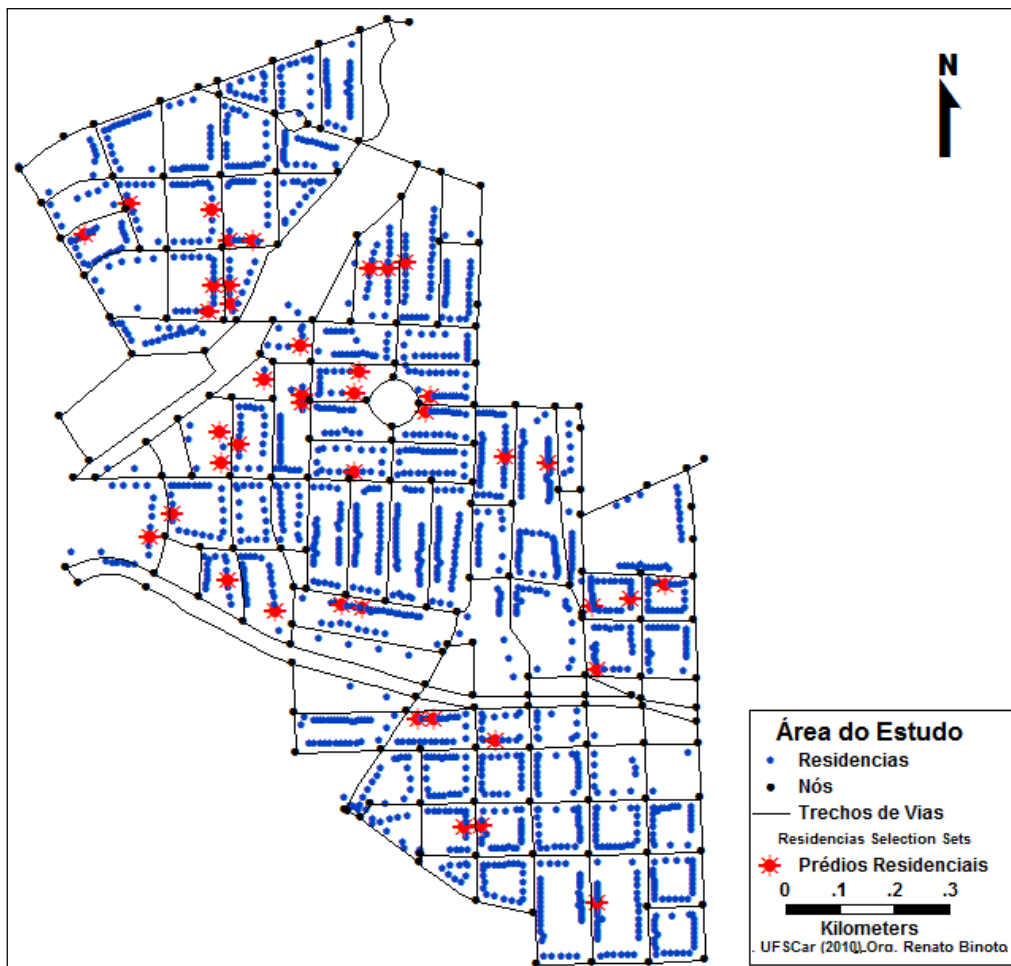


Figura 5.2: Localização das residências e edifícios residenciais na área de estudo

A Figura 5.2 mostra a área de estudo com a localização das residências (pontos para coleta do óleo residual). No total foram registradas 4.392 residências (incluindo imóveis térreos e apartamentos).

Para a estimativa do número de moradores em cada residência, considerou-se o número médio de residentes por unidade habitacional na cidade de São Carlos (3,32), de acordo com o Censo o IBGE realizado em 2010.

5.2. Estimativa da quantidade de óleo residual gerada em cada trecho de via

O Quadro 5.1 define o procedimento utilizado para a estimativa do volume e peso do óleo produzido por cada residência, seguindo a metodologia descrita no Capítulo 4.

Quadro 5.1. – Estimativa do volume e peso de rejeito de óleo por residência

- Consumo médio de óleo habitante por mês = 0,75 litros
- Volume médio de rejeito de óleo por habitante por mês = 0,15 litros
- Número médio de moradores por residência = 3,32
- Volume total de rejeito de óleo por residência por mês = 0,5 litros
- Densidade do óleo de fritura = 0,9 (kg/l) (ABIOVE)
- Peso do rejeito de óleo de fritura por residência por mês = 0,45kg

Para a estimativa da quantidade de óleo residual de fritura que deve ser coletada em cada trecho de via, considerou-se que todos os moradores da área de estudo participam do programa de coleta seletiva. No total, em toda a área de estudo, são produzidos aproximadamente por mês, 1.976.40 Kg de óleo residual.

A totalidade de carga a ser transportada pelo agente coletor foi determinada através da soma do peso do carrinho com o peso do óleo residual coletado. Portanto, com o levantamento do número de residências e prédios residenciais em cada trecho de via, seguido da quantidade de rejeito produzido por residência, foi possível a estimativa da quantidade de resíduo gerado em cada trecho de via.

5.3. Características topográficas do sistema viário da região

O levantamento das características topográficas da área de estudo foi feito com base no cadastro do SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Carlos, que contém a cota em cada interseção.

A Figura 5.3 mostra a distribuição de frequências das declividades dos trechos de vias.

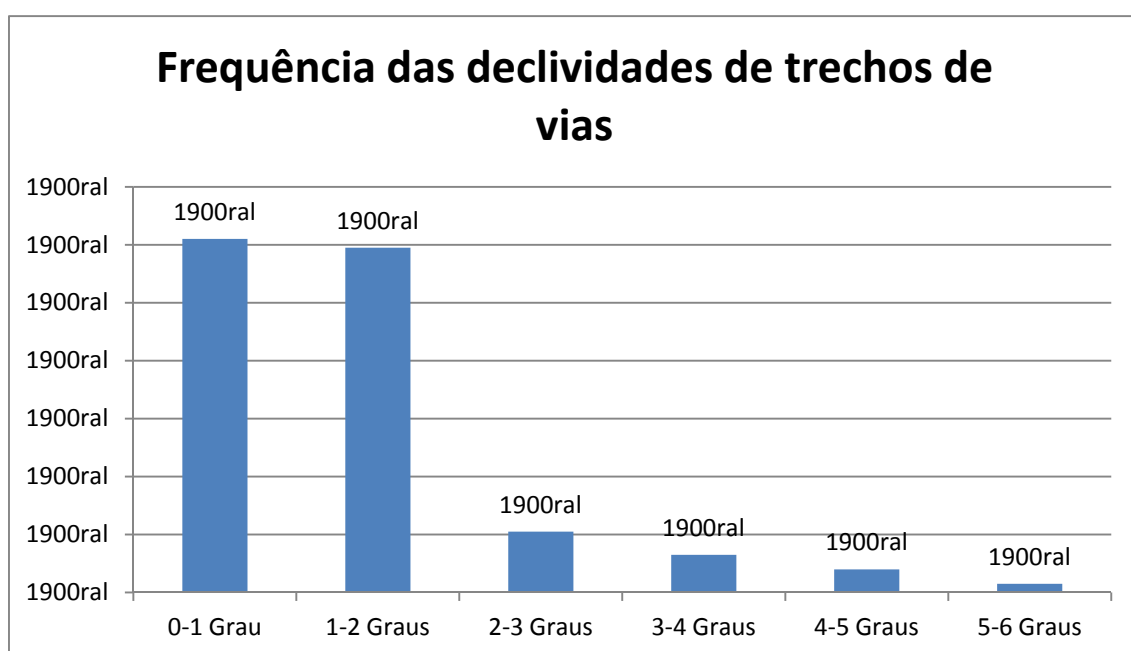


Figura: 5.3: Distribuição de frequências de declividades nos trechos de vias

Como pode ser observado na figura, o maior número trechos têm entre 0 e 2 graus de declividade, ou seja, pode-se considerar que a área de estudo não possui topografia acidentada. Ainda, devido à quantidade baixa de resíduo gerado por trecho de via, na pesquisa, não foi considerada a diminuição da capacidade máxima de carga do carrinho coletor. Portanto, se fez uso da mesma carga máxima do carrinho coletor a ser transportado independentemente do grau de declividade da via, porém o modelo pode surtir variação para estudos de coleta a outros resíduos.

5.4. Estimativa do tempo necessário para efetuar a coleta do óleo

Para a estimativa do tempo necessário para efetuar a coleta do óleo em cada trecho de via, foram considerados dois levantamentos de tempos sendo: o tempo de atendimento do residente ao agente coletor e o tempo de percurso do coletor em cada trecho de via.

A estimativa de tempo de atendimento do residente ao agente coletor foi feita através de um levantamento de campo com a cronometragem do trabalho de agentes coletores que realizam a coleta de resíduos sólidos no sistema porta-a-porta em São Carlos, SP. O levantamento de dados foi feito em dois dias sendo cronometrados os tempos de quatro agentes coletores, em 50 residências e 10 edifícios residenciais.

Foram consideradas, nesta cronometragem três situações distintas: (1) os agentes coletores são atendidos e recebem os resíduos, (2) os agentes coletores são atendidos, mas não recebem resíduos e (3) os agentes coletores não são atendidos (Tabela 5.1).

Tabela 5.1: - Tempos médios de Atendimento (em minutos)

	Atende e Entrega	Atende e não Entrega	Não Atende
Residências			
Tempo Médio	1,55	0,77	1,37
Desvio Padrão	0,43	0,70	0,38
Edifícios Residenciais			
Tempo Médio	3,93	0,0	-
Desvio Padrão	2,18	0,0	-

Segue maiores detalhes sobre a totalidade de tempos de coleta, no apêndice da pesquisa. Nos prédios residenciais foram cronometrados os tempos de coleta nas lixeiras centrais, geralmente alocadas em uma região de fácil acesso a todos os moradores. Para a identificação do tempo, foi cronometrado o tempo de atendimento ao agente coletor, seguido do tempo de coleta e transbordo do resíduo alocado nas lixeiras para o caminhão de coleta.

Como os tempos obtidos são bastante diferentes e não é possível se saber qual situação o coletor vai encontrar, optou-se por considerar um valor único para o tempo de atendimento das residências igual a 2 minutos e, para os edifícios, o tempo igual a 5 minutos. Para se calcular o tempo de coleta em cada trecho de via basta multiplicar o tempo por residência pelo número de residências e o tempo por edifício pelo número de edifícios existentes no trecho de via

Para a estimativa do tempo de percurso considerou-se a velocidade média de caminhada igual a 1,5km/h, com base no trabalho de CHAFFIN et al (2001). Estes autores sugerem que a velocidade para se empurrar um carrinho de mão em solo liso e sem declividade é cerca de 25% da velocidade normal de caminhada no mesmo tipo de terreno. Como pode ser observado na Figura 5.3, cerca de 85% dos trechos de vias na área de estudo têm menos de 2 graus de declividade. Assim sendo, para este estudo de caso, considerou-se toda a área como sendo plana.

Na área do estudo, se chegou a um tempo total de 4.731.4 minutos, ou seja, para cumprimento da totalidade de coleta nesta área é necessário este tempo de trabalho.

5.5. Preparação do banco de dados para definição dos roteiros de coleta

Nesta etapa da pesquisa, se fez a preparação do banco de dados para definição dos roteiros de coleta.

Cada linha da tabela mostrada na Figura 5.4 contém as informações referentes a um trecho de via, identificado na coluna ID. As demais colunas mostram as seguintes informações:

ID	Length	Dir	NAME	[Tempo coleta]	[Service Flag]	[Tempo Percurso]	[Tempo Total]	[Carga trecho de via]
1	0.10	0	RUA DR. ORLANDO DAMIANO	22.00	1	4.00	26.00	4.95
2	0.10	0	RUA ADOLPHO CATTANI	22.00	1	4.00	26.00	4.95
3	0.04	0	AV SAO CARLOS	0.00	0	1.60	0.00	0.00
4	0.09	0	RUA DOS INCONFIDENTES	0.00	0	3.60	0.00	0.00
5	0.23	0	AV FRANCISCO PEREIRA LOPES	4.00	1	9.20	13.20	0.90
6	0.10	0	RUA JACINTO FAVORETO	16.00	1	4.00	20.00	3.60
7	0.03	0	RUA LUIZ VAL TOLEDO PIZZA	8.00	1	1.40	9.40	1.80
8	0.09	0	RUA MIGUELA MARGARIDO	4.00	1	3.60	7.60	0.90
9	0.10	0	RUA CEZAR RICOME	6.00	1	4.00	10.00	1.35
10	0.04	0	AV DAS AZALEIAS	4.00	1	1.60	5.60	0.90
11	0.09	0	RUA MIGUELA MARGARIDO	4.00	1	3.60	7.60	0.90
12	0.10	0	RUA CAP ALBERTO MENDES JUNIOR	8.00	1	4.00	12.00	1.80
13	0.11	0	RUA JOSE DE ALENCAR	25.00	1	4.40	29.40	13.50
14	0.10	0	RUA DA ALEXANDRINA	8.00	1	4.00	12.00	1.80
15	0.40	0	RUA DA ALEXANDRINA	0.00	0	1.60	0.00	0.00
16	0.05	0	RUA SAO JOAQUIM	6.00	1	1.70	7.70	1.35
17	0.11	0	RUA ANTONIO BLANCO	28.00	1	4.40	32.40	14.40
18	0.13	0	RUA EUGENIO DE ANDRADE EGAS	6.00	1	5.20	11.20	1.35
19	0.08	0	RUA MIGUELA MARGARIDO	8.00	1	3.20	11.20	1.80
20	0.10	0	RUA LUIZ VAZ TOLEDO PIZZA	4.00	1	4.00	8.00	0.90
21	0.20	0	AV SAO CARLOS	36.00	1	8.00	44.00	20.25
22	0.16	0	RUA CEZAR RICOME	12.00	1	6.40	18.40	2.70
23	0.02	0	RUA DR CARLOS DE CAMARGO SALLES	4.00	1	8.00	12.00	0.90
24	0.21	0	RUA SALOMAO DIBBO	44.00	1	8.00	52.00	25.20
25	0.09	0	RUA EPISCOPAL	12.00	1	3.60	15.60	2.70

Figura 5.4: Parte do banco de dados para definição das rotas

- *Length:* comprimento do trecho (em quilômetros)
- *Dir:* número de mãos de direção (neste caso utilizou-se, para todos os trechos, o valor 0 que indica duas mãos de direção, já que os coletores podem percorrer os trechos de vias em ambas as direções)
- *NAME:* nome da rua à qual pertence o trecho
- *Tempo coleta:* tempo para coleta em cada trecho de via, (em minutos).
- *Service Flag:* indica se o trecho de via pertence à área de coleta (1) ou não pertence à área de coleta (0).
- *Tempo Percurso:* tempo gasto pelo coletor para percorrer o trecho de via (em minutos).
- *Tempo Total:* tempo total para coleta em um trecho de via em minutos (soma da coluna tempo coleta com a coluna Tempo Percurso)
- *Carga trecho de via:* indica a quantidade de resíduo a ser coletado no trecho de via (em kg)

Além do banco de dados das vias foi preparado também o banco de dados de nós. Neste *layer* é identificado o ponto de parada do caminhão coletor (origem e destino das rotas a serem definidas). A coluna *Depot* mostra valores iguais a zero para todos os nós, exceto aquele onde fica o ponto de parada, que recebe o número 1. A

coluna *workload* indica a carga de trabalho máxima em cada uma das rotas de têm início no *Depot*. No exemplo mostrado na figura o *workload* refere-se à carga máxima que o coletor pode transportar (em kg).

ID	Longitude	Latitude	Depot	workload
13	-47892540	-22003772	0	100.00
14	-47890543	-22004597	0	100.00
15	-47889539	-22004567	0	100.00
16	-47891575	-22003447	0	100.00
17	-47891566	-22003773	0	100.00
18	-47889763	-22003774	0	100.00
19	-47889587	-22003461	0	100.00
20	-47890620	-22002486	0	100.00
21	-47889601	-22002493	0	100.00
22	-47890563	-22003929	1	100.00
23	-47889583	-22003934	0	100.00
24	-47889584	-22003806	0	100.00
25	-47888620	-22003485	0	100.00
26	-47888625	-22003970	0	100.00
27	-47890627	-22001704	0	100.00
28	-47889600	-22001741	0	100.00
29	-47889499	-22000263	0	100.00

Figura 5.5:- Parte do banco de dados para definição do ponto de parada do veículo coletor

5.6. Definição das rotas de coleta

Para a definição das rotas de coleta dos agentes coletores servindo porta-a-porta, foi utilizada a ferramenta *Arc Routing*. Através dessa ferramenta, pode-se encontrar o menor caminho para realizar todo o serviço de coleta de resíduos.

Dentro do modelo de roteiro definido pelo software, se fez necessário a identificação de:

- Número mínimo de agentes coletores para a coleta do resíduo na área definida
- Uso das restrições de tempo e carga máxima de coleta.
- Localização de pontos de parada para o caminhão coletor no seu percurso de coleta. Pontos que serviram de origem e destino para os agentes coletores fazerem o cronograma de coleta.

5.6.1 Definição da demanda de mão de obra necessária para a coleta

Nesta etapa da pesquisa, se definiu a mão de obra necessária para cumprimento de coleta no roteiro.

Na área do estudo, foram identificados pontos de parada para o caminhão coletor, sendo origem e destino para os agentes coletores efetuarem a coleta. Portanto, foi considerada a demanda de mão de obra necessária para a coleta igual ao número de pontos de parada.

A definição desta demanda mínima a ser utilizada, limitou-se em duas restrições, sendo tempo total de coleta em cada rota e a capacidade máxima de carga a se empurrar e/ou puxar carrinhos de carga.

Nestes cenários foram analisados os tempos máximos em cada roteiro, seguido da restrição de carga máxima, a partir disto se pode identificar a demanda mínima respeitando os limites máximos impostos em cada restrição de coleta.

5.7. Localização dos Pontos de Parada

Um problema muito comum em transporte e logística, é determinar o melhor ponto de localização de estoques para otimização de roteiros de viagens. Problemas de localização como um todo tratam de decisões sobre onde localizar instalações, considerando clientes que devem ser servidos de forma a minimizar algum critério (LIMA, 2003).

No modelo adotado na pesquisa, o ponto de parada do caminhão coletor foi de suma importância para minimização de tempo e quilometragem de percurso. A escolha deste ponto de forma aleatória não permite a identificação de um ou mais pontos ótimos de parada, ou seja, comprometendo o roteiro ideal de coleta.

Perante esta situação, dentro do sistema roteirizador, se fez uso da ferramenta de localização de estoques específica para soluções deste tipo.

A aplicação do Modelo de localização de Instalações neste estudo refere-se aos procedimentos contidos no manual do TransCAD 3.0.

Para solucionar o problema de localização de instalações é preciso determinar seu objetivo: minimizar custos, maximizar lucros, ou outras opções. A escolha do objetivo determina todo o procedimento do modelo.

Quando o TransCAD resolve o problema de localização de instalações, ele compara o custo fixo mais baixo e os custos de operação potencialmente mais altos (ou lucro mais baixo) associados com a escolha de uma instalação existente com o mais alto custo fixo de adicionar uma nova instalação.

Para a pesquisa, foi utilizada a minimização de distância, portanto o critério utilizado pelo software para localização de pontos de parada foi de acordo com o menor percurso a ser utilizado pelos agentes coletores.

Para a preparação dos dados neste tipo de análise, inicialmente foi necessário criar uma matriz de roteirização. A matriz de roteirização é um arquivo de matriz (*matriz file*) que contem a distância ou o tempo de viagem. A matriz de custos e a matriz de roteirização são elaboradas após a implantação da rede de transportes. A partir destas matrizes são obtidas as distâncias (ou qualquer outra variável que implique em custos) entre os pontos existentes no arquivo geográfico.

Na matriz de roteirização, escolhe-se o que se quer minimizar: distância ou tempo. Para isso, a matriz conta com 2 (dois) modos diferentes de calcular distância ou tempo. A primeira por meio da rede de transporte e a segunda através de distâncias lineares entre nós.

A matriz gerada é uma matriz cuja diagonal principal tem valor 0 (zero). Esse valor é devido à matriz relacionando e minimizando a distância ou tempo, dependendo qual fator escolhido. No procedimento de geração da matriz de roteirização, ao realizar a minimização de roteiro para os trechos de via, distância ou tempo de um ponto de parada em relação a ele mesmo, o menor valor encontrado será o valor 0 (zero).

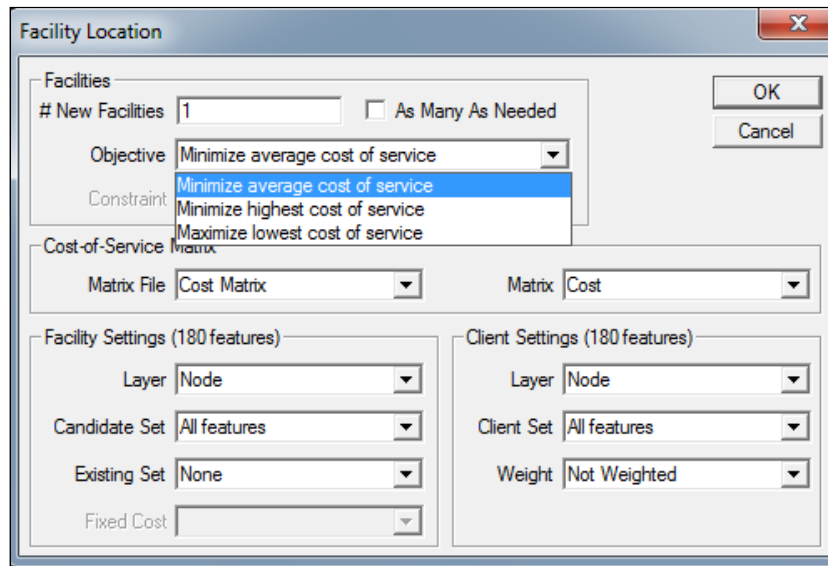


Figura 5.6:-Uso da Ferramenta FacilityLocation

Criada a matriz de distância, se permitiu o uso da ferramenta *Facility Location* para a identificação de um ou mais locais de parada do caminhão coletor, sendo pontos ótimos, minimizando distância de percursos de roteiros.

A figura 5.7 representa o mesmo banco de dados no layer de nós (ver figura 5.5), porém com o uso da ferramenta são inclusas as colunas a seguir.

- *Client ID*: são os nós correspondentes a cada ponto de parada, limitando distância de percurso.
- *Facility ID*: são os pontos identificados pelo software para identificação das paradas
- *Min cost*: representa o custo de distância, do ponto de parada em relação aos nós correspondentes. (em Km)

●	ID	Longitude	Latitude	Depot	workload	[Client ID]	[Facility ID]	[Min Cost]
	1	-47890451	-22008210	0	100.00	1	37	0.20
	2	-47889464	-22008195	0	100.00	2	170	0.10
●	3	-47890502	-22006402	0	100.00	3	4	0.10
●	4	-47889491	-22006385	1	100.00	4	4	0.00
	5	-47890566	-22003762	0	100.00	5	24	0.10
	6	-47890570	-22003419	0	100.00	6	24	0.11
	7	-47895681	-22003216	0	100.00	7	8	0.09
	8	-47895674	-22004040	0	100.00	8	8	0.00
	9	-47893530	-22003790	0	100.00	9	143	0.11
●	10	-47889518	-22005477	0	100.00	10	4	0.10
●	11	-47890521	-22005500	0	100.00	11	4	0.20
	12	-47893363	-22003588	0	100.00	12	143	0.09
	13	-47892540	-22003772	0	100.00	13	50	0.12
●	14	-47890543	-22004597	0	100.00	14	4	0.18

Figura 5.7:- Parte do Banco de Dados usando a Ferramenta *Facility Location*

Na figura 5.7, pode ser observada a identificação de cada nó na coluna *Facility ID* em relação ao nó sendo correspondente a esse ponto na coluna *Client ID*. Como exemplo, foram selecionados todos os *Clients ID*'s correspondente ao ponto de parada de *Facility ID 4*.

Após a identificação dos pontos de parada e seus nós correspondentes, pôde ser executada a seleção de vias alocadas a essa área selecionada. Isso se fez para efetuar a divisão da área de coleta em áreas menores. O número de divisões da área foi correspondente à demanda de mão de obra a ser utilizada, ou seja, foi feita a divisão das áreas de acordo com o numero de agentes coletores disponíveis para execução da coleta.

Segue figura exemplificando a funcionalidade do software permitindo a identificação da área selecionada

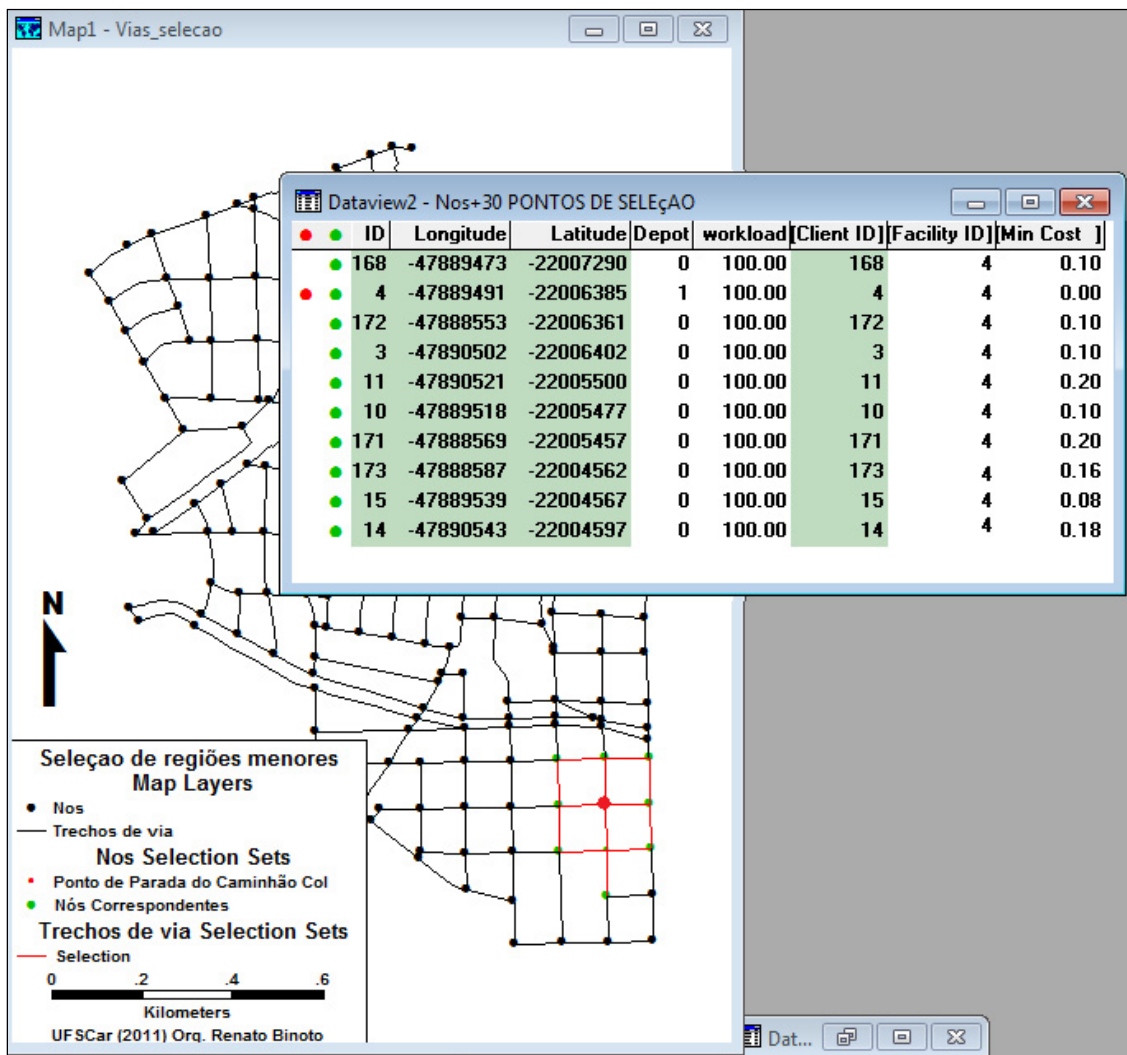


Figura 5.8:- Nós Correspondentes a divisão da área em 24 pontos de paradas.

Na seleção de vias, foi feita exportação do arquivo e identificada à base de dados pertencente à região selecionada. Base de dados semelhante à mostrada na figura 5.4. Feito isto, se permitiu o levantamento do tempo total gasto pelos agentes coletores em cada rota, seguido da quantidade de resíduo a ser coletado, através da somatória das colunas de tempo total e carga por trecho de via.

5.8. Resultados

Nesta etapa do estudo, se fez a análise dos resultados obtidos dentro das simulações nos cenários adotados.

5.9. Simulações de Roteiros de coleta

Inicialmente, foram definidas demandas de mão de obra necessária para efetuar a coleta, de forma aleatória. Posterior a isso com os resultados obtidos, se permitiu identificação do número mínimo de agentes coletores a serem responsáveis pela totalidade de coleta na área escolhida. Segue os cenários estudados a seguir:

5.9.1 Primeiro cenário

Na primeira simulação da área do estudo, se fez uso de 10 (dez) agentes coletores para cumprimento do roteiro de coleta. Portanto, a área foi dividida em 10 regiões menores vinculadas a cada ponto de parada definidos pelo software.

Na figura 5.9, podem ser observados os 10 pontos de parada do caminhão sendo origem e destino para os agentes coletores efetuarem a coleta.

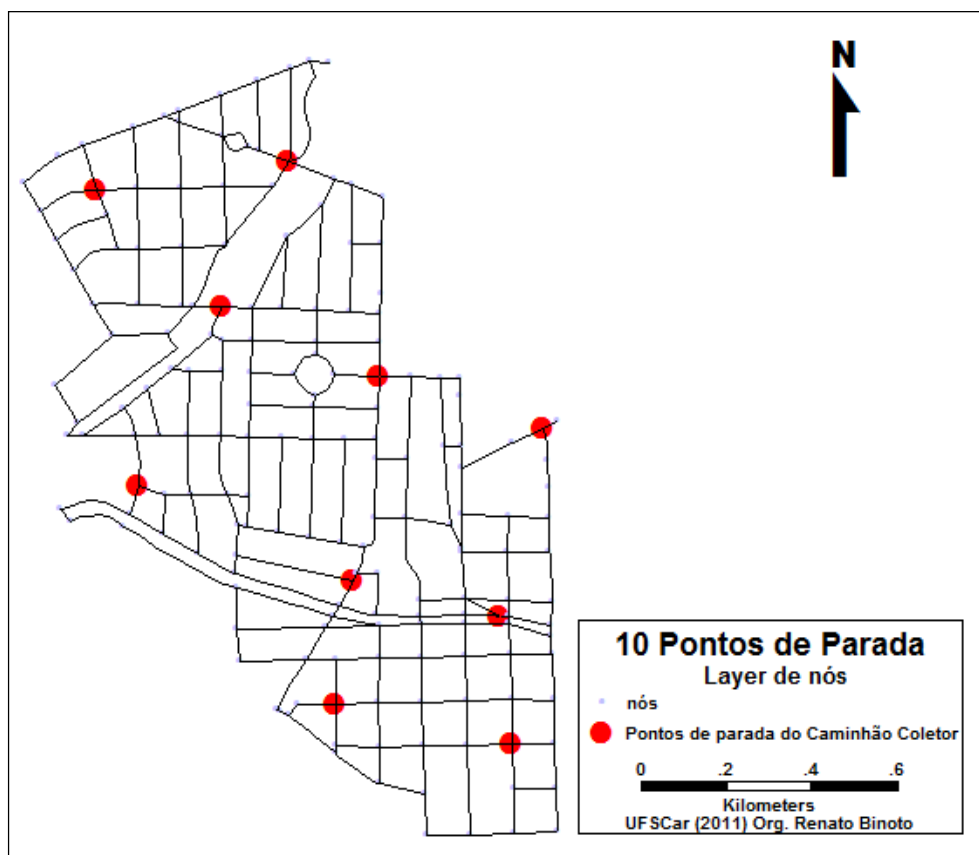


Figura 5.9:- Cenário com 10 Pontos de Parada

Como mostrado na tabela 5.2, o uso de apenas 10 (dez) agentes coletores, não se fez possível para a coleta na região definida. O tempo de coleta em cada rota foi em média de 7.8 horas trabalhadas e a carga a ser coletada em cada roteiro ultrapassou o limite de carga do carrinho de coleta.

Tabela 5.2:- Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada em 10 Rotas

Rotas	Tempo/ Rota (min)	Quantidade /Rota (kg)
Rota 1	486	221,7
Rota 2	489	218,3
Rota 3	484	219,3
Rota 4	479	217,2
Rota 5	483	213,8
Rota 6	488	202,5
Rota 7	461	190,8
Rota 8	472	206,9
Rota 9	455	157,2
Rota 10	434	128,7
<i>Totais</i>	<i>4731min</i>	<i>1976,40 kg</i>

Depois de realizadas as simulações, verificou-se que há a possibilidade de efetuar a divisão do roteiro de coleta, onde, depois de atingida a capacidade de carga do carrinho, o agente coletor retorna até o ponto de origem faz o transbordo do resíduo e retorna a região de coleta para dar continuidade à coleta, porém o tempo de coleta seria ainda maior, fato que inviabiliza esta demanda de mão de obra para o roteiro.

5.9.2 Segundo cenário

Na segunda situação se fez uso de 20 (vinte) agentes coletores, ou seja, a área de coleta apresentou 20 pontos de parada e foi dividida em 20 áreas menores de acordo com os nos vinculados a cada ponto.

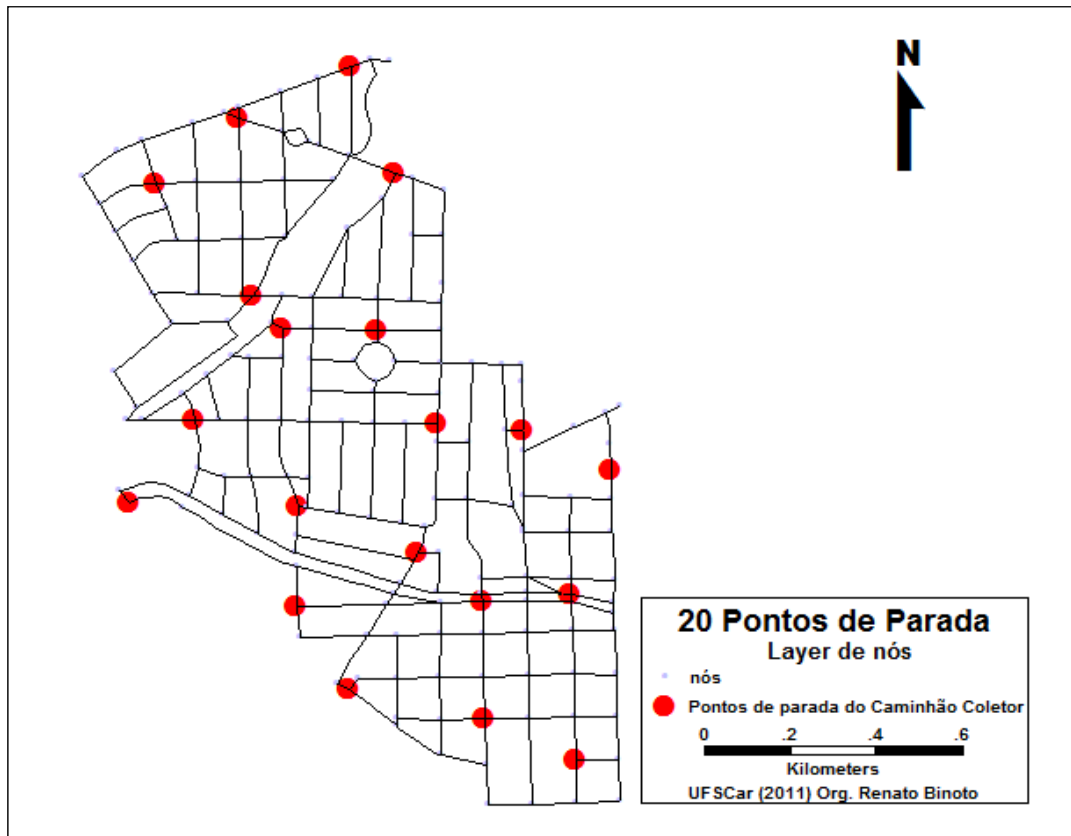


Figura 5.10:- Cenário com 20 Pontos de Parada

Novamente foi somada a base de dados nas colunas de tempo total e carga por trecho de via. Perante isto, pôde ser observado na tabela 5.3, que o uso de apenas 20 agentes coletores, não se fez possível para a coleta na região definida. O tempo de coleta em cada rota foi em média de 4 horas trabalhadas e a carga a ser coletada em cada roteiro ultrapassou o limite de carga do carrinho de coleta.

Neste caso também poderia ser feita a divisão da rota para cumprimento do roteiro, porém o tempo de coleta seria ainda mais acrescido na carga de trabalho do agente coletor.

Tabela 5.3:- Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada em 20 Rotas

Rotas	Tempo/ Rota (min)	Quantidade/ Rota (kg)
Rota 1	242	109,3
Rota 2	249	105,6
Rota 3	236	110,3
Rota 4	235	105,3
Rota 5	236	102,9
Rota 6	236	100,6
Rota 7	241	109,8
Rota 8	235	87,3
Rota 9	238	106,6
Rota 10	236	108,3
Rota 11	241	109,6
Rota 12	238	90,6
Rota 13	244	102,9
Rota 14	245	83,5
Rota 15	235	112,9
Rota 16	233	89,9
Rota 17	236	102,9
Rota 18	233	73,3
Rota 19	229	86,6
Rota 20	213	78,2
<i>Totais</i>	<i>4731 min</i>	<i>1976,40 kg</i>

5.9.3 Terceiro cenário

Chegou-se a este cenário, através de simulações a partir dos 20 pontos de parada definidos acima. Buscou-se a demanda mínima necessária de mão de obra que não ultrapassasse os limites impostos dentro das restrições de coleta utilizadas na pesquisa. Perante estas simulações neste cenário, Foram identificados 24 (vinte e quatro) pontos de parada sendo o número mínimo da mão de obra necessária para efetuar a coleta.

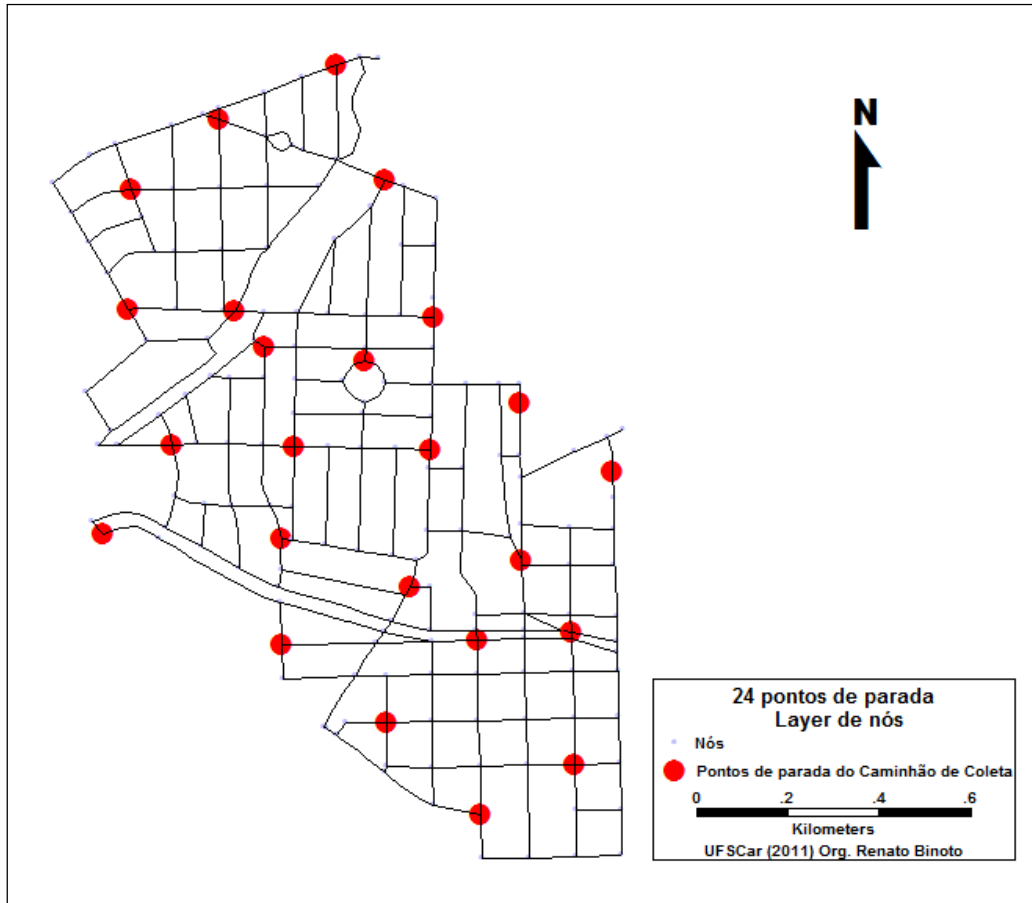


Figura 5.11:- Cenário com 24 Pontos de Parada

A partir deste cenário, se fez possível a simulação de roteiros de coleta, respeitando as restrições. O tempo de coleta em cada rota foi em média de 3 horas trabalhadas, e a carga a ser coletada em cada roteiro não ultrapassou o limite de carga do carrinho de coleta. Segue dados de roteiros na tabela 5.4:

Tabela 5.4:- Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada em 24 Rotas

Rotas	Tempo / Rota (min)	Quantidade / Rota (Kg)
Rota 1	204	92
Rota 2	196	88
Rota 3	198	79
Rota 4	193	83
Rota 5	195	81
Rota 6	192	87
Rota 7	198	91
Rota 8	193	82
Rota 9	199	73
Rota 10	198	83
Rota 11	197	79
Rota 12	201	81
Rota 13	196	82,3
Rota 14	203	84
Rota 15	199	91
Rota 16	198	96
Rota 17	202	72,5
Rota 18	199	78
Rota 19	196	78,6
Rota 20	198	85
Rota 21	196	78
Rota 22	199	82
Rota 23	198	78
Rota 24	183	72
<i>Totais</i>	<i>4731min</i>	<i>1976,40 kg</i>

5.10. Divisão da Região em quatro Áreas de coleta

Após ter sido definido a demanda de agentes coletores necessários para cumprimento do roteiro e os pontos de parada do caminhão coletor, se deu início as simulações em uma nova situação.

Foi estudada a possibilidade de efetuar a coleta dividindo a região do estudo em 4 áreas menores, minimizando distância de percurso. Dentro de cada divisão foram alocados os 24 pontos de parada e definida a mão de obra necessária em cada área.

Essa divisão foi efetuada da mesma forma como observado na figura 5.8, minimizando a distância de percurso para os agentes coletores.

Segue figura ilustrando as 4 áreas de coleta e os 24 pontos de parada alocados.

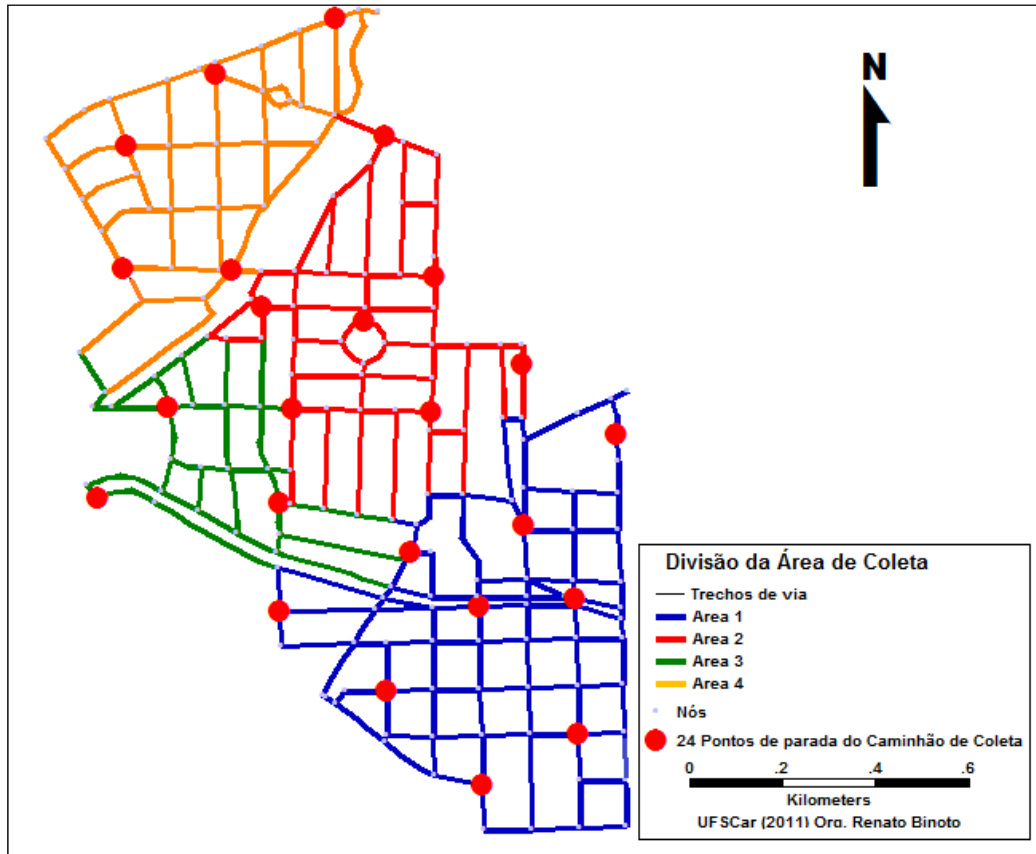


Figura 5.12:- Alocação dos pontos de parada nas 4 Áreas de coleta

A divisão da área foi definida em 4 (quatro) áreas, simulando o método tradicional das cooperativas de coleta seletiva, onde geralmente passam uma vez por semana em certa região da cidade para efetuar a coleta seletiva de resíduos sólidos.

Rotas de Coleta na Área 1

De acordo com a figura 5.13, representando a área 1 de coleta, podem ser identificados os pontos de parada que estão alocados ao cenário. Portanto, nesta área, se fez necessária a demanda de nove agentes coletores para o cumprimento do roteiro de coleta.

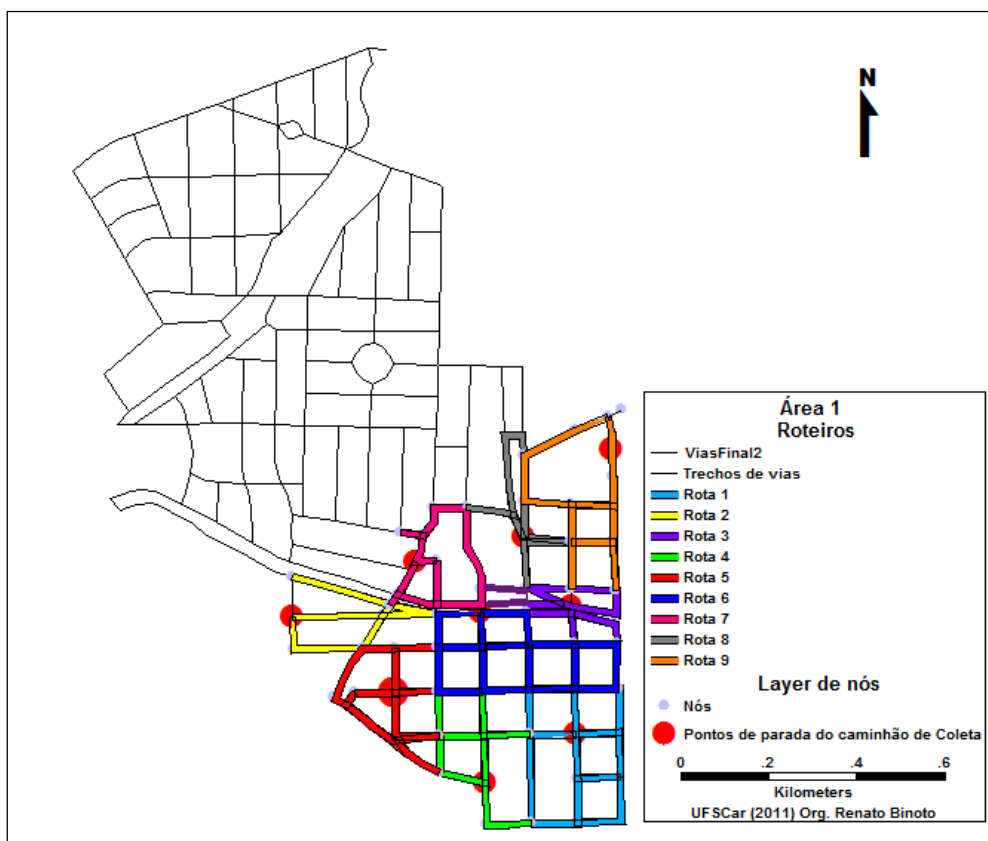


Figura 5.13:- Área 1 com 9 rotas

Segue tabela 5.5 com a identificação do tempo gasto em cada rota, seguido da quantidade de resíduo coletado

Tabela 5.5:- Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada na Área 1

Rotas	Tempo / Rota (min)	Quantidade / Rota (kg)
Rota 1	204	83
Rota 2	196	72
Rota 3	198	81,1
Rota 4	193	79
Rota 5	195	82
Rota 6	192	76
Rota 7	198	81
Rota 8	194	65,1
Rota 9	186	71
<i>Totais</i>	<i>1756 min</i>	<i>690,20 kg</i>

Rotas de Coleta na Área 2

Já para a segunda situação, pode ser observada a figura 5.14 e com a alocação das rotas, se fez necessária a demanda de sete agentes coletores para o cumprimento do roteiro de coleta.

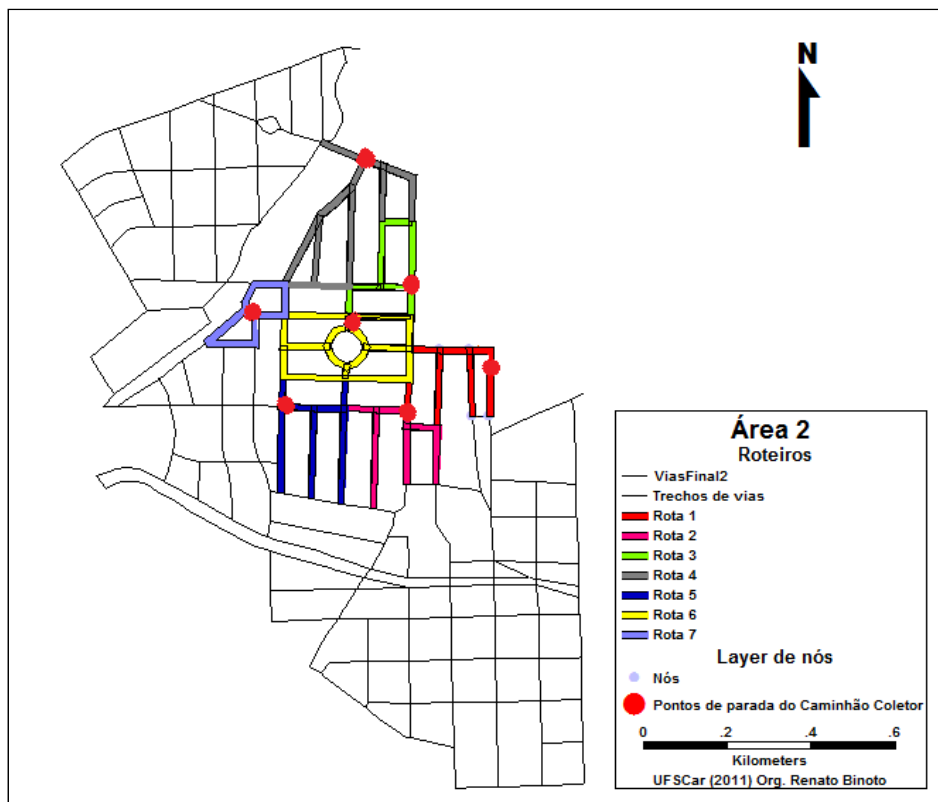


Figura 5.14:- Área 2 com 7 rotas

Segue tabela 5.6 com a identificação do tempo gasto em cada rota, seguido da quantidade de resíduo coletado.

Tabela 5.6:- Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada na Área 2

Rotas	Tempo / Rota (min)	Quantidade / Rota (kg)
Rota 1	195	78
Rota 2	194	81
Rota 3	191	91
Rota 4	196	82
Rota 5	192	79
Rota 6	196	74
Rota 7	187	78
<i>Totais</i>	<i>1351min</i>	<i>563 kg</i>

Rotas de Coleta na Área 3

Na terceira situação, pôde ser observada a figura 5.15 e com a alocação das rotas, se fez necessária a demanda de três agentes coletores para o cumprimento do roteiro de coleta.

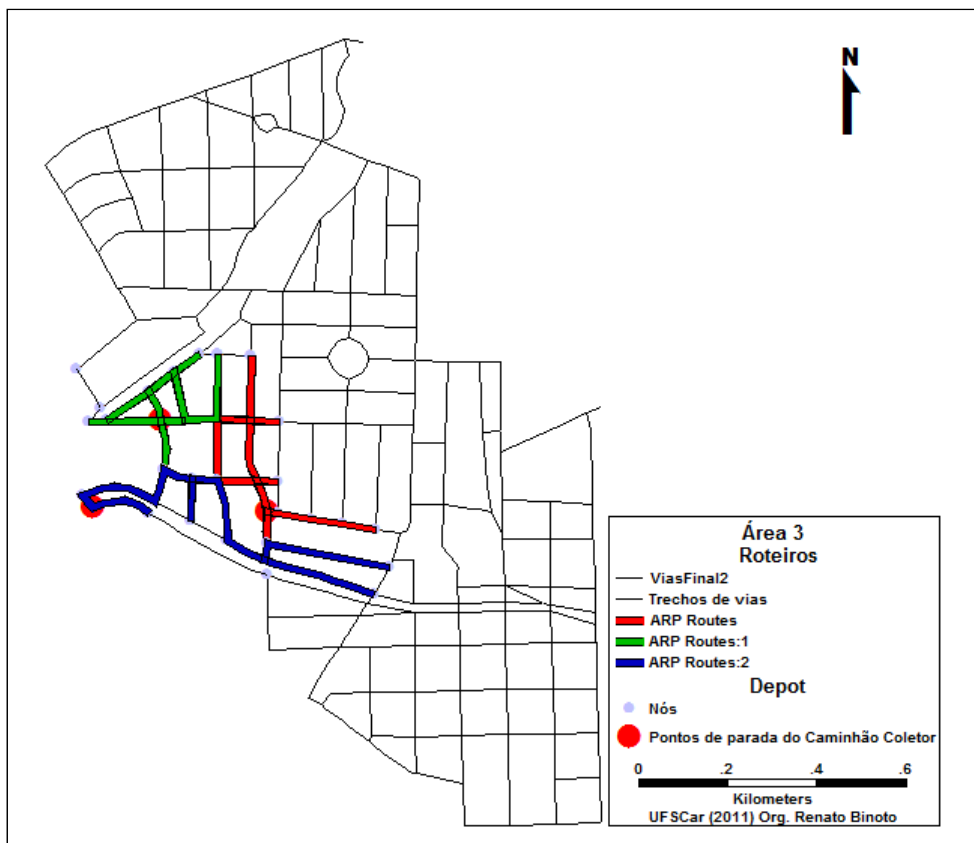


Figura 5.15:- Área 3 com 3 rotas

Segue tabela 5.7 com a identificação do tempo gasto em cada rota, seguido da quantidade de resíduo coletado.

Tabela 5.7:- Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada na Área 3

Rotas	Tempo / Rota (min)	Quantidade / Rota (kg)
Rota 1	201	97
Rota 2	199	96
Rota 3	197	94
<i>Totais</i>	<i>597 mim</i>	<i>287 kg</i>

Rotas de Coleta na Área 4

Para a quarta e última área, pode ser observada a figura 5.16 e com a alocação das rotas, se fez necessária a demanda de cinco agentes coletores para o cumprimento do roteiro de coleta.

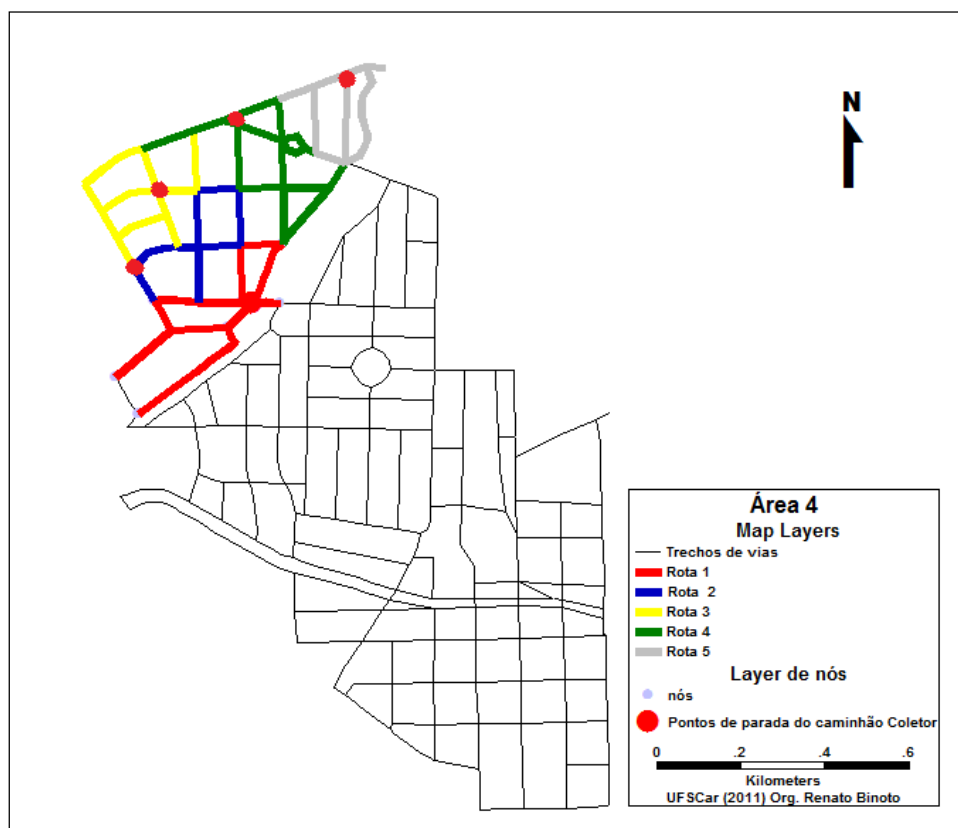


Figura 5.16:- Área 4 com 5 rotas

Segue tabela 5.8 com a identificação do tempo gasto em cada rota, seguido da quantidade de resíduo coletado.

Tabela 5.8:- Identificação de Tempo Gasto e Quantidade Coletada na Área 4

Rotas	Tempo / Rota (min)	Quantidade / Rota (kg)
Rota 1	206	87
Rota 2	208	89
Rota 3	206	86
Rota 4	205	88
Rota 5	202	86.2
<i>Totais</i>	<i>1027 min</i>	<i>436.20 kg</i>

5.11. Resultados das Simulações

Uma vez concluída a execução das simulações nos cenários adotados, pôde ser feita uma análise de desempenho do software para determinação de rotas. Foram considerados os resultados obtidos na execução do modelo, identificando a demanda necessária de agentes coletores para cumprimento do roteiro, seguido da menor distância de percurso e tempo de coleta para execução do serviço.

Para a identificação da demanda de mão de obra a ser utilizada para a coleta respeitando as restrições de tempo e o limite de carga máxima a ser empurrado ou puxado, se conclui que é necessário no mínimo 24 agentes coletores para efetuar a coleta na área definida para o estudo.

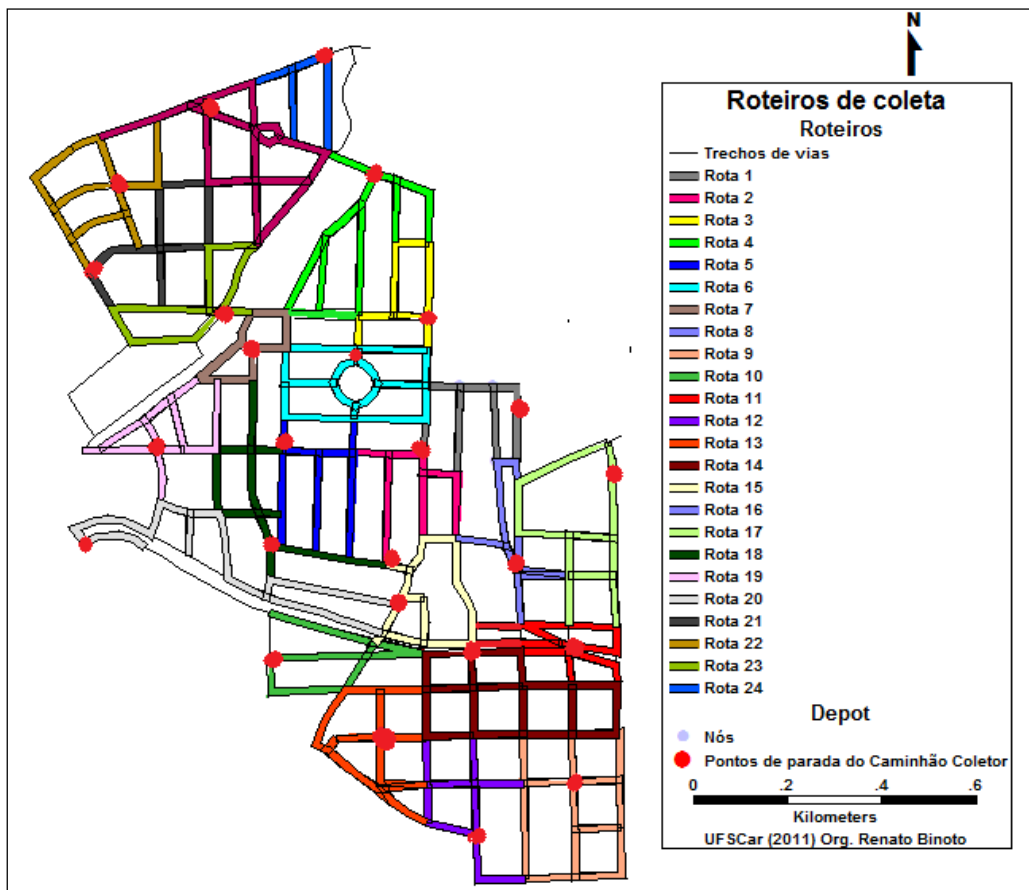


Figura 5.17:- Identificação de rotas de coleta para 24 pontos de parada

No uso das duas restrições, se pôde perceber que quanto maior o número de paradas do caminhão coletor, menor a distância percorrida pelos agentes coletores e menor o tempo gasto para efetuar a coleta em cada roteiro. Porém a demanda de mão de obra equivale aos pontos de parada do caminhão de coleta. Portanto deve se trabalhar com um número mínimo de agentes coletores necessários para o roteiro.

Tabela 5.9:- Média de tempo e quantidade pelo número de pontos de parada

Pontos de parada	Tempo total/ agente (min)	Tempo aproximado em horas/ Rota	Quantidade Total coletada/ agente (kg)
10	473.1	8	197.64
20	236.5	4	98.82
24	197.1	3	82.35

Neste cenário tradicional de cooperativas de coleta seletiva, a área que mais demandou mão-de-obra (área 1), apresentou uma demanda necessária de 9 agentes coletores para cumprimento do roteiro de coleta, demanda na qual pôde ser utilizada nas outras três áreas restantes para execução do serviço. Na tabela 5.10, observada a seguir, pôde ser identificada a demanda de mão-de-obra em cada rota, seguido do tempo médio de coleta e quantidade de resíduo coletado por rota.

Tabela 5.10:- Demanda de Mão de obra, tempo e quantidade por rota

Divisões de áreas	Pontos de parada	Tempo total/ Área (min)	Tempo aproximado em horas/ Rota	Quantidade Total coletada/ Área (kg)
Área 1	9	1756	3	690.20
Área 2	7	1351	3	563
Área 3	3	597	3	287
Área 4	5	1027	3	436.20

O TransCAD é um software que resolve o problema de roteirização em arco, exhibe relatórios de saída de dados e o sistema de rota. A visualização da rota na tela não se apresenta de uma forma clara, sendo então, indispensável à consulta ao relatório de

itinerário quando se deseja obter mais detalhes sobre a rota do veículo no setor de coleta. Para efeito de ilustração, segue figura com itinerário criado pelo software.

rota id 43 - Bloco de notas

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda

Itinerary Report

ROUTE 1 : depot/district 4366
 Deadhead Cost : 0.00
 # Deadhead Links : 0 (out of 26 links)
 # Left Turns : 5
 # Right Turns : 11
 # U-Turns : 6
 # straight Turns : 3
 Turn Penalty Cost: 0.00

No.	Movement	Street_Name	Service
1	Start West on	RUA JACINTO FAVORETO	Yes
2	Right on	RUA ACHILE BASSI	Yes
3	Right on	RUA CEZAR RICOME	Yes
4	Right on	RUA 9 DE JULHO	Yes
5	Left on	RUA JACINTO FAVORETO	Yes
6	Right on	RUA EPISCOPAL	Yes
7	U-turn on	RUA EPISCOPAL	Yes
8	Right on	RUA JACINTO FAVORETO	Yes
9	U-turn on	RUA JACINTO FAVORETO	Yes
10	Right on	RUA EPISCOPAL	Yes
11	Right on	RUA CEZAR RICOME	Yes
12	U-turn on	RUA CEZAR RICOME	Yes
13	Left on	RUA EPISCOPAL	Yes
14	Right on	RUA JACINTO FAVORETO	Yes
15	Left on	RUA 9 DE JULHO	Yes
16	Right on	RUA ADOLPHO CATTANI	Yes
17	U-turn on	RUA ADOLPHO CATTANI	Yes
18	Left on	RUA 9 DE JULHO	Yes
19	Continue on	RUA 9 DE JULHO	Yes
20	Right on	RUA CEZAR RICOME	Yes
21	U-turn on	RUA CEZAR RICOME	Yes
22	Continue on	RUA CEZAR RICOME	Yes
23	Left on	RUA ACHILE BASSI	Yes
24	Continue on	RUA 9 DE JULHO	Yes
25	U-turn on	RUA 9 DE JULHO	Yes
26	Right on	RUA JACINTO FAVORETO	Yes

Figura 5.18:- Itinerário de coleta

Pôde-se perceber que o SIG é perfeitamente aplicável para este tipo de estudo, pois conseguiu demonstrar reduções significativas na operação de coleta entre os cenários do estudo em termos de tempo e quantidade de resíduo coletado em relação a demanda de agentes coletores. Ainda, o software permite roteiros ideais de coleta minimizando a distância de percurso.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi estudado, para se desenvolver o modelo de Logística Reversa para os bens de pós-consumo, visando à reciclagem, é primordial o uso de uma ferramenta de roteirização de auxílio a identificação dos roteiros e tempos mínimos para execução do serviço de coleta seletiva porta-a-porta.

Percebe-se que as competências necessárias às cadeias para que atuem com os fluxos reversos apresentam especificidades, que exigem uma atenção constante a aspectos que não são tratados na logística tradicional, tais como: origem dispersa, oscilação na disponibilidade do produto, volume baixo por origem e decisão sobre uso de fluxos próprios ou compartilhados. Isto determina o desenvolvimento das competências específicas discutidas.

Foi analisado na pesquisa, que a destinação final inadequada do óleo residual de fritura traz grandes problemas ao meio ambiente. Por outro lado, fazendo um processo reverso, podem-se oferecer oportunidades de reciclagem ou reuso ao resíduo gerado, incentivando diversas outras operações, que são capazes de trazer resultados positivos social, econômico e ao meio ambiente.

Diante desta situação, através do modelo de coleta proposto, fazendo uso de pontos de parada do veículo coletor que foram simulados, se criou um modelo de coleta seletiva do óleo residual de fritura, com a necessidade de um número mínimo de agentes coletores que executaram o serviço através de carrinhos manuais seguindo roteiros a pé, em um tempo de percurso mínimo para o cumprimento do roteiro.

Para o levantamento de dados do estudo, foram encontradas algumas limitações, tais como, a falta de material publicado para a revisão bibliográfica de coleta seletiva porta-a-porta em relação ao tipo de resíduo estudado, característica de transbordo e transporte para o resíduo, características ergonômicas para o trabalho do agente coletor.

Pôde-se perceber que o SIG é perfeitamente aplicável para este tipo de estudo, pois conseguiu demonstrar reduções significativas na operação de coleta entre os cenários do estudo em termos de tempo e quantidade de resíduo coletado em relação a demanda de agentes coletores. Ainda, o software permite roteiros ideais de coleta minimizando a distância de percurso.

Na pesquisa se fez uso de 100% da participação da população, e mesmo assim o volume de resíduo gerado por trecho de via foi relativamente baixo. Como sugestão para trabalhos futuros, seria interessante criar um banco de dados de informações reais de alguma localidade a ser estudada, sobre a participação da população para a doação ou venda deste tipo de resíduo aos agentes coletores, possibilitando criar um sistema de coleta de acordo com o volume de óleo disponibilizado, determinando a demanda necessária de agentes coletores de acordo com a participação da sociedade em sistemas de coleta.

Ainda, identificar formas de atendimentos ideais a agentes coletores para minimização de tempos de coleta e atendimento ao agente coletor no método porta-a-porta. Como foi estudado, o fator atendimento é de grande importância a este sistema de coleta.

REFERÊNCIAS

- ANP, Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível., Ministério de Minas e Energia. Disponível em: www.anp.gov.br/estatisticas. Acesso em Janeiro de 2009.
- ANVISA, **Alimentos - Informa Técnico nº 11**. 5 de outubro de 2004. Óleos e Gorduras Utilizados em Frituras. Disponível em www.anvisa.gov.br/alimentos/informes. Acesso em Outubro de 2009.
- ASSAD, A. A. **Modeling and implementation issues in vehicle routing**. In: Vehicle Routing: Methods and Studies, B.L.Golden A.A.Assad (eds), Amsterdam, (1988).
- ABIOVE, Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. – Soja Brasil. Disponível em: http://www.abiove.com.br/menu_br.html. Acesso em Setembro de 2009.
- ANPET. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte. Disponível em: <http://www.anpet.org.br/anpet/index.php>. Acesso em Julho de 2009.
- BALLOU, R. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial**. 4 cd. Porto Alegre: Bookman, (2001).
- BODIN, L.; GOLDEN, B.; ASSAD, A. e BALL, M. **Routing and Scheduling of Vehicles and Crews. The State of the Art. Computers and Operations Research**, v. 10, p. 63-211, (1983).
- BORGES, A.C. “**Topografia**”, Volumes 1 e 2, Editora Edgard Blucher Ltda., São Paulo. (1987), P. 13, 14, 15 e 16.
- BOWERSON, D. J; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial**. O Processo de integração da cadeia de Suprimento. São Paulo. Atlas, (2001).
- BRASIL. (2001) Resolução CONAMA nº 275, 25 de abril de 2001. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, acesso em março de 2009.
- BRASIL. (2000) Ministério do Trabalho e Emprego. Norma regulamentada LEI nº NR 17 - Ergonomia (117.000-7) Disponível em: www.mte.gov.br. Acesso em Fevereiro de 2009.
- BRASILEIRO, L. A. **Análise do Roteamento de Veículos na Coleta de Resíduos Domésticos, Comerciais e de Serviços de Saúde**. Tese de Livre-Docência, Universidade Estadual Paulista, (2004), 94 p. Ilha Solteira.
- BOTTURA W. J. Bioauto SP Ind. Com. Biodiesel Ltda, características dos Potes Específicos para armazenagem do óleo Residual de Fritura. Disponível em: www.bioauto.com.br. Acesso em Agosto de 2009.
- CALIPER CORPORATION. **Routing and Logistics with TransCAD 3.0**, (1996).

- CALIJURI, M.L.; RÖHM, S.A. **Sistemas de informações geográficas**. Viçosa : CCET/DEC - Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 34p, (1994).
- CANADIAN CENTRE FOR OCCUPATIONAL HEALTH & SAFETY. CCOHS. Canadian federal government agency. Disponível em <http://www.ccohs.ca/>. Acesso em Março de 2009
- CARRANZA AC, ZELAYA L, IGLESIAS S. El Salvador **child labour in the garbage dumps**: a rapid assessment [in Spanish]. Geneva: International Labour Organisation, (2002).
- CHAFFIN, D. B.; GUNNAR, B. J.; MARTIN, B. **Biomecânica Ocupacional**. Ergo Editora Ltda.. Cap 4. p 91- 124. (2001).
- CHAVES, G. L. D.; BATALHA, M. O. **Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados**. *Gestão e Produção*, São Carlos, vol.13, n.3, (2006), p.423-434,
- CHAMON, D. **Plano de Negócio Biomarca Usina de Biodiesel**. Vitória ES. 49 p. (2007).
- CIRIELLO, V. M.; SNOOK, S. H.; BLICK, A. C.; WILKINSON, P.L. **The effects of task duration on psychophysically-determined maximum acceptable weights and forces**. *Ergonomics*, (2001).
- COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. Município de São Paulo: evolução do saneamento. São Paulo: SABESP, 2005. Disponível em www.sabesp.gov.br Acesso em Maio de 2009.
- CUNHA, C. B. **Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais**. São Paulo: EPUSP, Dissertação de Doutorado do Departamento de Engenharia de Transportes, (1997).
- CUNHA, C. B. **Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais**. *Revista Transportes da ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*, v. 8, n. 2, (2000), p. 51-74,
- DOBARGANES, M. C.; PÉREZ-CAMINO, M. C. **Frying process: selection of fats and quality control**. *International Meeting on Fats & Oils Technology Symposium and Exhibition*, (1991), p. 58-66,
- EDMONDS, J. e JOHNSON, E. **Matching, Euler Tours and the Chinese Postman Problem**. *Mathematical Programming*, v. 5, (1973), p. 88-124,
- EISELT, H.A.; GENDREAU, M.; LAPORTE, G. **Arc routing problems, part I: the chinese postman problem**. *Operation Research*, v. 43, n. 2, p. 231-242, (1995).
- FERREIRA, J.; BOOCOOCK, M.; GRAY, M. Review of the risks associated with pushing and pulling heavy loads - Research Report 228, HSE Books, Londres, (2004).

- FILHO, M. G.; JUNQUEIRA, R. A. R. **Problema do carteiro chinês: escolha de métodos de solução e análise de tempos computacionais.** Associação Brasileira de Engenharia de Produção, São Paulo, Prod. vol.16, no. 3. (2006), p.8-9.
- GALVÃO, R. D. **Roteamento de Veículos com Base em Sistemas de Informação Geográfica.** Gestão e Produção, v. 4, n. 2, (1997).
- GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia:** adaptando o trabalho ao homem, Porto Alegre: Editora Bookman, 4ª Edição, (1998).
- GIÃO, V.; MATTOS, E. S.; JORGE, N. **Avaliação da qualidade dos óleos de fritura usados em restaurantes, lanchonetes e similares.** Ciências e Tecnologia de Alimentos. Vol. 19, nº. 3. Campinas, São Paulo, Setembro/dezembro 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120611999000300021> Acesso em abril de 2009.
- GOMES, R. D e POVINELLI, J. **Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de São Carlos-SP.** Estudos Tecnológicos, Engenharia 9 e 10. V-14, (1991). p 91-106.
- HABITAT, **Solid Waste Management in Low-Income Housing Projects, United Nations Centre for Human Settlements,** Nairobi, 54 p, (1989).
- HICKMAN, H. L. **Collection of Residential Solid Waste.** In: ROBINSON, W. The Solid Waste Handbook – A Practical Guide. Washington D. C., Wiley Interscience, cap. 8, (1981). p. 177-190,
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Disponível em, www.ibge.gov.br. Acesso em Agosto de 2009.
- IPT e CEMPRE. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 2. ed., São Paulo, ed. IPT, , 370p, (2000).
- IPT e CEMPRE. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 1. ed., São Paulo, ed. IPT, , 278p, (1995).
- JUNG, M. C.; HAIGHT, J.M.; FREIVALDS, A., **Pushing and pulling carts and two-wheeled hand trucks.** International Journal of Industrial Ergonomics, KEMPER, H. C. G.; AALST, R. V.; LEEGWATER, A.; MAAS, S. & KNIBBE, J. J., (1990). **The physical and physiological workload of refuse collectors.** *Ergonomics*, 33:1.471-1.486, (2005).
- KOPICKI, RONALD ET AL. **Reuse and Recycling-Reverse Logistics Opportunities.** O.Brooks, CLM, (1993).
- KWAN, M. Graphic Programming using odd or even points. *Chinese Math.* (1962).

- LACERDA, L. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas**. Centro de Estudos em logística. Ed. UFRJ, Rio de Janeiro.. Dissertação de mestrado do Centro de Estudos em logística da UFRJ, . (2002).
- LARSON, R. C. e ODONI, A. R. **Urban Operations Research**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, (1981).
- LEITE, W. C. A. **Estudo da gestão de resíduos sólidos: uma proposta de modelo tomando a unidade de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI – 5) como referência**. São Carlos. 270p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, (1997).
- LEITE, P. R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, (2003).
- LIMA, F.P.A. **Introdução à análise ergonômica do trabalho**. Trabalho (A.E.T) Análise Ergonômica do Trabalho. UFMG. Belo Horizonte, (1997).
- LIMA, P. C. R. (2004). **O Biodiesel e a Inclusão Social**. Brasília: Consultoria Legislativa,. Disponível em: <http://www2.camara.gov.br/>. Acesso em Fevereiro de 2009.
- LIMA, R. S. **Bases para uma metodologia de apoio à decisão para serviços de educação e saúde sob a ótica dos transportes**. 200p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, (2003).
- LIRIUN, caracterização de bombonas plásticas. Disponível em: <http://www.liriumreciclagem.com.br/services.html>. Acesso em junho de 2009.
- MACDONALD, M.L. **A Multi-Attribute Spatial Decision Support System for Solid Waste Planning**. Comput., Environ. And Urban Systems, n.1, v. 20, p.1-17, (1996).
- MACHADO, B.; MORAES, G.; CASTRO, R.; MANFRINATO, J.; WIENS, I. **A Importância Social e Econômica da implementação de Cooperativas de Materiais Recicláveis**. XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.
- MADALOZO, J. A. **O potencial do uso do rejeito de óleo vegetal para a produção de biodiesel em Ponta Grossa- PR**. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia ênfase em Gestão de Território, (2008).
- MARCONI, M.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. São Paulo: Atlas, (1996).
- MOGNATO, E A; MARTINS, H F; **Elaboração de um Projeto para a Obtenção de Biodiesel a partir do Reaproveitamento de Óleo Residual de Fritura**. 2007. 49 p. Monografia – Faculdades Integradas São Pedro, Faesa, Vitória, (2007).

- NAGY, G.; SALHIA, S.; **Location-routing: Issues, models and methods**, European Journal of Operational Research Volume 177, Issue 2, (2007), p. 49-672,
- NARUO, M. K. **O Estudo do Consórcio entre Municípios de Pequeno Porte para Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos Utilizando Sistema de Informações Geográficas**. São Carlos. 286p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, (2003).
- NATIONAL BIODIESEL BOARD. NBB, *is the national trade association representing the biodiesel industry in the United States* disponível em: www.biodiesel.org/ acesso em Janeiro de 2009.
- NIOSH. National Institute of Occupational Safety and Health. **Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back**. DHHS Publication No. 97-141, Cincinnati, Ohio, USA, (1997).
- NOGUEIRA, A. **Logística Reversa no Brasil**, 2007. Jornal o Gerente. Disponível em: <http://www.ogerente.com.br/>. Acesso em Dezembro de 2009.
- NOVAES, A. G. **Sistemas Logísticos**: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos. Editora Edgard Blucher Ltda, (1989).
- OLIN, H. B. **Construction: Principles, materials & methods** - Cap. 201: Wood. New York, Ed. Van Nostrand Reinhold, (1990). p. 201.1-201.45.
- PACHECO, E. B. A. V. **Misturas Poliméricas a base do PET**, Seminário para Doutorado IMA/UFRJ, Rio de Janeiro, outubro, (1995).
- PERRIER, N.; LANGEVIN, A.; CAMPBELL, J. **A survey of models and algorithms for winter road maintenance**. Part III: Vehicle routing and depot location for spreading, Computers & Operations Research Volume 34, Issue 1, (2007). p. 211-257.
- PELIZARO, C. **Avaliação do Desempenho do Algoritmo de um Programa Comercial para Roteirização de Veículos**. São Carlos. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, (2000).
- REIS, M. F. P; ELLWANGER, R. M; FLECK, E.(2007). **Destinação de óleos de fritura**. Disponível em: http://www6.ufrgs.br/sga/oleo_de_fritura.pdf. Acessado em Outubro de 2008.
- RIGO, C. L.; ROSA, R., A. **Proposta de uma Metodologia de Apoio Resolução do Problema de Logística Reversa da Coleta de Óleo Residual de Fritura para Produção De Biodiesel**.. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em

Engenharia Civil –Transportes, Universidade Federal do Espírito Santo / Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo – CEFETES Unidade Cariacica, (2008).

RICCI, D. TEIXEIRA, E. **Não jogue o óleo de fritura**. Gazeta de Piracicaba, 03 de abril de 2007. Disponível em [http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel não jogue-oleo-de-fritura-03-04-07.htm](http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel_não_jogue-oleo-de-fritura-03-04-07.htm)>. Acesso em Abril de 2008.

ROVIRIEGO, L. F. V. (2005). **Proposta de uma metodologia para a avaliação de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares**. Dissertação de Mestrado do Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, ênfase em transportes.

SAITO, T. (1988) Novatech Tecnologia e Comercio LTDA., Disponível em: www.novatech.ind.br. Acesso em Março de 2009

SOUSA, G. S.; PIRES, M. M.; ALVES, J. M. e ALMEIDA, C. M. **Potencialidade da Produção de Biodiesel Utilizando Óleos Vegetais e VEGA** - Tecnologia a Serviço do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.vega.com.br/>. Acesso em Agosto de 2008.

SOUZA. J. **Logísticas para Reciclagem e Logística Reversa, Principais Similaridades e Principais Diferenças**. Tese (Departamento de Arquitetura e Urbanismo) – Centro Tecnológico Universidade Federal de Santa Catarina Campus Universitário da Trindade Florianópolis, SC, Brasil, (2006).

STEVEN, M. **Networks in reverse logistics**. In: Dyckhoff, H.; Lackes, R.; Reese, J. Supply chain management and reverse logistics. Berlim: Springer, (2004).

STOCK, J. R. **Reverse logistics in the supply chain**. Transport and logistics. . (2001).

REVLOG. THE EUROPEAN WORKING GROUP ON REVERSE LOGÍSTICS. **"Reverse Logistics and its Effects on Industry"**. (2005). Disponível em: <http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/welcome.html>. Acesso em Novembro de 2008.

USEPA. Summary results from NBB/USEPA tier I. **Health and environmental effects testing for biodiesel under the requeriments for usepa regitrationof fuels and fuel additives**. (1998).

VILHENA, A. T. **A coleta seletiva de lixo. Uma proposta de programa de gestão integrada**. Tese de Mestrado, Coppe/ UFRJ, (1996).

XAVIER, L. H. S. M.; CARDOSO, R. S.; FIGUEIREDO, M. A. G. Gestão ambiental de resíduos: Aspectos legais da destinação de resíduos. Revista Meio Ambiente Industrial, RMAI, v. 53, (2005). p. 42-46.

ZANLUCA, J. C. **Manual das Cooperativas**. Disponível em: <http://www.portaldecontabilidade.com.br/tematicas/cooperativas.htm>. Acesso em Novembro de 2008.

ZHENG S.; KATES, M.; DUBEA, M. A.; MCLEANA, D. D. **Acid-catalyzed production of biodiesel from waste frying oil.** Tese (Department of Chemical Engineering, University of Ottawa, Ottawa, ON, Canada K1N 6N5, Department of Biochemistry, Microbiology and Immunology, University of Ottawa, Ottawa, (2005).

APÊNDICE

Cronometragem dos tempos coleta			n°	Tempo	A+E	A não E	não A
n°	Tempo	A+E	1	00:00:19		x	
1	00:01:20	x	2	00:00:10		x	
2	00:01:34	x	3	00:00:26		x	
3	00:01:37	x	4	00:01:07		x	
4	00:01:35	x	5	00:01:50		x	
5	00:02:20	x	<i>Total</i>		00:03:52		
6	00:01:20	x	<i>Média</i>		00:00:46		
7	00:01:21	x	<i>Desvio Padrão</i>		0,00048		
8	00:01:35	x					
9	00:01:08	x	n°	Tempo	A+E	A não E	não A
10	00:01:30	x	1	00:01:50			x
11	00:01:50	x	2	00:01:56			x
12	00:01:37	x	3	00:01:10			x
13	00:00:59	x	4	00:01:10			x
14	00:01:36	x	5	00:00:51			x
15	00:01:29	x	6	00:00:54			x
16	00:01:10	x	7	00:01:41			x
17	00:01:02	x	8	00:01:31			x
18	00:01:20	x	9	00:01:34			x
19	00:01:30	x	10	00:01:02			x
20	00:02:01	x	<i>Total</i>		00:13:39		
21	00:02:24	x	<i>Média</i>		00:01:22		
22	00:01:05	x	<i>Desvio Padrão</i>		0,00027		
23	00:01:51	x					
24	00:02:10	x	Coleta de dados Prédios residenciais				
25	00:00:59	x	n°	Tempo	A+E	A não E	não A
26	00:01:33	x	1	00:01:30	x		
27	00:01:55	x	2	00:02:37	x		
28	00:01:26	x	3	00:08:35	x		
29	00:01:10	x	4	00:05:12	x		
30	00:02:15	x	5	00:03:27	x		
31	00:01:27	x	6	00:04:33	x		
32	00:01:14	x	7	00:01:29	x		
33	00:01:05	x	8	00:02:25	x		
34	00:02:43	x	9	00:03:45	x		
35	00:01:11	x	10	00:05:45	x		
<i>Total</i>		00:54:22	<i>Total</i>		00:39:18		
<i>Média</i>		00:01:33	<i>Média</i>		00:03:56		
<i>Desvio Padrão</i>		0,0003	<i>Desvio Padrão</i>		0,00152		
Totais	50 Residências		Totais	10 Prédios Residenciais			
35	A+E	70%	10	A+E	100%		
5	A não E	10%	0	A não E	0%		
10	não A	20%	0	não A	0%		