

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Leandro Minoru Enomoto

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO FÍSICA E
ROTEIRIZAÇÃO EM UM ATACADISTA DO SUL
DE MINAS GERAIS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de *Mestre em Ciências em Engenharia de Produção*

Orientador: Prof. Dr. Renato da Silva Lima

Itajubá, setembro de 2005.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá – UNIFEI
Bibliotecária Elisete Lefol Nani Carvalho – CRB/6 – 1037

E56a

Enomoto, Leandro Minoru.

Análise da distribuição física e roteirização em um atacadista do Sul de Minas Gerais / por Leandro Minoru Enomoto. – Itajubá (MG): [s.n.], 2005.

141p.: il.

Orientador: Prof. Dr. Renato da Silva Lima

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Itajubá.

1. Distribuição física. 2. Roteirização e programação de veículos. 3. Atacadista. I. Lima, Renato da Silva, orient. II. Universidade Federal de Itajubá. III. Título. IV. Sub-título.

CDU 658.7<043>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Leandro Minoru Enomoto

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO FÍSICA E
ROTEIRIZAÇÃO EM UM ATACADISTA DO SUL
DE MINAS GERAIS**

Dissertação enviada para a banca examinadora em de agosto de 2005.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Renato da Silva Lima (orientador)

Prof. Dr. José Arnaldo Barra Montevechi

Prof. Assoc. Antônio Néelson Rodrigues da Silva

Itajubá, setembro de 2005.

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Fátima e Minoru, que com muito esforço lutaram por minha formação e em todos os momentos apoiaram minha escolha na busca por meus caminhos.
As minhas irmãs, Daniele e Wanessa, que conviveram com minhas preocupações e souberam compreendê-las.
Ao meu irmão Breno que sempre me ouvia e torcia para que eu alcançasse meu sonho.
A minha noiva Fernanda que com muito amor acompanhou-me e entendeu as etapas deste trabalho, nos dias no qual não saíamos, ou não estava ao seu lado.
Por fim, não menos importante, a dona Anna, Ríco e Bruna que me acolheram em sua casa com grande carinho.*

Este trabalho não existiria sem todos vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus que esteve ao meu lado em todos os momentos de fraquezas e inseguranças.

Ao professor Renato da Silva Lima, pela paciência, amizade e orientação, que culminaram na realização deste trabalho.

Ao professor José Arnaldo Barra Montevechi, pelo acompanhamento e ajuda na avaliação e nas sugestões de melhorias apresentadas no projeto da dissertação.

Aos amigos da UNIFEI por estarem presentes ensinando-me com suas opiniões e experiências e por todo o apoio nas fases deste projeto.

Ao Vila Nova que permitiu e colaborou para esta pesquisa.

Aos amigos Daniel, Fernando, Júlio, Luiz Henrique e Renato que participaram de maneira direta na caracterização do cenário da empresa.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO...

RESUMO

Todos os dias, milhares de veículos são roteirizados para atender a distribuição de diversos tipos de produtos, obedecendo a vários critérios e restrições impostos por clientes e fornecedores. O setor atacadista, que vem crescendo significativamente devido a importância de suas funções para varejistas e indústrias, também está inserido neste contexto, pela alta complexidade do processo de distribuição física. À medida que a complexidade dos problemas aumenta, surge a necessidade de se estudar e utilizar abordagens sistêmicas e/ou otimizações, possibilitando que as empresas consigam melhorias nos seus processos. Diante destas características e da complexidade do setor atacadista, este trabalho tem como objetivo analisar a distribuição física e a rotina operacional de roteirização e programação de veículos de uma empresa do setor atacadista. Após uma revisão bibliográfica sobre os principais temas envolvidos, foi realizado um estudo de caso no Atacado Vila Nova, situado no Sul de Minas Gerais, empresa de grande porte com mais de 60 anos de atuação na área e um intenso processo de distribuição física e roteirização. Para a condução do estudo de caso, foram utilizadas como fontes de evidências: documentação, registros em arquivos, observação direta e entrevista estruturada. Como resultado do estudo, foi feita uma descrição geral do processo operacional de distribuição física, buscando-se identificar os fatores considerados críticos para o processo. Especial atenção foi dedicada ao processo de roteirização e programação de veículos, sempre tendo como referência os conceitos encontrados na literatura especializada. Como conclusão geral, pode-se afirmar que a empresa, apesar de utilizar diversos conceitos e ferramentas de apoio em seu processo de distribuição física, especialmente um *software* robusto de roteirização, ainda é refém da falta de informações em processos operacionais tecnicamente simples (como as distâncias viárias exatas entre os clientes). Como consequência, o processo acaba por ser racionalizado e não otimizado e, em diversas etapas, excessivamente dependente do fator humano, ou seja, da experiência prática do profissional envolvido.

Palavras-chave: **Distribuição Física; Roteirização e Programação de Veículos; Atacadista.**

ABSTRACT

Everyday, thousands of vehicles are routed to assist the distribution of several kinds of products, obeying various criteria and constraints imposed by clients and providers. The wholesale market, which has been increasing significantly due to its functions importance to retails and industries, is also inserted in this context for the high complexity of the physical distribution process. As the complexity of the problems grows, there is the need for the study and use of systemic approaches and/or optimizations, enabling companies to obtain improvements in their processes. Considering such features and the wholesale market complexity, this work aims at analyzing the physical distribution and the operational routine of vehicle routing and scheduling of a wholesale company. After a bibliographical review on the main related topics, a case study was developed at “Atacado Vila Nova”, located in the South of Minas Gerais state – an important company which is in the market for more than 60 years and has an intense routing and physical distribution process. For the development of the case study the following data sources were used: documentation, file registers, direct observation and structured interview. As a final result, a general description of the physical distribution operational process was made seeking to identify the factors considered critical in the process. Careful attention was paid to the process of vehicle routing and scheduling, always referring to the concepts from the specialized literature. As a general conclusion, it is possible to state that the company, despite of using several concepts and support tools in its physical distribution process – especially a powerful routing software – , still suffers the effects of lack of information in technically simple operational processes (as the road distances among clients). Thus, the process ends up being rationalized instead of optimized, and, in several phases, it becomes extremely dependent on the human factor, i.e., on the practical experience of the professional involved in such process.

Keywords: Physical Distribution; Vehicle Routing and Scheduling; Wholesaler.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
SUMÁRIO.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivo da Pesquisa.....	2
1.2. Metodologia de pesquisa.....	3
1.3. Justificativa.....	3
1.4. Estrutura do Trabalho.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. Distribuição Física.....	6
2.1.1. Importância da Logística no processo.....	8
2.1.2. Sistemas de distribuição.....	9
2.1.3. Ciclo e Processamento do Pedido.....	10
2.1.4. Canal de Distribuição.....	14
2.2. Comércio Atacadista.....	17
2.2.1. Classificação do Atacado.....	18
2.3. Transportes.....	19
2.3.1. Transporte rodoviário.....	22
2.3.2. Problemas no transporte rodoviário.....	23
2.3.3. Zoneamento.....	26
2.3.4. Problemas de Rede.....	29
Problema de Fluxo Máximo.....	30
Problemas de menor caminho.....	31
Problemas de transporte e rede de distribuição.....	32
2.4. Roteirização e Programação de Veículos.....	33
2.4.1. Problema de Roteirização e Programação de Veículos.....	34
2.4.2. Classificação dos Problemas de Roteirização e Programação de veículos.....	36
Problema de roteirização pura.....	37
Problemas de programação de veículos e tripulações.....	40
Problemas de roteirização e programação.....	41
2.4.3. Métodos de solução para os problemas de roteirização e programação.....	43
2.4.4. <i>Software</i> de roteirização.....	46
2.4.5. Processo de escolha e seleção.....	50
2.4.6. Recursos auxiliares para a roteirização.....	53
2.4.7. Aplicações Práticas.....	54
2.4.8. Considerações Finais.....	59
3. ESTUDO DE CASO: ATACADO VILA NOVA.....	60
3.1. Metodologia da pesquisa.....	60
3.2. Questão da Pesquisa.....	63
3.3. Unidade de Pesquisa.....	63
3.3.1. Critérios para seleção.....	63

3.3.2.	Objeto de Estudo	64
3.3.3.	Roteiro das entrevistas.....	65
3.3.4.	Pessoas entrevistadas na empresa.....	69
3.4.	Coleta de dados.....	70
3.5.	Evidências de caso.....	71
3.5.1.	Compra do produto.....	72
3.5.2.	Distribuição Física.....	73
3.5.3.	Coleta.....	73
3.5.4.	Entrega.....	75
3.5.5.	Distribuição espacial dos clientes.....	84
3.5.6.	Venda e Transmissão dos pedidos.....	86
3.5.7.	Roteirização.....	87
3.5.8.	<i>Software</i>	90
	Requisitos para uso do <i>software</i>	91
	Interface Gráfica e Parametrizações.....	91
	Importação e exportação dos dados.....	95
	Relatórios.....	95
3.5.9.	Programação dos veículos.....	96
3.5.10.	Informações do Processo.....	96
4.	ANÁLISE DE DADOS.....	97
4.1.	Fatores envolvidos no processo.....	97
4.1.1.	Fracionamento dos produtos.....	98
4.1.2.	Relação Peso/Volume x valor agregado.....	99
4.1.3.	Comunicação.....	100
4.1.4.	Programação das coletas x prazo máximo de retirada.....	102
4.1.5.	Falta de Sinergia entre as cargas de entrega e as coletas.....	102
4.1.6.	Processo de carga e descarga.....	104
4.1.7.	Efeito da paletização no processo de distribuição.....	104
4.1.8.	Parametrizações do <i>software</i> de roteirização.....	105
4.1.9.	Média de clientes atendidos por dia.....	106
4.1.10.	Sistema de zoneamento da empresa.....	106
4.1.11.	Formas de pagamento.....	108
4.1.12.	Atendimento dos pedidos na empresa.....	108
4.1.13.	Filas de espera nos clientes.....	109
4.1.14.	Falta de Indicadores na Empresa.....	109
4.1.15.	Escolha do CD de Poços de Caldas e Transbordo.....	109
4.2.	Comentários sobre os fatores evidenciados no processo.....	110
4.3.	Classificação da roteirização da empresa segundo a literatura.....	117
5.	CONCLUSÃO.....	119
5.1.	Recomendações para Futuros Trabalhos.....	121
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação do Ciclo do Pedido.....	11
Figura 2 – Paralelismo entre canal de distribuição e distribuição física	15
Figura 3 – Extensão de Canais de distribuição.....	16
Figura 4 – Relação mapa (1) e representação digitalizada da rede viária (2).....	30
Figura 5 – Problema de Fluxo Máximo (exemplo)	31
Figura 6 – Problema de menor caminho (exemplo da rede).....	31
Figura 7 – Exemplo do Problema do Caixeiro Viajante.....	38
Figura 8 – Apresentação do funcionamento de um <i>software</i> de roteirização.....	50
Figura 9 – Representação da estrutura organizacional da Cadeia de Suprimentos do Vila Nova.	70
Figura 10 – Esquema de distribuição da empresa	73
Figura 11 – Macrofluxograma de abastecimento da empresa	75
Figura 12 – Macrofluxograma de distribuição da empresa	76
Figura 13 – Material usado na formação das cargas	77
Figura 14 – Alocação de carga no veículo de entrega.....	78
Figura 15 – Carregamento de veículos	78
Figura 16 – Distribuição de produtos Matriz/UOs	79
Figura 17a – Fluxograma de entregas (parte 1).....	82
Figura 17b – Fluxograma de entregas (parte 2).....	83
Figura 18 – Divisão de regiões em função de acessos rodoviários e relevo	85
Figura 19 – Representação das micro-regiões de atendimento do Vila Nova.....	85
Figura 20 – Fluxograma de roteirização.....	89
Figura 21 – Janelas de parametrização do <i>software NR</i>	92
Figura 22 – Janela de Opções do <i>software</i> : tela de configuração de veículos.....	93
Figura 23 – Janela de Opções do <i>software</i> : tela de configuração da rede.....	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Números do Setor Atacadista/Distribuição	4
Tabela 2 – Números do Atacado Vila Nova.....	4
Tabela 3 – Características dos Problemas de roteirização pura.....	39
Tabela 4 – Características típicas dos <i>software</i> comerciais.....	48
Tabela 5 – Requisitos e características de sistemas informatizados para a roteirização de veículos.....	49
Tabela 6 – Fontes de evidências: pontos fortes e pontos fracos.....	62
Tabela 7a – Consolidação do Roteiro de Entrevista e Controle (parte 1)	66
Tabela 7b – Consolidação do Roteiro de Entrevista e Controle (parte 2)	67
Tabela 7c – Consolidação do Roteiro de Entrevista e Controle (parte 3)	68
Tabela 7d – Consolidação do Roteiro de Entrevista e Controle (parte 4)	69
Tabela 8 – Concentração regional de Fornecedores.....	74
Tabela 9 – Perfil de clientes	95
Tabela 10 – Fatores relacionados ao processo x entrevistados	97
Tabela 11 – Taxa de ocupação dos veículos.....	99
Tabela 12 – Perfil de cargas coletadas.....	101
Tabela 13 – Coletas com programação e sinergia	103
Tabela 14 – Relação Quadrícula x Cliente	107
Tabela 15 – Relações de utilização dos veículos.....	107
Tabela 16a – Resumo dos fatores descritos nas fontes de evidências (parte 1)	112
Tabela 16b – Resumo dos fatores descritos nas fontes de evidências (parte 2)	113
Tabela 16c – Resumo dos fatores descritos nas fontes de evidências (parte 3)	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARP – *Arc Routing Problems* ou Problemas de roteirização em arcos

CD – Centro de distribuição;

CIF – *Cost, Insurance and Freight* ou Custo, Seguro e Frete, modalidade de compra onde o produto cotado já apresenta todos os valores embutidos no preço;

CRVRP – *Clarke Wright Vehicle Routing Problem* ou Problema de roteirização de Veículos de *Clarke Wrihth*.

CNT – Confederação Nacional do Transporte;

FOB – *Free On Board* ou Preço sem Frete Incluso, modalidade de compra onde o produto não tem os valores de frete;

FPP – Setor de faturamento e processamento do pedido;

GPS – *Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global

M&A – Departamento de Movimentação e Armazenagem;

NF – Nota Fiscal;

NR – *Networking Routing, software* de roteirização;

NRP – *Node Routing Problems* ou Problemas de roteirização em nós;

PCC – Problema do Carteiro Chinês;

PCL – Setor de Planejamento e Controle Logístico;

PCV – Problema do Caixeiro Viajante;

PRPVJT – Problema de Roteirização e Programação de Veículos com Janela de Tempo;

PRV – Problema de Roteirização de Veículos;

SAC – Serviço Atendimento ao Cliente/Consumidor;

SADE – Sistema de Apoio à Decisão Espacial;

SIG – Sistema de Informações Geográficas;

TR – *Transportation Routing, software* de roteirização;

UO – Unidades Operacionais;

WMS – *Warehouse Management System* ou Sistema de Gerenciamento de Depósito.

1. INTRODUÇÃO

Todos os dias, milhares de veículos são roteirizados distribuindo diferentes tipos de produtos e obedecendo a diferentes critérios. Diversas aplicações práticas podem ser citadas, como: entrega a domicilio, de produtos comprados nas lojas de varejo ou Internet, distribuição de jornais, manufaturados, distribuição dos CDs para lojas de varejo, distribuição de bebidas em bares e restaurantes, distribuição de combustível para postos de gasolina, coleta de lixo, entrega de correspondências, distribuição de gás, patrulhamento policial, limpeza de ruas, roteirização de linhas aéreas, etc. (NOVAES, 2004).

O problema de roteirização pode ser classificado como a forma de determinar percursos ótimos para uma frota de veículos estacionada em um ou mais domicílios de forma a atender um conjunto de clientes geograficamente dispersos (RIBEIRO *et al.*, 1999). Com relação à programação ou sequenciamento de um veículo, Chih (1987) caracteriza o problema como uma seqüência de pontos que um veículo precisa percorrer, tendo a condição adicional de terem horários pré-estabelecidos de chegada e partida (conhecidos como janelas de tempo), ou então, relação de precedência entre pontos a serem cumpridos. Assim, a roteirização e programação de veículos têm sido foco de constantes pesquisas nas ultimas décadas, onde vários avanços têm sido realizados neste campo.

Seguindo este processo de pesquisa, o planejamento de sistemas de distribuição física de produtos se torna cada vez mais um dos principais desafios para os pesquisadores que atuam na área de transporte, devido à complexidade matemática das soluções dos problemas e pelas decisões tomadas. Conforme Naruo (2003), as decisões de transportes e de distribuição física em geral se expressam em uma variedade de formas, entre as principais estão a roteirização e a programação. A partir de um sistema já dimensionado, com demanda, ofertas e os recursos necessários conhecidos, a roteirização e programação de veículos apresentam enfoque altamente operacional, onde a busca por melhores trajetos se torna um problema diário de decisão. Na prática, observa-se que as soluções apresentadas para este ambiente operacional muitas vezes são executadas manualmente ou através de escolhas aleatórias dos próprios motoristas no ato das entregas, o que pode levar a soluções distantes das ótimas (CHIH, 1987).

Segundo Chih (1987) e Bose (1990), a maioria das empresas no Brasil empregam profissionais especialmente treinados para a execução da atividade de roteirização, que

separam e agrupam os pedidos enviados a empresa baseados na sua experiência. Portanto, qualquer otimização dos recursos disponível pode trazer ganhos para o sistema como um todo, evidenciando melhorias ao processo e a possibilidade de redução no lead time (tempo que decorre entre a tomada de uma providência e sua concretização) de movimentação.

Considerando todas as restrições apresentadas e a necessidade do planejamento de distribuição física, o setor atacadista se mostra um importante intermediário do canal de distribuição, devido às funções desempenhadas perante varejistas e indústrias, tornando-se um elo bastante importante. O crescimento acelerado do setor, vinculado a outros fatores e restrições como: aumento das áreas de atendimento, alta concentração regional, horários de atendimento (janelas de atendimento), vias de acesso, limitações de tamanho de veículos, tipos de produtos, fracionamento de produtos etc, surgem como um conjunto de agravantes e complicações para este intermediário. Assim, tem-se um ambiente operacional complexo, onde as variáveis envolvidas podem provocar aumento de custos e perda de eficiência operacional no sistema de distribuição física.

Neste contexto, este trabalho aborda a distribuição física e o problema da definição de rotas de veículos em um cenário de transporte de cargas a partir de um atacado na região Sul de Minas. Diante da importância do tema distribuição física em geral e dos benefícios que as soluções de Roteirização e Programação de Veículos (PRPV) podem proporcionar para as empresas que trabalham com distribuição física, foi realizado um estudo de caso no Atacado Vila Nova. Para tanto, foram relacionados os aspectos práticos que cercam estas rotinas operacionais, baseadas na literatura técnica especializada. Desta forma, desenha-se um grande atrativo para que o setor atacadista, sua distribuição física e a roteirização e programação de veículos sejam estudados. Dentro deste panorama, os objetivos do trabalho proposto são descritos no próximo item.

1.1. Objetivo da Pesquisa

O objetivo principal desta pesquisa é analisar a distribuição física e o processo de roteirização e programação de veículos em uma empresa do setor atacadista, considerando a visão de alguém interno a empresa (funcionário). A partir de uma revisão da literatura especializada, foram relacionados os problemas clássicos (teóricos) aos casos práticos do dia-a-dia (reais), vivenciados pela empresa. Têm-se ainda como objetivos secundários realizar

uma síntese da literatura existente sobre o assunto, caracterizar o processo de distribuição física e a classificar a roteirização e programação de veículos da empresa, onde após uma análise crítica sobre os conceitos e práticas aplicadas são feitas sugestões de melhorias.

1.2. Metodologia de pesquisa

A metodologia aplicada no trabalho é o estudo de caso. Este método mostrou-se mais adequado para esta pesquisa, pois parte de um problema em que o pesquisador não tem controle sobre os eventos comportamentais e se investiga um fenômeno atual dentro de um contexto real, com o objetivo de verificar a adaptabilidade das teorias estudadas. A pesquisa não visa criar modelos ou métodos de solução, delineamento padrão ou validações/testes estatísticos, apenas converte opiniões para uma formação mais estruturada. Maiores detalhes sobre a metodologia de pesquisa são apresentadas na ocasião do detalhamento do estudo de caso, no item 3.1.

1.3. Justificativa

Pouco se sabe a respeito do grau de eficiência dos roteiros elaborados em processos de distribuição física em geral (CHIH, 1987; BOSE, 1990). Apesar dessa afirmação ser um “sentimento presente” na maioria dos profissionais que trabalham com roteirização, não costumam haver dados empíricos sobre o assunto. A comprovação desse fato é difícil, uma vez que a imensa maioria das empresas que se utilizam da roteirização não têm o hábito de documentar a eficiência de suas rotas, não havendo assim parâmetros de comparação. Adicionalmente, observa-se uma baixa eficiência do setor de transporte, segundo aponta o relatório de transporte de carga no Brasil com foco em “ameaças e oportunidades”, apresentado pela Confederação Nacional do Transporte (CNT) e pelo Centro de Estudos em Logística (CEL) do COPPEAD-UFRJ em 2004.

Assim, como primeira justificativa do trabalho tem-se as melhorias do ambiente operacional, onde uma otimização dos recursos envolvidos pode trazer ganhos para o sistema de empresas como um todo, evidenciando melhorias ao processo, aumento de produtividade, redução de veículos, redução de *lead times* de movimentação, eliminação de pontos da cadeia

que não agregam valor, melhoria de padrões de qualidade e nível de serviço prestado, entre outros. Segundo Bose (1990) esse é o motivo dos recentes e inúmeros estudos na área, de forma a otimizar essa etapa, a fim de que os produtos tornem-se mais e mais competitivos, seja através de um preço ou um prazo de entrega menor.

Outro ponto que justifica a pertinência do trabalho é de ordem econômica, considerando a grandeza dos valores envolvidos no processo, conforme mostra a Tabela 1, que apresenta os números do setor Atacadista/Distribuição.

Tabela 1 – Números do Setor Atacadista/Distribuição

Faturamento Total	R\$ 76,5 bilhões (preços de Varejo em 2004)
Participação no Mercado Mercearil	55,4%
Pontos de vendas/Atendidos	900 mil
Área de Armazenagem	4.800 milhões de m ²
Funcionários	131 mil
Vendedores Diretos	12 mil
Representantes Comerciais Autônomos	65 mil
Frota de Veículos Própria	26 mil
Frota de Veículos Terceirizada	22 mil

Fonte: AC Nielsen - números relativos ao ano de 2004

Com relação à empresa estudada, a Tabela 2 apresenta os números envolvidos no ano de 2004.

Tabela 2 – Números do Atacado Vila Nova

Faturamento Total	218 Milhões (preços de Varejo em 2004)
Pontos de vendas/Atendidos	11 mil
Área de Armazenagem	15.000 m ²
Funcionários	500
Representantes Comerciais Autônomos	200
Frota de Veículos Própria	82
Frota de Veículos Terceirizada	7

Fonte: Vila Nova

Vários autores (MARQUES, 2002; BALLOU, 2001; DINIZ, 2000; NAZARIO, 2000) ressaltam esta ordem de grandeza, principalmente na variável custo, considerando que o transporte corresponde a maior parcela dos custos logísticos. Segundo Fleury (2000), os gastos com transportes correspondem a cerca de 60% dos custos logísticos e a 10% do PIB

brasileiro. Portanto, qualquer melhoria dos recursos disponível pode trazer ganhos para o sistema como um todo. Para Carmo *et al.*, (2003) a solução otimizada do Problema de Roteirização e Programação de Veículos pode diminuir bastante o custo de transporte, levando a uma economia bastante significativa tanto para as empresas distribuidoras como para o consumidor final.

1.4. Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado da seguinte maneira. Após essa breve introdução (capítulo 1), o capítulo 2 apresenta o referencial teórico do trabalho, agrupado nas grandes áreas: Distribuição Física, Comércio Atacadista, Transportes e Roteirização e Programação de veículos. A seguir, no capítulo 3, apresenta-se o estudo de caso conduzido no Atacado Vila Nova, incluindo a metodologia e questões da pesquisa, a seleção da unidade pesquisa, a caracterização do objeto de pesquisa e as evidências coletadas no caso. Na seqüência, o capítulo 4 apresenta a análise dos dados e o capítulo 5 as conclusões do trabalho, seguidos, no capítulo 6, da lista com as referências utilizadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo é dedicado às questões teóricas principais que norteiam a condução do trabalho. Inicialmente, apresentam-se os conceitos de distribuição física (item 2.1), incluindo a importância da logística no processo, os sistemas de distribuição, o ciclo e o processamento do pedido e os conceitos de canais de distribuição. Em seguida, aborda-se a questão do comércio atacadista (item 2.2), com as definições e classificações do atacado. Depois, apresenta-se o tema transportes (item 2.3) e algumas de suas diversas abordagens, sejam elas diretas (transporte rodoviário) ou indiretas (zoneamento e problemas de rede). Na parte final do capítulo (item 2.4), especial atenção é dedicada à roteirização e programação de veículos, incluindo conceitos, classificações e uma série de aplicações práticas.

2.1. Distribuição Física

A distribuição de produtos é uma das principais atividades das empresas, pois define o seu sucesso no processo de atendimento aos seus clientes. Um bom planejamento desta atividade pode criar condições para alcançar a eficiência e a confiabilidade no serviço prestado pela empresa, garantindo a satisfação dos clientes e a redução dos seus custos (BOTELHO, 2003). Este planejamento é bastante importante, uma vez que os custos de transporte correspondem de um a dois terços do total dos custos operacionais das empresas (BALLOU, 2001).

Para Novaes (2004), na prática, a distribuição de produtos é analisada sobre diferentes perspectivas funcionais. Pelos técnicos de logística por um lado e, por outro, pelo pessoal de marketing e vendas. Para a logística, a distribuição física está relacionada aos processos operacionais e de controle. Já para o pessoal de marketing e de vendas, a cadeia de suprimentos é encarada focalizando os aspectos ligados à comercialização dos produtos e aos serviços a ela associados.

Segundo Bose (1990), a distribuição física compreende o transporte do produto do centro produtor ao consumidor diretamente ou via depósitos. Assim, os profissionais da distribuição operam elementos como: depósitos, veículos, estoques, equipamentos de carga e descarga, entre outros.

A distribuição deve ser garantida em todos os componentes da cadeia de abastecimento no prazo e com a qualidade determinada. É a distribuição física que efetua o vínculo entre a empresa e seus clientes (BOWERSOX e CLOSS, 2001). Para Demaria (2004), o profissional de logística deve se preocupar em garantir a disponibilidade dos produtos requeridos pelos clientes à medida que eles os solicitem e também em assegurar que isso seja feito a um custo razoável. Neste contexto, conforme Ballou (2001), Marques (2002), Galvão (2003) e Kaminski (2004), o gerenciamento da distribuição física se dá em três níveis: estratégico, tático e operacional.

O *nível estratégico* trata decisões de longo prazo e apresenta como objetivo a definição do sistema em linhas gerais, ou seja, relaciona estruturas globais, requisitos e a configuração geral do sistema de distribuição. Neste nível há a definição da rede logística, com reduções de custos associados, porém mantendo o nível de serviço. São considerados, no nível estratégico, aspectos que levam em conta o número e a localização de instalações produtivas e de armazenamento, tais como fábricas, armazéns e centrais de distribuição; os canais de distribuição; os meios de transporte e tipos de veículo a serem utilizados; o sistema de processamento de pedidos e faturamento; outros.

No *nível tático* há um planejamento de médio e curto prazo, de forma a assegurar a maior eficiência na operação do sistema de distribuição, bem como na utilização dos equipamentos, dos veículos e das instalações, definidas no nível estratégico. Entre elas o planejamento de transportes, seleção e contratação de transportadores, análise de frete de retorno e a utilização desses fatores de modo eficiente. No que tange a frota, ela é analisada de forma a indicar o número de veículos e as diferentes capacidades. Esses problemas são designados como problemas de tamanho e *mix* de frota.

O *nível operacional* engloba a programação, execução e controle das atividades diárias, de forma a assegurar o deslocamento dos produtos para os canais de distribuição ou diretamente para os mercados consumidores, no tempo correto. Diversas atividades compõem a rotina da operação de distribuição, entre elas os procedimentos de armazenamento e movimentação interna de materiais, o processo de carga e descarga dos veículos, emissão de documentos e a programação dos roteiros de entregas.

Para que a otimização dos roteiros dê resultados satisfatórios é preciso que o sistema tenha sido bem planejado e bem dimensionado nos níveis estratégicos e táticos (GALVÃO, 2003). Os problemas de roteirização e programação são tratados na fase operacional do sistema quando já estão definidas a frota e as zonas (bolsões) de distribuição.

Nota-se que a distribuição física está sofrendo grandes transformações à medida que as empresas adotam sistemas de gestão de logística e operações globais, exigindo do mercado de transportes uma melhoria contínua para que seja atendida a demanda crescente. Diante destas exigências o próximo item aborda a importância da Logística no processo de distribuição física.

2.1.1. *Importância da Logística no processo*

Diversas denominações já foram e ainda são associadas à logística, entre elas: distribuição física, logística empresarial, administração de materiais, engenharia de distribuição. Porém, todos esses termos possuíam em geral o mesmo propósito, ou seja, ser responsável pelo fluxo de bens do ponto-de-origem ao ponto-de-consumo (LAMBERT *et al.*, 1998). Assim, será feita uma breve síntese sobre a importância da Logística para o processo.

Uma organização deve oferecer produtos e serviços aos clientes de acordo com as suas necessidades e exigências, do modo mais eficiente possível. Dessa maneira Ballou (2001) considera que a missão da logística é: *“Disponer a mercadoria ou o serviço certo, no lugar certo, no tempo certo e nas condições desejadas, ao mesmo tempo em que fornece a maior contribuição à empresa”*. Para o autor a logística está vinculada à criação de valor, expresso em termos de tempo e lugar, onde produtos e serviços não possuem valor se não estão sob posse do cliente quando (tempo) e onde (lugar) eles desejam consumi-los. Logo, a boa gestão logística vê cada atividade na cadeia de suprimentos como contribuinte no processo de adição de valor. Para que uma atividade exista é importante questionar se ela agrega ou não valor, analisando sua necessidade. Contudo, é adicionado valor quando o cliente está disposto a pagar por um produto ou serviço mais que sua obtenção.

A estratégia logística possui em geral três objetivos: redução de custos, redução de capital e melhoria no serviço (BASTOS, 2003). Outros autores afirmam que a logística tem como meta principal à estratégia de melhoria na movimentação e armazenagem de materiais e produtos, através da integração das operações necessárias entre as áreas de suprimento, produção e distribuição física. A missão logística é medida em termos de seu custo total e desempenho operacional, para uma melhor utilização dos recursos. Portanto, além de integrar a cadeia de suprimento, a logística auxilia na definição das metas estratégicas da empresa e auxilia em eventuais problemas operacionais (RIBEIRO *et al.*, 2003).

Para estes autores o sistema logístico é formado por vários canais, denominados de canais logísticos. A integração desses canais depende de três aspectos: tecnologia (de processo e de informação), comunicação e poder dos agentes associados aos canais. Um canal logístico é composto por empresas que têm o objetivo de entregar sortimentos de produtos e materiais para o lugar certo na data estabelecida. O fluxo de logística abrange duas dimensões: deslocamento físico dos produtos e as intervenções humanas. A medição dos custos de operações está relacionada à dimensão econômica da logística.

A movimentação e armazenagem de produtos/serviços levados até ao cliente ou transferidos entre unidades de produção ou transição comercial (interior das mesmas) estão relacionadas ao fluxo físico; dessa forma, a logística atua no interior de um local produtivo e entre agentes da cadeia de abastecimento. O fluxo físico, normalmente, se estabelece em direção aos clientes, contudo, ocasionalmente, tem sua direção invertida, caracterizando a Logística Reversa.

A troca de informações que acontece no processo logístico tem a finalidade de apoiar a movimentação de materiais, no sentido de atender às necessidades em toda a cadeia de abastecimento. O objetivo do fluxo de informações é conciliar, dentre as áreas de operações logísticas de suprimento, apoio à produção e distribuição e as diferenças entre seus agentes. A deficiência da comunicação leva as empresas a comprometerem seus custos logísticos sem obter os resultados de vendas. A meta de uma boa gestão logística é sincronizar distribuição física com demanda pela redução das incertezas na análise das informações. A integração entre as instalações, o transporte e a manutenção de estoques e o sistema de comunicação utilizado determinam a velocidade no fluxo de informações. O objetivo é balancear os diversos componentes logísticos, integrando as instalações, a transferência dos produtos/materiais e os estoques (SILVA, 2003).

2.1.2. Sistemas de distribuição

Novaes (2004) resume as diversas situações na distribuição física em duas configurações básicas:

- Distribuição “um para um”, em que o veículo é totalmente carregado no depósito da fábrica ou num CD do varejista (lotação completa) e transporta a carga para um outro ponto de destino, podendo ser outro CD, uma loja, ou outra instalação qualquer.

- Distribuição “um para muitos” ou compartilhada, em que o veículo é carregado no CD do varejista com mercadorias destinadas a diversas lojas ou clientes, e executando um roteiro de entregas predeterminado.

Na distribuição “um para um”, o carregamento do veículo é realizado de forma a lotá-lo completamente. Ao carregar o caminhão, vai se acomodando a carga nos espaços disponíveis, visando o melhor aproveitamento possível de sua capacidade. Esse aspecto é importante, pois na distribuição “um para muitos” não se consegue, com frequência, um bom aproveitamento do espaço dentro do veículo. Isso porque se é obrigado a carregá-lo na ordem inversa das entregas, o que impede a otimização do arranjo interno da carga no caminhão. Na linguagem do pessoal de transportes, este tipo de distribuição “um para um” é denominado transferência de produtos.

Na distribuição um para muitos o veículo é carregado no CD com mercadorias destinadas a diversos clientes, e executa um roteiro de entrega pré-determinado. A situação típica para este tipo de distribuição é a de um veículo que percorre uma distância “ d ” até um determinado bolsão ou zona de entrega, realizando neste bolsão “ n ” visitas aos diversos clientes, efetuando entregas ou coletas.

2.1.3. *Ciclo e Processamento do Pedido*

Para Ballou (2001), o tempo do ciclo do pedido consiste no “*lapso de tempo entre o momento em que o pedido do cliente, o pedido de compra ou a requisição de um serviço é colocado e o momento em que o produto é recebido pelo cliente*”. Este autor considera que o tempo para completar as atividades do ciclo de um pedido é muito importante. Lambert *et al.* (1998) complementam que “*A velocidade e precisão do processamento de pedidos de uma empresa tem muito a ver com o nível de serviço ao cliente que a empresa proporciona*”. Atualmente, a maioria das empresas está tentando abreviar o ciclo de recepção-atendimento de pedidos, isto é, o tempo envolvido entre o recebimento de um pedido, despacho e o pagamento da fatura pelo cliente. Quanto maior for este ciclo, menor será a satisfação do cliente e o lucro da empresa (POLI, 2001).

Um sistema de processamento de pedidos bem projetado permite um comando centralizado dos fluxos de informação e materiais. Sistemas logísticos são compostos por fluxos de informações e de materiais, onde os fluxos de informações acionam e controlam os fluxos de materiais. Portanto, uma maneira bastante prática de melhor entender o ciclo do

pedido e o sistema de processamento de pedidos é examinar os fluxos de informações e materiais, ou seja, as atividades que ocorrem desde o instante em que o cliente decide efetuar um pedido até o momento em que recebe este pedido e efetua o pagamento. A figura 1 procura representar o fluxo das principais etapas do ciclo do pedido (FLEURY, 2003).

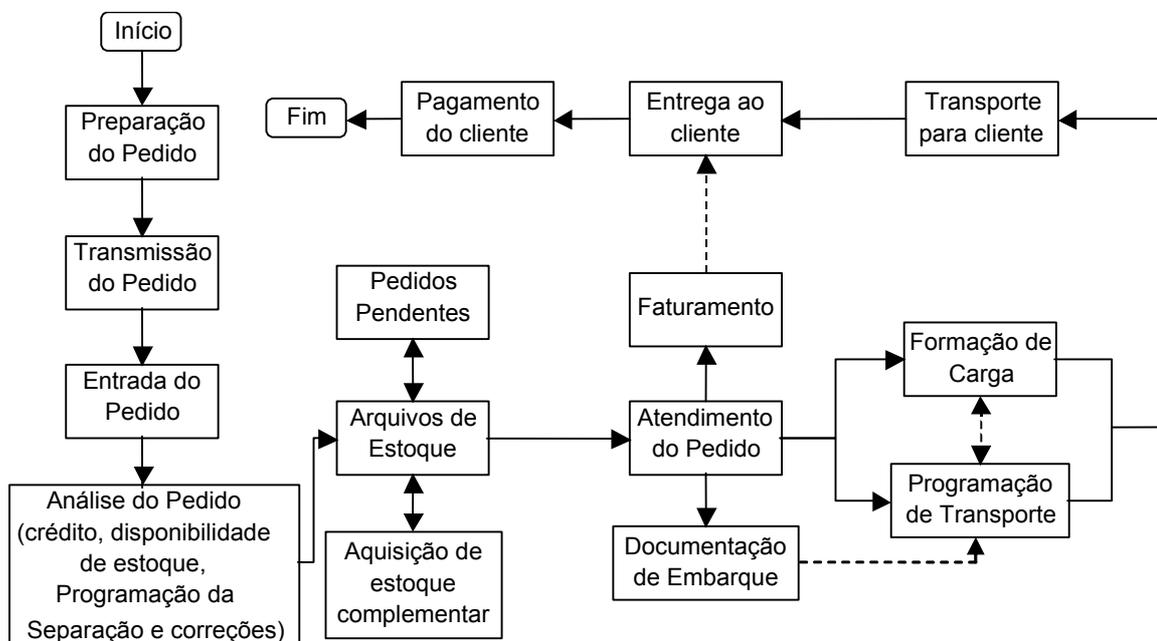


Figura 1 – Representação do Ciclo do Pedido

Fonte: Adaptado de Lambert *et al.* (1998), Fleury (2003) e Ballou (2001)

O processamento de pedidos é uma atividade ligada à comunicação logística. Desta forma, o processamento de pedidos tem como objetivo a redução do ciclo de pedidos e a consistência ao desempenhar as tarefas envolvidas. Para Lambert *et al.* (1998), as atividades de processamento de pedidos podem ser divididas em três grupos:

- *elementos operacionais*: entrada de pedidos, escalonamento, preparo para a expedição e faturamento;
- *elementos de comunicação*: mudanças no pedido, informações sobre localização, agilidade e situação do pedido e correção de erros;
- *elementos de crédito e cobrança*: informações de cadastro e processamento de contas a pagar.

A primeira etapa, normalmente denominada de *preparação do pedido*, tem início a partir da identificação de uma necessidade de aquisição de produtos ou serviços. Uma vez decidida a aquisição dos produtos ou serviços, tem início a segunda etapa do ciclo, ou seja, a *transmissão do pedido* para a empresa. Anteriormente ao desenvolvimento dos modernos sistemas de comunicação, esta etapa se caracterizava pela lentidão e alta suscetibilidade a

erros. A terceira etapa, que ocorre após o recebimento do pedido por parte do fornecedor, consiste na *entrada do pedido* no sistema de processamento.

Após a entrada do pedido, diversas verificações e decisões precisam ser efetuadas antes que o pedido seja confirmado e a expedição do mesmo seja autorizada. Duas das mais importantes verificações que necessitam ser feitas dizem respeito à disponibilidade de estoques e a confirmação do crédito do cliente. Uma vez confirmada a existência de crédito e a disponibilidade de estoque, pode ser dada a partida nas atividades físicas de separação, embalagem e expedição do pedido. Paralelamente a estas atividades físicas de movimentação de materiais, torna-se necessário programar o transporte e emitir a documentação legal, envolvendo o conhecimento de cargas e nota fiscal. O ciclo se completa com o transporte e entrega da mercadoria e o pagamento da nota fiscal por parte do cliente.

Embora tenha um custo relativamente baixo, o processamento de pedidos tem grande influência na definição do tempo do ciclo de entrega. Os processamentos de pedidos são diferenciados pelo fato de serem ou não explícitos e pelo modo como são feitos (vendedor, fax, etc). Porém, sua importância deve-se ao fato de ser um elemento crítico interferindo no tempo gasto para levar bens e serviços aos clientes. Conforme Ladeira (2001), essa atividade é essencial ao bom desempenho do sistema, já que envolve a consideração do tempo necessário para se levar bens e serviços aos clientes e por ser através dela que se inicia a movimentação de produtos ao longo da cadeia. Algumas vezes as políticas de serviço ao cliente irão distorcer padrões normais no tempo do ciclo do pedido. Diversas destas políticas referem-se a prioridades no processamento dos pedidos, às condições do pedido e às restrições ao seu tamanho (BALLOU, 2001).

Para Fleury (2003) apesar do sistema de processamento de pedidos estar cada vez mais automatizado e sofisticado, ele não é totalmente imune a problemas durante o ciclo do pedido. Existe com relativa frequência a ocorrência de três tipos de problemas durante o ciclo do pedido, descritos a seguir:

As percepções conflitantes sobre o real desempenho do ciclo de pedidos estão diretamente relacionadas à utilização de métricas diferentes por parte de clientes e fornecedores para avaliar o mesmo fenômeno. Uma das situações mais comuns diz respeito ao tempo de ciclo, que muitas vezes é medido a partir de uma visão limitada por parte dos fornecedores e uma visão mais ampla por parte de seus clientes. Isto geralmente ocorre nos casos em que o fornecedor não consegue monitorar o momento em que o pedido foi transmitido, nem o momento em que o pedido foi recebido pelo cliente. Desta forma, ele passa a ter uma visão limitada do verdadeiro tempo de ciclo, ao deixar de considerar o tempo

ocorrido entre a transmissão e a entrada do pedido, assim como o tempo ocorrido entre a expedição e o recebimento do pedido. Esta visão limitada por parte dos fornecedores, restrita aos processos internos, resulta numa super-estimativa da qualidade de serviços e em insatisfações por parte dos clientes. Enquanto o fornecedor avalia que está oferecendo um excelente tempo de ciclo, o cliente considera este tempo sofrível e insatisfatório.

Um segundo tipo de problema, normalmente presente nos processos de gestão do ciclo do pedido, está relacionado à variabilidade dos processos, que resulta em *variabilidade dos tempos de ciclo*. Quanto menor a padronização de processos e menos sofisticados os sistemas de controle, maiores tendem a ser as variações dos tempos de ciclo. Tal variabilidade gera um sério problema para clientes e fornecedores: que tempo de ciclo padrão a se considerar? A melhor alternativa para atacar este problema é buscar reduzir a variabilidade das etapas, através da identificação de suas principais causas, e do estabelecimento de sistemas eficazes de planejamento e monitoramento dos processos.

As principais causas da variabilidade do ciclo do pedido são basicamente oito. Estas causas podem ser divididas entre processos de informação / decisórios, e processos físicos. Dentre os processos de informação destacam-se:

- atrasos na transmissão do pedido;
- demora na aprovação de crédito;
- demora na negociação de descontos;
- prioridade no atendimento.

Dentre os processos físicos se destacam:

- problemas de disponibilidade de estoque;
- espera para consolidação de carga;
- atrasos diversos no transporte;
- dificuldades de entrega nos clientes.

O terceiro e mais comum dos fenômenos que afetam o gerenciamento do ciclo do pedido são os *picos e vales de demanda (Flutuações da demanda)*, que acontecem devido a variados fatores, e que geram significativas incertezas e ineficiências não apenas no ciclo do pedido, mas em todo o sistema logístico. Dentre os fatores que contribuem para as flutuações de demanda pode-se destacar as promoções de vendas, os descontos por quantidade, os sistemas de avaliação de desempenho da força de vendas (cotas mensais), movimentos especulativos por parte dos clientes e diversos fatores sazonais. Observa-se que as empresas têm procurado corrigir estas práticas, com o objetivo de reduzir as flutuações de demanda e

eliminar os enormes desperdícios daí resultantes. A busca de cooperação entre clientes e fornecedores, com base na troca contínua de informações, e em projetos conjuntos, visando à eliminação de desperdícios, é o caminho natural para atacar estes problemas. A difusão do conceito de *Supply Chain Management*, e o uso crescente de modernas tecnologias de informação representam uma contribuição fundamental para atacar este problema.

2.1.4. Canal de Distribuição

Segundo Novaes (2004) a maior parte dos produtos comercializados no varejo chega às mãos dos consumidores finais por meio de intermediários. Sob esta ótica, os elementos que formam a cadeia de suprimentos, na parte que vai da manufatura ao varejo, formam o canal de distribuição. Para Stern *et al.* (1996) “*canal de distribuição constitui o conjunto de organizações interdependentes envolvidas no processo de tornar o produto ou serviço disponível para uso ou consumo*”. Os canais não só satisfazem a demanda através de produtos e serviços, em quantidade, qualidade e preço correto, mas, também têm papel fundamental no estímulo à demanda, através das qualidades promocionais dos componentes ou equipamentos atacadistas, varejistas, representantes ou outros.

Para Neves (1999), o conceito de canal de distribuição é abordado de diferentes maneiras, onde alguns trabalhos os analisam como parte de pesquisas sobre atacado e/ou varejo, força de vendas, fluxos físicos (logística) e outros como estratégias de marcas próprias e assuntos correlatos. De maneira geral, o canal de distribuição de produtos de uma cadeia de abastecimento constitui o local onde se dão os fluxos logísticos (físico e de informações) e as transações comerciais. O canal de distribuição abrange unidades internas e agentes externos à empresa, por onde um bem ou serviço é comercializado. De acordo com a diferenciação do produto ou com o mercado a ser atendido, a cadeia de suprimentos pode conter vários canais de distribuição.

Para Kaminski (2004) a estrutura de distribuição dependerá dos canais de distribuição planejados e do segmento da estratégia de vendas que a empresa desenvolver. Neste sentido, Poli (2001) e Demaria (2004) apresentam estudos de marketing atuais que identificam a relevância de incluir canais de distribuição na elaboração de distribuição física. Para estes autores, a escolha de um canal de distribuição é fundamental por duas razões:

- O tipo de canal escolhido afeta todas as outras variáveis do mix de marketing, um dos quais é a distribuição física;

- A escolha de canais de distribuição compromete a empresa por um longo período de tempo.

Os canais de distribuição oferecem a construção de vantagens competitivas sustentáveis, por suas características de longo prazo (tanto no planejamento como na implementação), por exigirem estrutura de organizações consistentes e serem baseados em pessoas e relacionamentos (NEVES, 1999). Para este mesmo autor, os agentes que fazem parte do canal existem para desempenhar funções tais como o carregamento de estoques, geração de demanda, vendas, distribuição física, serviço pós-vendas, crédito, etc. Assim, Stern *et al.* (1996) e Neves (1999) consideram três premissas básicas com relação a estas funções:

- participantes podem ser eliminados ou substituídos;
- as funções que estes desempenham podem ser eliminadas;
- quando participantes são eliminados, suas funções são repassadas para frente ou para trás no sistema e assumidas por outros.

Observa-se que há um certo paralelismo e uma correlação entre as atividades que constituem a distribuição física de produtos e os canais de distribuição (NOVAES, 2004), conforme ilustrado na Figura 2.

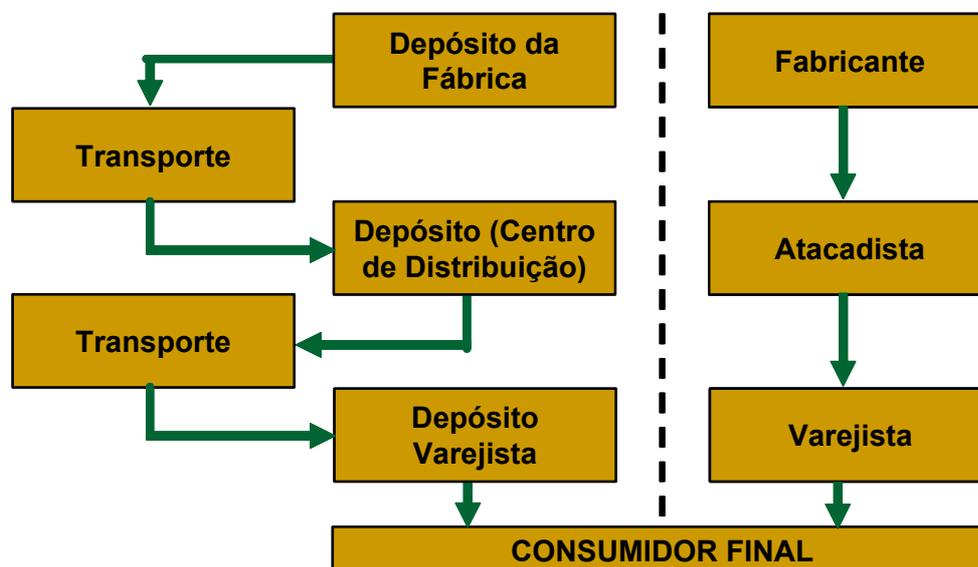


Figura 2 – Paralelismo entre canal de distribuição e distribuição física
 Fonte: Novaes (2004)

Com relação à estrutura do canal de distribuição, Poli (2001) cita as seguintes características:

- *Extensão*: Quantos intermediários existem? Esta característica está ligada ao número de níveis intermediários na cadeia de suprimento, da manufatura ao

consumidor final. A Figura 3 exemplifica alguns canais. Kotler (2000) classifica a extensão em quatro níveis de intermediários, ou seja, canal nível zero, canal nível um, canal nível dois e canal nível três.

- *Amplitude ou Largura*: Há um ou vários intermediários em dada camada de uma área geográfica definida? Um intermediário constitui uma distribuição exclusiva; alguns intermediários criam uma distribuição seletiva. Muitos intermediários criam uma distribuição intensiva.
- *Multiplicidade*: Quantos tipos de canais são empregados para levar o produto?

Contudo, Neves (1999) discorda desta classificação. Na concepção do autor o número de níveis do canal está relacionado ao número de agentes participantes, onde o canal varia de nível um, no caso das vendas diretas, e cinco ou seis integrantes até chegar ao consumidor final.

Stern *et al.* (1996) afirmam que, de maneira geral “quanto maior for o grau de serviços exigido pelo produto, tanto maior o número de intermediários”. Com relação à complexidade dos intermediários, o setor atacadista se mostra bastante importante para os canais de distribuição, em função dos valores movimentados, quantidade de itens transportados e pela complexidade de sua distribuição. Deste modo, o próximo item descreve a atividade deste importante intermediário.

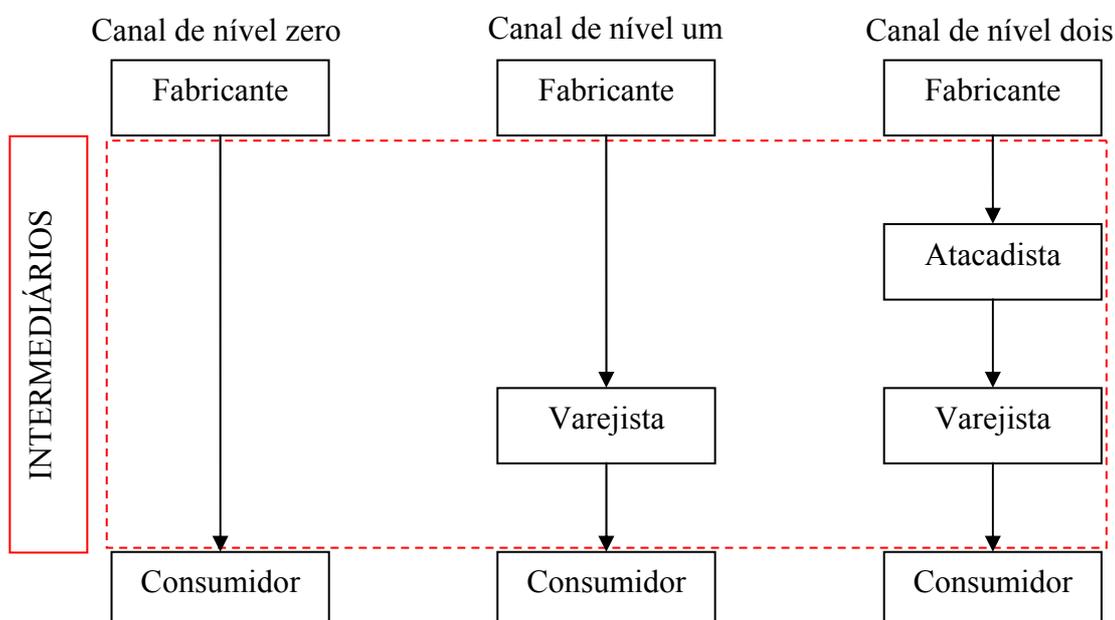


Figura 3 – Extensão de Canais de distribuição

2.2. Comércio Atacadista

Para Berman (1996), as atividades atacadistas são definidas como as de estabelecimentos que vendem a varejistas, compradores industriais, institucionais e comerciais, mas não em quantias significativas aos consumidores finais. A principal posição do atacado, em termos de faturamento, é como fornecedor ao varejo e à indústria. Neves (1999) afirma que é possível eliminar os intermediários (entre eles o atacado) da distribuição, mas é impossível eliminar suas funções. A dúvida que fica para os fabricantes é se estes conseguem desempenhar as funções dos atacados de maneira mais eficiente, integrando-se verticalmente em vendas, depósito e outras estruturas de distribuição. As mesmas decisões valem para o varejo (STERN *et al.*, 1996).

As principais funções do atacado são melhorar a coordenação entre a produção e pontos de consumo, suprimindo lacunas, tentando reduzir irregularidades de oferta e demanda, e prover o diferencial dos serviços esperados pelos consumidores e os oferecidos pelos fabricantes, diretamente. Segundo Neves (1999), o atacado permite, a seus consumidores, comprar diversos produtos em menores quantidades, com menor número de operações. Este setor tem aumentado o grau de especialização constantemente, em resposta às demandas mais específicas de serviços por parte de seus consumidores (o varejo) e fornecedores (a indústria).

Entre os serviços prestados pelos atacadistas aos seus fornecedores, destacam-se:

- *a cobertura de mercado*, onde os atacadistas, por estarem mais próximos aos consumidores (varejistas), têm condições de construir para identificar as necessidades em seus territórios;
- o contato de vendas;
- a estocagem;
- o processamento de pedidos;
- o fornecimento de informações de mercado, e;
- suporte aos consumidores.

Já para os serviços prestados pelos atacadistas aos seus clientes (varejistas), observa-se:

- *a função de disponibilidade de produtos*, ou seja, em função de sua proximidade conseguem oferecer a pronta entrega dos produtos requeridos;
- *a conveniência no suprimento*, simplicidade nos pedidos e a facilidade de ter apenas um fornecedor;

- *o fracionamento*, venda dos produtos em menores quantidades;
- *a função de crédito e financeira*, os atacados podem oferecer crédito e prazo para o pagamento, facilitando o capital de giro do varejista e, também reduzindo a necessidade de aumento de estoque;
- o suporte técnico.

2.2.1. *Classificação do Atacado*

A distribuição dos produtos é bastante complexa, podendo existir diversos consumidores intermediários no processo. Os principais tipos de atacadistas classificados por Bowersox e Cooper (1992), Stern *et al.* (1996), Berman (1996) e Neves (1999), com base em critérios de propriedade sobre os produtos são:

- *Fabricantes atacadistas* – Os fabricantes executam as atividades atacadistas e controlam os produtos até que sejam vendidos. Sua rentabilidade é determinada através da diferença entre o custo cobrado pelo serviço de distribuição e o preço da compra (preço de transferência);
- *Atacadistas especializados* – Compram (adquirem os direitos de propriedade) e realizam todas as atividades atacadistas. Pode-se dizer que são os principais em termos de faturamento;
- *Atacadistas de Balcão e Auto-serviço*: são bastante próximos aos especializados, porém não realizam vendas a crédito nem entrega;
- *Agentes, intermediários e comissionados* – Normalmente, estes agentes não compram os produtos e serviços. Assumem algumas das funções e recebem comissões por elas.

Estando o canal de distribuição definido, uma empresa deve identificar os caminhos que os produtos devem seguir para melhor servir as estruturas de logística e de vendas; esse é o trabalho de definição da rede de distribuição física. Bowersox e Closs (2001) de maneira mais simples acrescentam que o processo de distribuição física abrange basicamente o processamento de pedidos e a conseqüente entrega de mercadorias. Diante desta afirmação, o próximo tópico aborda o tema transportes, que está diretamente envolvido na entrega de mercadorias.

2.3. Transportes

O transporte não se limita apenas ao traslado de mercadorias, deve ser considerado em sua execução de forma otimizada, em que os fatores tempo, custo e eficiência são indispensáveis. Falar em transportes implica fazer uma reflexão sobre todos os aspectos da operação de movimentação na distribuição física. Durante anos a função transporte foi considerada a própria logística, onde os profissionais da área visualizavam que transportar significava movimentar os materiais desejados de um ponto a outro da cadeia de suprimentos.

Caixeta-Filho e Martins (2001) citam que: *“A infra-estrutura de transporte tem uma variedade de efeitos benéficos para a sociedade, tais como aqueles referentes à disponibilidade de bens, à extensão dos mercados, à concorrência, aos custos das mercadorias, à especialização geográfica e à renda da terra”*. Segundo Lambert *et al.* (1998), Ballou (2001) e Novaes (2004), a área de transporte é de grande importância no gerenciamento da logística, devido ao seu impacto nos níveis de serviço ao cliente e na estrutura de custo da empresa. Um bom gerenciamento de transportes pode garantir melhores margens para a empresa e um bom nível de serviço para os clientes, entre outros benefícios (MARQUES, 2002).

Caixeta-Filho e Martins (2001) dizem que primeiramente, os transportes têm a função econômica de promover a integração entre sociedades produtoras de bens em geral. Outra função econômica atribuída ao sistema de transportes é a possibilidade de expandir mercados. Já para Bowersox e Closs (2001) o transporte possui duas funções principais:

- *Movimentação de Produtos* – movimentação de produtos de um determinado local de origem até o seu destino. O transporte é responsável pela movimentação de produtos, materiais e/ou serviços. Assim, assegura o fluxo físico dos produtos entre as empresas. De modo geral, a movimentação é necessária para transportar o produto até a fase seguinte do processo ou para perto do cliente final, ou seja, essa movimentação pode acontecer a montante ou a jusante na cadeia de agregação de valor e os produtos podem estar das mais variadas formas. A movimentação para ser desempenhada necessita de recursos temporais, recursos financeiros; recursos ambientais.
- *Estocagem de produtos* – mesmo que temporária, não deixa de ser uma função do transporte. Apesar de possuírem um custo muito elevado de estocagem, os veículos podem se tornar uma opção viável na análise dos custos de

carga/descarga, restrições de capacidade ou a possibilidade do aumento dos tempos de viagem ou espera.

Para Lambert *et al.* (1998) as atividades de transporte incluem:

- a escolha do meio de transporte (modo de transporte). O transporte pode ser realizado de várias formas e com diferentes veículos, podendo ainda ser de frota própria ou contratada, dependendo de vários aspectos;
- a rota a ser seguida;
- manutenção da frota;
- o cumprimento das regulamentações de transporte em nível municipal, estadual e federal;
- conhecimento das exigências do transporte nacional e internacional.

Para auxiliar na resolução desses problemas utilizam-se, muitas vezes, de técnicas matemáticas e *software* comerciais. Observa-se que para a tomada de decisão em transporte, além das informações e *software*, existe a necessidade de se ter funcionários capacitados para obter estas informações e processá-las, com o objetivo de atender às necessidades funcionais e estratégicas da empresa.

Os princípios norteadores das operações e gerenciamento do transporte são dois, segundo Bowersox e Closs (2001): a economia de escala e a economia de distância.

- A economia de escala é obtida através da redução dos custos de transporte por unidade de peso com cargas maiores e/ou consolidadas. Isso acontece porque as despesas fixas de transporte são diluídas quando há uma maior quantidade transportada, isto é, quanto maior a carga, menor será o custo por unidade de peso;
- A economia de distância caracteriza-se pela redução dos custos de transporte por unidade de distância, à medida que ela aumenta, ou seja, distâncias mais longas permitem que o custo fixo seja distribuído por mais quilômetros, provocando taxas menores por quilômetro.

Esses princípios devem ser estudados nas estratégias de transporte, a fim de aumentar a quantidade transportada e a distância percorrida, sem deixar de atender às necessidades dos clientes. A concorrência nessa área é bastante acirrada, apesar das transportadoras sofrerem algumas dificuldades como: condição inadequada das estradas, falta de um melhor planejamento para o setor por parte dos órgãos governamentais e alguns aspectos operacionais. Segundo a Confederação Nacional de Transportes (CNT) a grande

concorrência se deve ao fato de uma grande oferta do serviço por transportadoras ou profissionais autônomos (motivados a entrarem no mercado devido a altos índices de desemprego), facilidade de se tornar um motorista autônomo, renda atrativa etc.

Um sistema de transporte eficiente e barato contribui para:

- *ampliar a concorrência*, pois preços baixos e boa qualidade encorajam a competição, ao disponibilizar produtos para um mercado que não poderia suportar os custos de movimentação, aumentando as vendas pela entrada de produtos que não eram disponíveis em certas regiões;
- *eleva as economias de escala*, já que o transporte barato possibilita a descentralização de mercados e de locais de produção, sendo que esta pode ser instalada onde haja uma vantagem geográfica;
- *reduzir os preços das mercadorias*, pois há um aumento da concorrência e o próprio custo do transporte diminui, fornecendo um serviço melhor (BALLOU, 2001).

As características do produto influenciam o custo do transporte. Os produtos podem ser classificados nas seguintes formas:

- *densidade*, que se refere ao índice de peso/volume;
- *facilidade de armazenagem*, que é o grau em que o produto preenche um espaço no veículo de transporte;
- *facilidade ou dificuldade de manipulação*, que está relacionada com a facilidade de armazenagem, sendo que itens que não são fáceis de manusear possuem um custo de transporte mais alto (LAMBERT *et al.*, 1998).

Para estes autores há também os fatores relacionados com o mercado, que influenciam nos custos. Os de maior importância são:

- grau de concorrência entre as transportadoras;
- localização dos mercados;
- regulamentação do governo relativo às transportadoras;
- equilíbrio do tráfego dentro de um território;
- sazonalidade das entregas;
- se o transporte é nacional ou internacional.

Pode-se dizer que o transporte também interage com o meio, podendo provocar diversas interferências:

- *Atrasos na viagem*: quebras do veículo, congestionamentos localizados, decorrentes de chuvas excessivas, paralisações e greves são alguns dos motivos que podem acarretar atrasos na viagem;
- *Oscilações e atrasos nos prazos de entrega*: deficiência na programação das entregas ou na recepção de mercadorias, que fazem com que o veículo retorne ao depósito com parte da carga não entregue é um dos motivos que geram atrasos nos prazos de entrega;
- *Políticas de estoque*: como os produtos são estocados em pontos diferentes da cadeia logística, quando ocorrem atrasos na viagem ocorrem alterações nos níveis de estoque;
- *Avárias na carga e descarga*: manipulação inadequada dos produtos pode causar avárias nas mercadorias;
- *Necessidade de equipamentos especiais para carga e descarga*: existem produtos que necessitam de equipamentos especiais para carregá-los e descarregá-los. Com equipamentos adequados atinge-se um nível de serviço satisfatório referente ao sistema logístico (NOVAES e ALVARENGA, 2000).

Saber gerenciar essas interferências do meio, de modo que não haja prejuízos para a empresa contratante, ou para a contratada, faz com que todos os envolvidos obtenham vantagem competitiva no mercado em que atuam.

2.3.1. Transporte rodoviário

O sistema rodoviário, segundo a CNT, responde pela maior parte das cargas movimentadas no Brasil, sendo o modo mais flexível, pelo fato de poder transportar produtos de tamanhos e pesos variados em qualquer distância, de porta a porta. A simplicidade de funcionamento do transporte rodoviário é o seu ponto forte, pois apresenta uma alta acessibilidade e está sempre disponível para embarques urgentes.

O transporte rodoviário apresenta como vantagens:

- maior disponibilidade de vias de acesso;
- possibilidade de serviços porta a porta; embarques e partidas mais rápidos;
- possibilidade de embarque de pequenos lotes;
- facilidade de substituição do veículo em casos de acidentes;

- maior rapidez de entrega (dependendo da distância); e
- segurança, em função de um menor manuseio da carga (o veículo pode ser lacrado após o carregamento e aberto somente no destino).

Como desvantagens destacam-se:

- maior custo operacional e menor capacidade de carga;
- possibilidade de congestionamentos; e
- desgaste da malha rodoviária por excesso de peso e/ou rodagem (RODRIGUES, 2001).

O planejamento neste setor dificilmente consegue ser seguido, principalmente devido aos imprevistos que podem ocorrer como: problemas climáticos que provocam atrasos, fechamento de estradas, manutenção de veículos, cancelamento de pedidos, mudança de prioridades, etc. O planejamento serve como base para a operação diária (COUTO, 2004). O autor evidencia a importância do uso de indicadores para acompanhar o processo, para melhorar o planejamento.

2.3.2. *Problemas no transporte rodoviário*

Dentro da operação rodoviária podem ser identificados diversos problemas de otimização. Dentre eles, o problema de alocação de frota e/ou alocação de motoristas, problemas de roteirização, problemas de carregamento, etc. Vários destes problemas podem ser vistos do ponto de vista tático, onde os períodos de estudo podem durar de vários dias a várias semanas. Porém, a maioria pode ser tratada como problemas operacionais e são voltados para a rápida utilização de suas soluções num horizonte de um dia ou até de poucas horas.

Novaes (1989), Valente *et al.* (2003) e Galvão (2003) apresentam as características básicas da coleta e distribuição de carga no transporte rodoviário:

- Uma região geográfica é dividida em zonas, cujos contornos podem ser rígidos ou, em alguns casos, podem sofrer alterações momentâneas para acomodar diferenças de demanda em regiões contíguas.
- Para cada zona é alocado um veículo, com uma equipe de serviço, podendo ocorrer outras situações, como por exemplo mais de um veículo por zona.

- A cada veículo é designado um roteiro, incluindo os locais de parada, pontos de coleta ou entrega, atendimento de serviços, etc, e a equipe que deverá atendê-los.
- O serviço deverá ser realizado dentro de um tempo de ciclo pré-determinado. No caso de coleta / entrega urbana, o roteiro típico inicia-se de manhã cedo e se encerra no fim do dia (ou antes, se o roteiro for totalmente cumprido). Nas entregas regionais o ciclo pode ser maior.
- Os veículos são despachados a partir de um depósito, onde se efetua a triagem da mercadoria (ou serviço) em função das zonas. Nos casos em que há mais de um depósito, o problema poderá ser analisado de forma análoga, efetuando-se, para isso as divisões adequadas da demanda e/ou área geográfica a ser atendida. A localização e utilização dos depósitos precisam ser programadas.

Assim, os autores colocam algumas questões metodológicas ao planejador do sistema, com os seguintes destaques:

- Como dividir a região de atendimento em zonas de serviço?
- Como selecionar o veículo/equipe mais adequado ao serviço?
- Qual a quilometragem média da frota e os diversos tempos associados ao serviço, de forma a quantificar os custos?
- Qual a fração do serviço (carga coletada ou distribuída, número de chamadas etc) não cumpridas num dia útil?
- Qual a frequência ideal de serviço?
- Como, enfim, selecionar a configuração mais adequada?

Esse problema apresenta dois níveis de resolução. Na fase de planejamento e projeto do sistema de coleta e distribuição ainda não se tem idéia precisa dos pontos reais de atendimento. Nesse caso, é mais interessante adotar localizações aproximadas, mas de cálculo rápido, de forma a possibilitar a análise de diversas alternativas.

Já na fase de operação são conhecidos os locais de atendimento. Em alguns casos esses pontos são fixos, como por exemplo, na entrega de produtos em estabelecimentos varejistas. Em outros casos, os locais de atendimento são aleatórios, sendo conhecidos somente na hora de executar o roteiro de serviços.

Valente *et al.* (2003) acrescentam que as variáveis que influenciam no dimensionamento de um sistema de coleta / distribuição apresentam, de maneira geral, variações estatísticas consideráveis. Por esta razão, não é adequado dimensionar um sistema

através de modelos determinísticos, em que o efeito da aleatoriedade de algumas variáveis não seja considerados. Os autores ressaltam que alguns condicionantes físico-temporais devem ser examinados e incorporados à metodologia de análise e dimensionamento, de forma a se obter resultados mais realistas.

Um primeiro aspecto a considerar é o da capacidade física dos veículos de coleta/distribuição. Dependendo das características físicas da carga (peso/volume) e da capacidade do veículo, é possível ocorrer, em certas ocasiões, a superlotação do caminhão. Logo, é importante determinar o tipo de carga a ser transportada. Cargas leves são geralmente limitadas pelo seu volume e cargas pesadas pelo seu próprio peso. Tanto a falta de capacidade quanto o excesso retratam um problema para empresa. O primeiro implica no não atendimento de clientes e o segundo no desperdício de recursos. Neste contexto, Costa (2002) relaciona as características básicas: peso, volume e o valor. O peso e o volume isoladamente podem ser utilizados. Segundo Ballou (2001), ao se relacionar essas duas características (peso/volume), pode-se realizar dimensionamentos das necessidades de equipamentos de movimentação e armazenagem, bem como dos veículos de transporte, cálculo de pagamento de fretes, dimensionamento de capacidade de armazenagem, pois quanto menor for esse quociente, maior serão os custos logísticos. Pode-se, ainda, relacionar o valor com o peso, obtendo-se o quociente (valor/peso). Os produtos com alto quociente (valor/peso) apresentam baixo custo de transporte, porque o peso tem maior relevância no custo de transporte, e alto custo de estocagem, pois o custo de oportunidade do capital tem alta relevância no custo de estocagem.

Outra restrição importante no dimensionamento do sistema é a máxima jornada de trabalho dos tripulantes (motoristas e ajudantes). Acima de um determinado número de horas de trabalho por dia, o desgaste físico e psíquico torna-se excessivo, prejudicando o empregado e os níveis de desempenho do próprio sistema. Observa-se também que a jornada de trabalho máxima é determinada por lei e por acordos específicos com sindicatos. Ocorre, assim, uma restrição temporal no dimensionamento e na operação do sistema.

Outro problema surge no dimensionamento de sistemas de coleta/distribuição operando em regiões relativamente grandes é o desequilíbrio em termos de produção entre os veículos que atendem zonas próximas ao depósito e os que atendem zonas mais afastadas. Esse desequilíbrio é foco de atenção de diversos pesquisadores em muitos trabalhos de distribuição física.

2.3.3. *Zoneamento*

Segundo Gonçalves (1999) *apud* Galvão (2003), a distribuição física de produtos numa determinada região implica geralmente na subdivisão da mesma em zonas ou bolsões, às quais se alocam os veículos de coleta ou entrega. A situação mais freqüente é a da alocação de um veículo a cada zona.

De modo geral, o problema de zoneamento ou particionamento envolve criar grupos de elementos baseadas em proximidade ou medidas de similaridade. Para Botelho (2003) o zoneamento das áreas de abastecimento visa equilibrar a demanda e a utilização dos recursos. Novaes (1989) cita que esse conceito visa tirar vantagem das características morfológicas das redes de transporte, especialmente nas vias arteriais com direções bem definidas e vários pontos a serem atendidos por um único veículo.

Para Galvão (2003), a subdivisão da região em zonas depende de uma série de fatores, destacando-se:

- distância da zona ao depósito ou armazém;
- densidade de pontos de parada por km^2 ;
- condições viárias e de tráfego;
- tipo e capacidade dos veículos.

Este mesmo autor cita que a determinação precisa dos contornos das zonas de distribuição constitui um problema relativamente complexo, pois envolve conceitos topológicos, operacionais, urbanísticos e viários. Na prática, os serviços logísticos de distribuição física de produtos têm as zonas dimensionadas e delimitadas através de procedimentos empíricos, baseadas na experiência contínua, no próprio processo operacional.

Para Valente *et al.* (2003), em um estudo de zoneamento, dois princípios devem ser observados: a procura pelo menor custo operacional, através da diminuição do comprimento total das rotas ou do número de veículos necessários para atender todos os pontos (clientes), e a procura do menor tempo de operação. A partir destes princípios, alguns critérios podem ser estabelecidos:

- *Compacidade*: é a proximidade de um grupo, sendo que quanto mais próximos forem os pontos do serviço menor o comprimento das rotas;
- *Morfologia*: os fatores que podem determinar a forma dos grupos são: As características das regiões urbanas (como rios, morros, linhas férreas, vias expressas, etc.), que já dividem a região em uma série de zonas, ou a finalidade

dos transportes, como para o caso do transporte escolar em que uma das hipóteses sugerida possui a forma elíptica.

- *Balanceamento*: Situação em que o número de pontos a serem servidos é dividido igualmente entre os diversos grupos e seus respectivos veículos, de acordo com sua capacidade e volume de serviço demandado nos pontos atendidos. O objetivo é conseguir um melhor aproveitamento dos veículos nas rotas.
- *Homogeneidade*: De acordo com as condições de tráfego, os volumes envolvidos, entre outros, as regiões podem ser mais ou menos homogêneas. Isto servirá de base nas especificações dos veículos e dos equipamentos envolvidos.

Diversos autores em seus trabalhos analisaram a questão dos zoneamentos, considerado-o como fator chave para obter rotas com tempos e/ou distâncias mínimas para estas zonas. Todos estes estudos buscam metodologias para auxiliar os usuários/empresas na tarefa de zoneamento no processo de distribuição física de produtos. De forma geral, isto possibilita ao analista uma pré-seleção de configurações consistentes entre si e obedecendo a critérios objetivos e claros. É importante ressaltar que muitas linhas de pesquisas de zoneamento estão diretamente ligadas à formação/otimização de roteiros de viagem. Dentre estes autores podem ser citados os seguintes trabalhos:

- Novaes (1991) *apud* Galvão (2003), apresenta um desenvolvimento metodológico onde a região analisada pode ter qualquer forma, o depósito pode estar localizado em qualquer ponto da região, a densidade pode variar ponto a ponto, de forma não uniforme. A metodologia representa a região de distribuição de forma reticulada, dividindo a região em quadrículas elementares, abordagem com tratamento discreto da região. Para cada quadrícula são determinadas as coordenadas e a densidade de pontos e, juntamente com as características de distribuição e restrições dos veículos, é determinada a divisão da região em zonas de distribuição aproximadamente ótimas.
- Divisão de Região em faixas de Daganzo, citados por Novaes (1999) e Galvão (2003). Procura-se determinar uma segmentação que reduza a distância média entre pontos e facilite a programação do roteiro de entrega. Daganzo (1984),

também citado nestes trabalhos, apresenta formulações para zoneamento, objetivando a minimização da distância média percorrida por ponto de parada.

- Novaes e Gracioli (1999) fixam os limites de distrito e busca a melhor frota de veículos que minimize custos totais de transporte diário. São tratados tempo e carga probabilística do veículo. Cada distrito é relacionado a uma função característica que leva em conta os custos de distribuição, tempo e restrições de capacidade, esforço de distribuição, e considerações de forma. O modelo de otimização comparado com os resultados prévios aplicam divisões circulares com base em um depósito central (coordenadas polares centradas no depósito) que dá início a determinação de setores, anéis, distritos, zonas onde cada caminhão irá fazer a distribuição. Cada distrito é limitado entre dois raios $R1$ e $R2$, sendo $R1$ o limite inferior e $R2$ o limite superior. Para o início da distribuição, o primeiro distrito é limitado por um raio centrado no depósito, raio este que é variado por iterações até que se verifique o mais próximo possível de suas restrições. A partir do segundo distrito, anéis são construídos igualando o raio 1 ao raio 2 do anel anterior e projetando o raio 2 de acordo com a área e densidade da região que ainda não foi trabalhada em relação ao ponto mais distante do raio 1. Iterações são feitas no anel obtendo-se as zonas sequencialmente em seus limites de restrições até que, fazendo pequenas alterações no raio 2, a última zona do anel seja equilibrada em relação às outras.
- Novaes *et al.* (2000) apresentam uma metodologia a ser usada no projeto de viagens multi-entrega associado com o atendimento de uma região heterogênea, onde a densidade de pontos a serem visitados e a quantidade de carga varia na área atendida. Os tempos de ciclo de veículo e carga do veículo são assumidos como probabilísticos. A região analisada é dividida em vários setores, anéis, e distritos, com as coordenadas polares centradas no depósito. Os pesquisadores assumiram uma estrutura de grade retangular para a representação das variáveis de espaço. O modelo de otimização busca a configuração da frota de veículos que minimize custos totais de transporte diariamente. Como exemplo, o modelo é aplicado a um problema de entrega de pacotes na cidade de São Paulo, Brasil.
- Galvão (2003) determina um conjunto de distritos (zonas) para cada uma das quais está associado um veículo que percorrerá uma distância a ser

aproximada. A divisão da área em sub-áreas (zonas), inicialmente é tratada através de coordenadas polares e em um segundo instante faz-se um ajuste nas zonas através do diagrama multiplicativo de Voronoi com pesos.

2.3.4. *Problemas de Rede*

Geralmente, os modelos de redes são utilizados em casos especiais de problemas de programação linear, onde são analisados através de uma representação gráfica. São vários os problemas que podem ser modelados em redes. O conceito espacial é usado, geralmente, combinando informações de distâncias, custos ou tempos com demandas e capacidades de serviços. Dentre estes problemas, podem ser citados problemas de distribuição física, de energia, produção e outros, sendo eficientemente resolvidos com o problema de rede.

Modelos de rede facilitam a visualização das relações entre as componentes do sistema, aumentando o entendimento do problema e de seus possíveis resultados (LACHTERMACHER, 2002). Para Lorena (2003), a análise de dados espacialmente distribuídos apresenta várias aplicações quando podem ser identificadas redes para apoio e definição de problemas. Segundo o autor, as redes são entidades formadas por pontos (*nós ou vértices*) e linhas (*arcos ou arestas*) que descrevem de maneira natural vias públicas, conexões de água, telefonia, e outros. As redes para modelos urbanos descrevem em geral ruas, avenidas e suas interseções (cruzamentos). Sarkis (2000) complementa que uma rede de transportes, tratada em termos matemáticos, é um grafo (teoria dos grafos). A representação por grafos é uma ferramenta muito simples, natural e poderosa, utilizada em pesquisa operacional, em problemas de roteirização, por exemplo. A Figura 4 apresenta uma representação da rede de transporte, onde o mapa de uma determinada região é digitalizado para apresentar a estrutura de nós e arestas.

Pode-se dividir e classificar os problemas como de *localização* e os relacionados a *transportes* (foco desta pesquisa).



Figura 4 – Relação mapa (1) e representação digitalizada da rede viária (2)

Para Lachtermacher (2002), diversos problemas do mundo real podem ser classificados como problemas de redes. Este autor classifica os problemas como:

- Problemas de Fluxo Máximo;
- Problemas de Menor Caminho;
- Problemas de Transporte e Rede de Distribuição.

Problema de Fluxo Máximo

É utilizado quando se deseja maximizar a quantidade de fluxo de um ponto de origem para um ponto de destino, com restrições de capacidade de fluxo nos arcos. Geralmente, estes problemas envolvem o fluxo de materiais como água, óleo, gás, energia através de uma rede de tubos ou cabos; porém, também podem representar o fluxo máximo de carros em uma malha rodoviária, de produtos em linhas de produção, e assim por diante (LACHTERMACHER, 2002).

Mais formalmente, conforme a Figura 5, o problema a ser considerado é a maximização do escoamento de dois nós especiais, um chamado de origem (nó o) e um chamado de destino (nó t), sujeito às limitações das capacidades dos arcos.

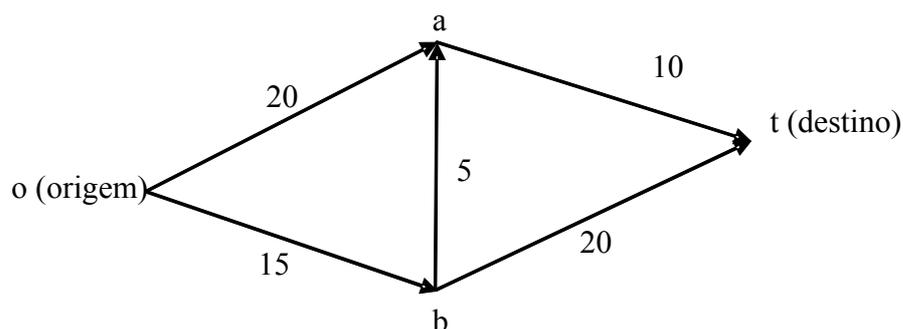


Figura 5 – Problema de Fluxo Máximo (exemplo)

Problemas de menor caminho

O problema de menor caminho representa um caso especial em que os arcos significam a distância entre dois pontos (nós), conforme Figura 6. Os nós ou vértices podem representar centros de população e interseções de ruas ou avenidas em uma rede urbana, ou pontos de demanda e interseções de rodovias em um mapa de cidades. Os arcos ou arestas são usados para representar ruas ou segmentos de rodovias (LACHTERMACHER, 2002; LORENA, 2003).

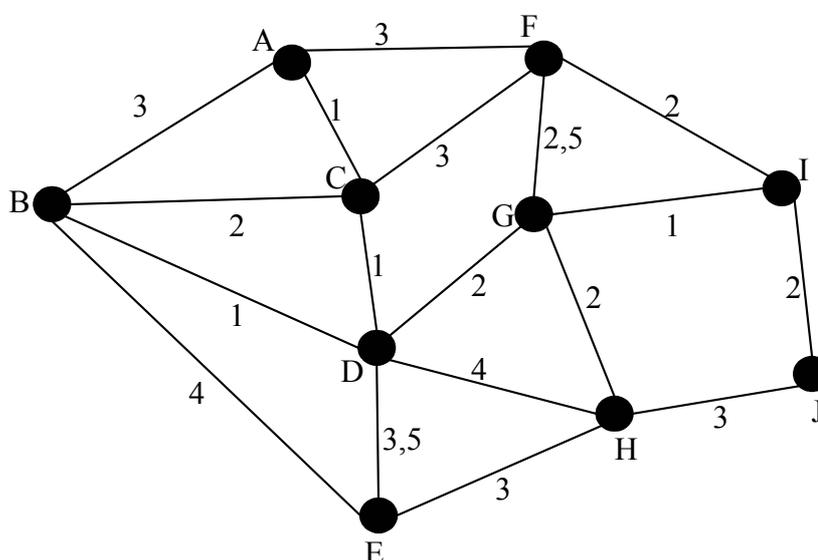


Figura 6 – Problema de menor caminho (exemplo da rede)
Fonte: Lorena (2003)

Podem existir vários caminhos entre pares de nós, que passem pelos arcos (soma dos valores que aparecem nas arestas). Entre alguns pontos, como por exemplo *A* e *C*, fica fácil identificar o menor caminho, que no caso é 1, mas começa a ficar difícil decidir o menor

caminho entre os pontos B e J , devido ao grande número de opções. Existem vários algoritmos que podem ser usados para responder esta questão.

Um problema bastante comum envolvendo a teoria dos grafos é o problema de rota mais curta, ou caminho mínimo. Para cada arco de um grafo, define-se a distância que ele representa. O objetivo deste tipo de problema é encontrar o caminho mais curto entre dois nós. O problema do caminho mínimo pode ser utilizado também para representar custos ou tempos mínimo, em vez de distâncias.

Problemas de transporte e rede de distribuição

Uma rede de distribuição pode ser entendida como a representação físico-espacial e temporal das origens e dos destinos de produtos acabados, bem como dos seus fluxos e dos demais aspectos relevantes, desde o(s) ponto(s) de produção até os pontos de consumo ou destinação final. São problemas que consideram múltiplas fontes, centros consumidores e locais intermediários, por onde os produtos ou cargas simplesmente passam, sendo denominados de problemas de rede de distribuição. A modelagem de redes de distribuição pode ser definida como uma metodologia que busca otimizar um determinado objetivo, normalmente minimizar custos, melhorar os níveis de serviço oferecidos aos clientes e aumentar a eficiência e eficácia operacionais de uma empresa, facilitando o planejamento e a gestão de uma rede de instalações e seus respectivos fluxos de materiais e de informações. Os problemas de transportes podem ser vistos como uma simplificação do problema de rede de distribuição de custo mínimo, onde as localidades intermediárias não existem (LACHTERMACHER, 2002; MUTARELLI e CUNHA, 2004).

Para Mutarelli e Cunha (2004), a configuração de uma rede de distribuição é um dos problemas macro-logísticos mais importantes e que surge com frequência nas grandes empresas. A configuração de redes de distribuição depende, necessariamente, das características operacionais de cada empresa, de seu negócio e de seus canais de distribuição. Envolve, entre outras, as seguintes definições: quantas e quais instalações logísticas devem ser utilizadas, e onde devem ser localizadas; quais produtos e clientes devem ser atendidos por cada uma dessas instalações; e quais os fluxos entre as instalações logísticas e os pontos de demanda, podendo incluir decisões quanto aos modos de transporte a serem utilizados. As instalações passíveis de serem consideradas podem englobar unidades industriais de produção, armazéns, terminais e centros de distribuição, entre outras.

Uma rede de distribuição otimizada é de grande importância para o desempenho logístico e a rentabilidade de uma empresa, principalmente por causa dos custos envolvidos e das exigências, cada vez maiores, do mercado consumidor, em termos de nível de serviço, e em particular, de prazos de entrega cada vez mais reduzidos. O não balanceamento entre oferta e demanda e soluções múltiplas para os problemas são dificuldades encontradas nos problemas de transporte.

2.4. Roteirização e Programação de Veículos

Para Araújo e Michel (2001), a movimentação dos recursos necessários à produção de bens ou serviços se coloca como uma atividade de fundamental importância, pois o valor associado a tais recursos existirá se estes forem disponibilizados no local, tempo e quantidades corretas. Desta forma, para assegurar um transporte de qualidade, que atenda as demandas existentes, uma série de rotinas operacionais deve ser adequadamente planejada, dentre as quais se destaca o problema da roteirização e programação de veículos.

Cunha (2000) e Vieira (1999) classificam o termo roteirização de veículos, embora não encontrado nos dicionários de língua portuguesa, como a forma que vem sendo utilizada como equivalente ao inglês “*routing*” (ou “*routeing*”). Assim, a roteirização é o processo para a determinação de um ou mais roteiros ou seqüências de paradas a serem cumpridos por veículos de uma frota, tendo por objetivo utilizar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento. A roteirização pode ser caracterizada por N clientes (representados numa rede de transportes por nós ou arcos) que deverão ser servidos por uma frota de veículos, sem apresentarem restrições ou ordem que deverão ser atendidos. Deste modo, representa uma configuração espacial do movimento do veículo em uma rede (BOSE, 1990).

A programação (do inglês “*scheduling*”), por sua vez, refere-se à definição dos aspectos temporais de um ou mais roteiros, mais especificamente aos horários de cada uma das tarefas ou eventos importantes (CUNHA, 1997). Para Bose (1990), a programação caracteriza-se por clientes que requerem prioridade no atendimento ou cumprimento de um horário. Assim, representa uma configuração temporal. A programação pode englobar os horários de saída e retorno à base, chegadas e partidas dos pontos do roteiro, sendo estes horários condicionados pelos tempos gastos no atendimento de cada ponto e pelos tempos de

viagem ou deslocamentos entre os pontos consecutivos dos roteiros. Ainda, por outros eventos ou restrições, tais como paradas para almoço, duração máxima da jornada do motorista etc.

Os problemas operacionais de distribuição física com os quais as empresas se deparam no dia a dia podem ser problemas de roteirização, apenas de programação ou poderão ser problemas mistos, isto é, que apresentam características de programação com componentes de roteirização. Estes problemas são detalhados nos próximos tópicos.

2.4.1. *Problema de Roteirização e Programação de Veículos*

Christofides (1985) e Cunha (1997) definem o problema de roteirização e programação de veículos como o problema de distribuição, onde veículos localizados em um depósito central devem ser programados para visitar clientes geograficamente dispersos, de modo a atender suas solicitações conhecidas. Bose (1990) complementa que a diferença fundamental entre os problemas de roteirização e programação estão vinculadas à variável “tempo”, onde cada cliente possui horários para atendimento, duração, início e fim da locação.

Para Ribeiro *et al.* (1999), o problema de roteirização pode ser classificado como a forma de determinar percursos ótimos para uma frota de veículos estacionada em um ou mais domicílios de forma a atender um conjunto de clientes geograficamente dispersos. Com relação à programação ou seqüenciamento de um veículo, Chih (1987) caracteriza o problema como uma seqüência de pontos que um veículo precisa percorrer, tendo a condição adicional de terem horários pré-estabelecidos de chegada e partida (conhecidos como janelas de tempo), ou então, relação de precedência entre pontos a serem cumpridos. Pode-se dizer que a roteirização e programação de veículos é uma extensão dos problemas de roteirização de veículos, onde restrições mais realistas são colocadas nos problemas (BALLOU, 2001).

Considerando Bodin *et al.* (1983) e Assad (1991), observa-se que as principais características dos problemas de roteirização e programação são: tamanho da frota disponível, tipo de frota, garagem dos veículos, natureza da demanda, localização da demanda, características da rede, restrições de capacidade dos veículos, requisitos de pessoal, tempos máximos de rotas, operações envolvidas, custos, objetivos e outras restrições (variáveis do problema). Estas características podem ser usadas para modelar os problemas reais, sendo de grande interesse e importância para os pesquisadores, que buscam utilizar todos os recursos

disponíveis a fim de minimizar os custos das rotas, diminuindo o tempo e a distância percorrida.

Embora os problemas de roteirização de veículos apresentem variações, pode-se de um modo geral reduzi-los segundo a *origem e destino* do trajeto e segundo o *tipo de modelagem* (nó ou arco). Quanto à origem e destino, há o problema de se encontrar um trajeto em uma rede onde o ponto de origem seja diferente do ponto de destino, em que os pontos de origem e de destino são coincidentes, ou em que existem múltiplos pontos de origem e de destino. Com relação ao tipo de modelagem, o problema da roteirização de veículos pode ser dividido em duas classes básicas:

- Problemas de roteirização em nós (*NRP – Node Routing Problems*), nos quais os locais de atendimento são representados por pontos específicos, caracterizados como nós;
- Problemas de roteirização em arcos (*ARP – Arc Routing Problems*), nos quais os locais de atendimento são representados de forma contínua ao longo de uma seqüência de vias, caracterizados como arcos ou arestas.

Ainda, segundo Assad (1991), as classes de problemas de roteirização das atividades básicas de distribuição comercial para estabelecimentos de clientes caem em uma das três categorias seguintes:

- Pura Coleta ou Pura Entrega – Problema que trata apenas coletas ou entregas no roteiro elaborado;
- Precedente com a opção de *backhauls* - O termo “*backhauls*” significa operação de coleta de retorno, na qual são realizadas uma ou mais coletas em um roteiro, porém em número menor que as entregas, em geral ao longo do itinerário de retorno, após a realização de todas as entregas (CASCO *et al.*, 1988). Para Assad (1991), a opção *backhauls* pode ser vista como uma conversão de um problema de entrega pura em coleta pura. A dificuldade de arranjo das cargas na distribuição física obriga a que as coletas ocorram no final das tarefas de entrega, antes do retorno do veículo à base, e;
- Coleta combinada com entrega – É caracterizada pela presença simultânea de entregas e coletas, misturando as atividades.

Adicionalmente, segundo Cunha (1997), com relação ao ambiente de distribuição, os problemas reais de roteirização podem ser divididos em dois grupos:

- Roteirização em meio urbano, em que tanto os atendimentos quanto a base localizam-se na mesma área urbana; os percursos do roteiro são predominantemente urbanos;
- Roteirização intermunicipal, na qual os atendimentos localizam-se em municípios distintos da base e entre si; os percursos do roteiro são predominantemente rodoviários.

Em geral, os problemas de roteirização em meio urbano tendem a ser mais complexos do ponto de vista da sua natureza combinatória, uma vez que há um número maior de alternativas de caminhos e, conseqüentemente, de roteiros viáveis. Adicionalmente, há restrições à circulação de veículos, e incertezas quanto aos tempos de viagem.

Na distribuição intermunicipal (rodoviária), as distâncias entre pontos de atendimento, em geral, diferentes cidades, são geralmente longas, e podem ser determinadas a partir de dados facilmente acessíveis e disponíveis da malha rodoviária de interesse. A densidade da malha rodoviária é baixa face às distâncias a serem percorridas. Além disso, são menores as incertezas associadas às restrições e condicionantes de tráfego.

A seguir, são apresentados os principais tipos de problemas de roteirização e programação de veículos, bem como as suas características mais relevantes encontradas na literatura.

2.4.2. Classificação dos Problemas de Roteirização e Programação de veículos

A classificação deste trabalho segue a proposta de Bodin *et al.* (1983), já tomada como referência por diversos autores (CUNHA, 2003, DINIZ, 2000, NARUO, 2003, PELIZARO, 2000). Segundo Cunha (2003), apesar do trabalho de Bodin *et al.* (1983) ser relativamente antigo, ainda representa umas das principais referências bibliográficas sobre o assunto. Naruo (2003) afirma que “*nesta publicação fundamental, os autores pesquisaram aproximadamente 700 trabalhos, culminando em um estudo completo sobre os conceitos, problemas de roteirização e programação e seus métodos de solução*”.

A divisão proposta pelos autores considera as restrições geográficas e espaciais, dividindo assim os problemas em 3 grupos:

- Problema de roteirização pura;

- Problema de programação de veículos e tripulações;
- Problema de roteirização e programação.

Problema de roteirização pura

Os problemas de roteirização pura são problemas espaciais que não consideram as variáveis temporais ou precedências entre as atividades para elaboração dos roteiros de coletas e/ou entrega. Em alguns casos tem-se apenas a restrição de comprimento máximo da rota. Neste tipo de problema existe um conjunto de nós e/ou arcos para serem atendidos que formarão uma seqüência de locais (rota), buscando alcançar a minimização do custo total de transporte.

Para Cunha (1997) a principal condicionante que determina a qualidade da solução dos problemas dessa categoria é a natureza espacial. Pertencem a este grupo:

- *O Problema do Caixeiro Viajante – PCV (Travelling Salesman Problem - TSP)*, citado por Sarkis (2000) como o mais fundamental e conhecido de todos os problemas. Este problema consiste em determinar uma rota de mínimo custo que passe por todos os nós, uma única vez. Observa-se que este tipo de problema não possui restrições de tempo nem limitações de capacidade. Sua formulação original é a seguinte: existem N pontos (nós) numa rede onde o caixeiro viajante deve partir de um ponto inicial (depósito ou base) e visitar pelo menos uma vez os outros $N - 1$ pontos, voltando no final da viagem para o ponto inicial, conforme apresenta a Figura 7. Para Botelho (2003) se o custo para ir de um nó qualquer “i” para outro nó qualquer “j” for igual ao custo de ir do nó “j” para o nó “i”, o problema será denominado de simétrico. Caso contrário, o problema será assimétrico. Neste tipo de problema, as demandas estão nos nós e os custos estão nas movimentações de um nó origem até um nó destino.

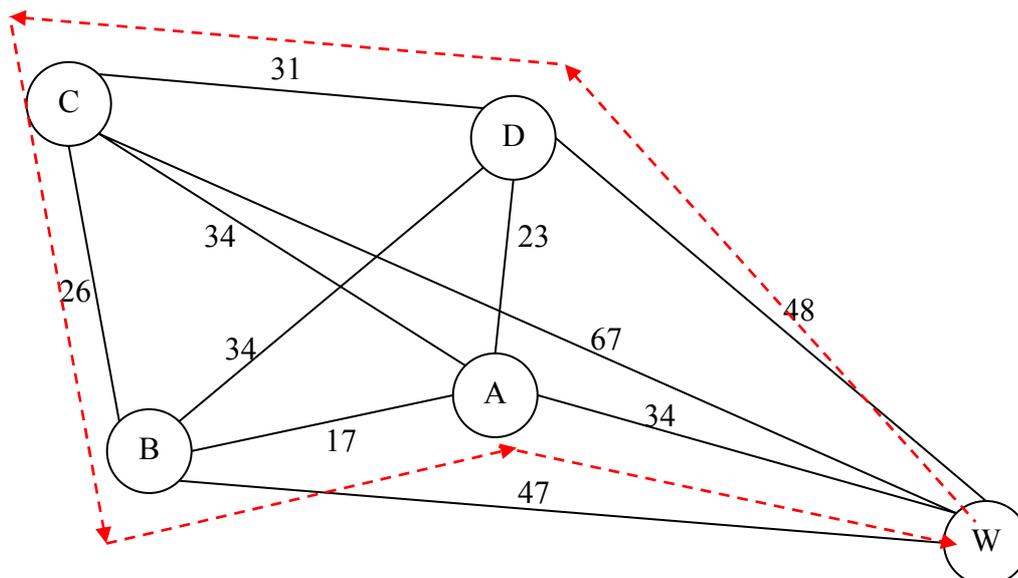


Figura 7 – Exemplo do Problema do Caixeiro Viajante
Fonte: Adaptado de Ballou (2001)

- *O Problema do Carteiro Chinês – PCC (Chinese Postman Problem – CPP)*, que tem como objetivo determinar uma rota de comprimento mínimo dentro de uma área, que parte de um ponto de origem, percorrendo pelo menos uma vez todas as arestas/arcs da rede e volta à origem.
- *Múltiplos Caixeiros Viajantes*, este problema é uma generalização do PCV, na qual se considera mais de um caixeiro viajante. Os M veículos da frota originam e terminam suas rotas a partir de um depósito comum. Não há restrições sobre o número de nós que cada um pode visitar, exceto que cada veículo visite no mínimo um nó.
- *Roteirização em nós com único depósito e vários veículos*. Este problema clássico de roteirização é também conhecido como PRV. Para Laporte *et al.* (2000) o PRV consiste em designar M rotas de veículos com menor custo total, cada rota começando e terminando em um depósito, de modo que cada cliente (nós) é visitado precisamente uma vez. A demanda total de qualquer rota não excede a capacidade Q do veículo, e o comprimento de qualquer rota não excede o comprimento máximo preestabelecido L .
- *Roteirização em nós com vários depósitos e vários veículos*. Este problema também é uma generalização do problema de múltiplos caixeiros viajantes, porém com vários depósitos, onde cada veículo é alocado a um único depósito, originando e terminando a viagem em um mesmo depósito.

- *Roteirização em nós com único depósito e vários veículos com demandas incertas.* Este problema é semelhante ao PRV, porém as demandas não são conhecidas com certeza, seguindo uma distribuição probabilística.
- *Carteiro Chinês com limite de capacidade.* Este problema é uma generalização do PCC, onde há restrições de capacidade dos veículos.

Desta forma, a Tabela 3 sintetiza as características dos problemas de roteirização pura, onde são classificadas a modelagem, citado anteriormente, em problemas específicos de cobertura de *nós* e em problema específico de cobertura de vias ou *arcos*. Observa-se que o Problema do Caixeiro Viajante (PCV), destaca-se como clássico entre os problemas envolvendo coberturas de nós e o PCC para cobertura de vias. Estes dois exemplos são referenciais para os demais casos relacionados a este grupo.

Tabela 3 – Características dos Problemas de roteirização pura

Denominação	Nº de Roteiros	Localização dos clientes	Limite de capacidade nos veículos	Nº de bases onde iniciam os roteiros	Demanda
Problema do Caixeiro Viajante – PCV	<u>Um</u>	<u>Nós</u>	<u>Não</u>	<u>Uma</u>	<u>Determinística</u>
Problema do Carteiro Chinês – PCC	<u>Um</u>	<u>Arcos</u>	<u>Não</u>	<u>Uma</u>	<u>Determinística</u>
Múltiplos Caixeiros Viajantes	<u>múltiplos</u>	<u>Nós</u>	<u>Não</u>	<u>Uma</u>	<u>Determinística</u>
Roteirização em nós com único depósito e vários veículos	<u>múltiplos</u>	<u>Nós</u>	<u>Sim</u>	<u>Uma</u>	<u>Determinística</u>
Roteirização em nós com vários depósitos e vários veículos – PRV	<u>múltiplos</u>	<u>Nós</u>	<u>Sim</u>	<u>Múltiplas</u>	<u>Determinística</u>
Roteirização em nós com único depósito e vários veículos com demandas incertas	<u>múltiplos</u>	<u>Nós</u>	<u>Sim</u>	<u>Uma</u>	<u>Estocásticas</u>
Carteiro Chinês com limite de capacidade	<u>múltiplos</u>	<u>Arcos</u>	<u>Sim</u>	<u>Uma</u>	<u>Determinística</u>

Fonte: Bodin *et al.* (1983).

Problemas de programação de veículos e tripulações

Os problemas de programação podem ser considerados como problemas de roteirização com restrições adicionais relacionadas ao tempo quando várias atividades precisam ser executadas (NARUO, 2003). Conforme Bodin *et al.* (1983), este tipo de problema pode ser dividido em dois casos: Programação de Veículos e Programação de Tripulações. O primeiro se preocupa com a seqüência das atividades para os veículos no espaço e no tempo e o segundo com a movimentação da tripulação no espaço e no tempo.

Segundo Bodin *et al.* (1983) e Naruo (2003), os problemas de programação de veículos são classificados em:

- *Um único depósito*, que consiste no particionamento dos nós de uma rede acíclica 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;
- *Com restrições de tamanho de rota*. Considera as restrições de tempo máximo de viagem ou de distância máxima percorrida pelo veículo antes desse voltar para o depósito. Esta restrição é comumente encontrada na prática e corresponde à restrições de reabastecimento, considerações de manutenção etc.;
- *Com múltiplos tipos de veículo*. Considera a possibilidade de que veículos com diferentes capacidades estejam disponíveis para a realização das tarefas. É semelhante ao problema anterior;
- *Com múltiplos depósitos*. Ocorre quando as tarefas podem ser realizadas por veículos a partir de depósitos diferentes, e estes ao final do serviço retornam a sua origem. Para o tamanho da frota de cada depósito deve se especificar um mínimo e o máximo.

As restrições que determinam a complexidade do problema de programação no mundo real são: limite de tempo que um veículo pode estar em serviço antes de retornar ao depósito, tarefas que só podem ser realizadas por tipos específicos de veículos e presença de diferentes depósitos.

Observa-se que a programação de tripulação é bastante similar a de veículos. Porém, apresenta, geralmente, restrições mais complicadas, como paradas para refeições, normas trabalhistas etc. Para a programação de tripulações, Bodin *et al.* (1983) consideram os seguintes problemas:

- *Programação de pessoal em um local fixo.* Consiste em encontrar um conjunto de trabalho 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;
- *Programação de veículos e tripulações no transporte público.* Determina a alocação ótima de veículos a um conjunto de viagens programadas de linha, e determina 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;
- *Programação de tripulações no transporte aéreo.* É semelhante ao problema de programação de veículos e tripulações do transporte público, onde as tabelas de partidas e chegadas são previamente definidas;
- *Programação de pessoal em turnos de revezamento.* Caracteriza-se pela programação diária de um dia para outro, havendo um rodízio de turno de pessoal, em função de restrições trabalhistas, sindicais, dentre outras. Há necessidade de uma equalização das cargas e das condições de trabalho para as atividades que percebem a mesma remuneração.

Problemas de roteirização e programação

Para Naruo (2003), os problemas de roteirização e programação envolvem relações de precedência entre as atividades envolvidas e também restrições de janelas de tempo para as atividades (horário de atendimento e outros). Estes problemas podem ser considerados como uma combinação de problemas de roteirização e programação. Diniz (2000) cita que estes problemas freqüentemente surgem na prática e representam aplicações do mundo real. Apresentam restrições mais realistas, onde cada parada pode ter volumes a serem coletados ou entregues. E ainda, o problema de roteirização e programação de veículos

com janelas de tempo (PRPVJT), é uma importante variação do PRV. No PRPVJT, um número de pontos para atendimento tem uma ou mais janelas de tempo durante o qual o serviço pode ser executado.

Bodin *et al.* (1983) apontam os principais problemas para esta categoria:

- *Ônibus escolares*. Consiste em um número de escolas e cada uma delas possui um conjunto de paradas de ônibus com um dado número de estudantes atrelados a cada uma destas, com janelas de tempo correspondente aos horários de início e término do período escolar. O principal objetivo do problema é minimizar os custos de transportes para os municípios;
- *Cavalos mecânicos para carretas com carga completa*. Ocorre quando uma carreta possui apenas uma origem e um destino, com a capacidade de um cavalo mecânico sendo preenchida por apenas uma carreta. Envolve relação de precedência.
- *Cavalos mecânicos para carretas com carga parcial*. Este problema é semelhante ao anterior, porém a carga não precisa ser completa e a carreta pode ser separada em diferentes origens e destinos.
- *Serviço 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 de jornada e janelas de tempo associadas aos horários de proibições de estacionamento, de forma a possibilitar a execução do serviço de varrição. Em geral, o objetivo é a minimização da frota ou um objetivo correlato.
- *Transporte de pessoas com necessidades especiais ou transporte pré-programado*. Também conhecidos como *dial-a-ride*, segundo Znamensky e Cunha (2000) devido à possibilidade do serviço ser acionado por telefone. Possui origens e destinos diferentes, em geral para serviços porta a porta. A precedência entre tarefas é uma restrição decisiva para a viabilidade da solução.
- *Aeronaves*. Tem como objetivo programar simultaneamente rotas aéreas (início, final e escalas), alocar as aeronaves e definir as tabelas de horários, levando em consideração dados da demanda entre pares de cidades, frequência do serviço desejado, vôos diretos x escalas etc. Esses problemas envolvem tanto o transporte de passageiros como o transporte de cargas e encomendas.

Cunha (2000) enfatiza que todos os tipos de problemas de roteirização e programação são de natureza essencialmente operacional, ou seja, fazem parte das tarefas rotineiras de programação da frota, realizadas com frequência regular, em geral diária ou semanal. Este mesmo autor ressalta que existem também na literatura, problemas de roteirização de natureza mais tática ou estratégica do que operacional, tais como: problemas integrados de localização e roteirização e problemas integrados de estoque e roteirização. Nesses casos, a programação dos atendimentos deve levar em consideração não só aspectos espaciais e os custos dos roteiros, como também questões como o nível de estoque; problemas de faturamento e roteirização, nos quais é preciso definir simultaneamente quem vai ser atendido a cada dia de um período de tempo pré-determinado. No problema de roteirização clássico, todas as demandas são conhecidas antecipadamente. Já numa abordagem mais recente, a chamada roteirização dinâmica, surgem novas solicitações ao longo da jornada de trabalho, sendo as mesmas inseridas em tempo real nos roteiros em andamento (CUNHA, 1997).

Após apresentar os tipos de problemas, são abordados a seguir os possíveis métodos de solução.

2.4.3. Métodos de solução para os problemas de roteirização e programação

Nas últimas décadas, a pesquisa por métodos de soluções de rotas e de programação de veículos vem crescendo, já que são técnicas fundamentais para empresas que necessitam consolidar cargas para entrega e/ou coletas, minimizando os custos. Segundo Cunha (1997, 2000), os problemas tratados na literatura especializada foram evoluindo em abrangência e complexidade, concomitantemente com a evolução da informática e dos recursos computacionais. Os primeiros trabalhos publicados na década de 60 tratavam principalmente do problema do caixeiro viajante. Desde então, novas restrições vêm sendo incorporadas aos problemas, visando melhor representar os diferentes tipos de problemas que envolvem roteiros de pessoas e veículos.

Bodin *et al.* (1983) classificam a maioria das estratégias de solução para os problemas de roteirização de veículos da seguinte forma:

- agrupa e roteiriza (“*cluster first-route second*”) – Este procedimento consiste em agrupar a demanda dos nós e/ou arcos primeiro e então desenvolver rotas econômicas sobre cada agrupamento;
- roteiriza e agrupa (“*route first-cluster second*”) – Como procedimento tem-se a criação de uma grande rota ou ciclo, geralmente que não pode ser realizada, na qual incluem-se todas demandas nos nós e/ou arcos. Posteriormente, esta grande rota é dividida em rotas menores e factíveis;
- economia/inserção – Procedimento de construção de uma solução em um dado caminho, de maneira que, para cada passo do processo, uma configuração corrente, que é possivelmente infactível, é comparada com uma alternativa que também pode ser infactível. A configuração alternativa é aquela que produz a maior economia em termos de alguma função ou critério adotado, como o custo total, ou que insira de forma menos custosa demandas ainda não inseridas na rota (ou rotas) em construção. O processo é finalmente concluído com uma configuração factível;
- melhoria/troca – Procedimento heurístico (também conhecido como troca de arcos ou arestas), em que em cada etapa uma solução factível é alterada, resultando em outra solução factível com o custo total reduzido. Este procedimento continua até que não seja possível reduções adicionais no custo;
- programação matemática – Esta abordagem inclui algoritmos baseados em formulações de programação matemática do problema em questão;
- otimização interativa – Este procedimento apresenta um alto grau de interação humana incorporado no processo de solução do problema. A idéia está na experiência do decisor, que tem a capacidade de fixar os parâmetros e propor alterações subjetivas nas soluções do modelo baseado no conhecimento e na intuição. Cunha (1997) alerta sobre as dificuldades de problemas com muitas restrições, onde a participação humana encontra grande dificuldade de considerar e tratar estas restrições simultaneamente. O problema é a excessiva dependência da habilidade e talento do analista;
- procedimentos exatos – Procedimento para problemas de roteirização de veículos que incluem técnicas especializadas de *branch and bound*, programação inteira mista e programação linear inteira. Evoluiu bastante, mas

ainda apresenta como principal problema o tempo de processamento e memória necessária para alcançar a solução;

Assad (1991) identificou três direções para o desenvolvimento de novos métodos de solução para problemas de roteirização e programação com restrições mais realistas:

- Adaptar ou desenvolver alguma heurística conhecida e consagrada, de forma a incorporar novas restrições e condicionantes;
- Usar técnicas de programação matemática, para a solução de problemas complexos de roteirização de veículos;
- Adotar heurísticas seqüenciais ou decomposição, nas quais o problema é decomposto em subproblemas, que são resolvidos seqüencialmente através de diferentes algoritmos ou heurísticas.

Cunha (1997) também classifica os métodos de solução para os problemas de roteirização, em:

- Métodos exatos – possibilitam a obtenção da solução ótima. Os métodos exatos possuem uma classificação de algoritmos em termos de complexidade polinomial. Os algoritmos polinomiais são aqueles em que o número de operações necessárias para obtenção da solução ótima de um dado problema é limitado. Os problemas de otimização combinatória e difíceis de serem solucionados de forma exata são classificados como NP-Completo (ou *NP-Hard*), e são considerados complexos. Alguns autores consideram que os algoritmos exatos são usados apenas em soluções de problemas de pequeno porte. Para problemas de maior porte, utiliza-se métodos heurísticos ou combinação dos dois métodos.
- Métodos heurísticos – geram soluções aproximadas, porém chegam à solução de modo mais rápido; adotam regras empíricas de agrupamento ou técnicas baseadas em “economias”, acrescentando ou excluindo paradas.
- Métodos emergentes ou meta-heurísticas – reúnem técnicas mais recentes e avançadas, não tradicionais, baseadas em sistemas especialistas, métodos de busca avançada ou procedimentos iterativos. Deve-se ressaltar que as estratégias e técnicas deste grupo são procedimentos heurísticos, pois não garantem a obtenção de solução ótima. Laporte *et al.* (2000) apresentam uma das mais completas revisões dos principais métodos de solução para problemas

de roteirização de veículos, englobando tanto heurísticas tradicionais quanto meta-heurísticas.

Existem diversas formulações originadas do PCV com desenvolvimento de um grande número de métodos para resolvê-las. Segundo Novaes (1989), muitos dos métodos exatos usados para resolver o PCV não são computacionalmente eficientes, o que tem levado os pesquisadores a planejarem processos heurísticos, que geram soluções satisfatórias, com consumo de tempo de computação muitas vezes menor.

2.4.4. *Software de roteirização*

Sistemas de Roteirização e Programação de veículos, também conhecidos como roteirizadores, são sistemas computacionais que através de algoritmos, geralmente heurísticos, e uma apropriada base de dados, são capazes de obter soluções para os problemas de roteirização e programação de veículos com resultados satisfatórios, consumindo tempo e esforço de processamento pequenos quando comparados aos gastos nos tradicionais métodos manuais (MELO e FILHO, 2001). Para Cunha (2000), o objetivo para o planejamento de um sistema organizado de distribuição ou coleta é obter uma roteirização e/ou seqüenciamento que conduzam à minimização do custo da atividade.

Segundo Novaes (2004) hoje se dispõe, no mercado de um número razoável de *software* de roteirização, que ajudam as empresas a planejarem e programarem os serviços de distribuição física. Atualmente, estas ferramentas consideram um grande número de restrições ou condicionantes, que tornam possível a obtenção de modelos muito próximos da realidade. Além disso, são dotados de muitos recursos de visualização gráficos e relatórios que auxiliam o usuário na tomada de decisão (MELO e FILHO, 2001).

Um dos desafios futuros é o desenvolvimento de metaheurísticas mais simples, rápidas e robustas, mesmo com alguma diminuição da qualidade das soluções obtidas, mas que permitam a sua aplicação em *software* comerciais (LAPORTE *et al.*, 2000).

Conforme cita Cunha (1997), embora a quase totalidade dos desenvolvedores de *software* de roteirização mantenham em sigilo os algoritmos de solução utilizados, a análise de resultados obtidos para algumas instâncias específicas de problemas permite inferir que são heurísticas simples, que produzem soluções viáveis e, em geral, de boa qualidade, para problemas de grande porte, em reduzido tempo de processamento.

Assad (1991) relaciona um conjunto de elementos para caracterizar de forma geral os problemas de roteirização. Estes elementos podem ser utilizados para a especificação dos atributos e requisitos de um *software* a ser adquirido ou de um modelo de roteirização a ser desenvolvido:

- natureza e características dos atendimentos: somente coletas ou entregas;
- coletas de retorno (“*backhauls*”);
- um único produto ou múltiplos produtos;
- atendimento parcial ou total da demanda;
- conhecimento das demanda a priori;
- existência de incertezas na demanda;
- necessidade de programação de visitas periódicas com frequências definidas;
- prioridade de atendimentos;
- frota de veículos (homogênea ou heterogênea);
- restrições de capacidade (peso ou volume);
- restrições de carregamento/equipamento;
- vínculo entre o tipo de veículo e o local da base;
- compatibilidade entre o tipo de veículo e o tipo de produto a ser transportado;
- frota fixa ou variável;
- frota localizada em uma única base ou em múltiplas bases;
- requisitos de pessoal, duração da jornada normal de trabalho;
- opção e número de horas extras;
- número fixo ou variável de motoristas;
- horários e locais de início e término das jornadas de trabalho do pessoal;
- parada para almoço com hora marcada e outros tipos de parada (para descanso, por exemplo);
- possibilidade de viagens com duração superior a um dia;
- requisitos de programação (atendimento de clientes em um dado dia da semana);
- janelas de tempo para coleta e entrega (rígidas ou flexíveis);
- tempos de carga e descarga;
- horários de abertura/fechamento;
- requisitos de informações (disponibilidade de dados geográficos e redes viárias);

- recursos de localização de endereços dos clientes;
- tempos de viagem; localização dos veículos;
- informações sobre crédito dos clientes.

O mesmo autor relaciona também as características típicas encontradas em *software* comerciais para a roteirização, apresentadas na Tabela 4, embora para o autor elas não estejam todas presentes simultaneamente.

Tabela 4 – Características típicas dos *software* comerciais
Fonte: Assad (1991)

<u>Característica</u>	<u>Objetivo</u>
Diferentes tipos de veículos Coletas e entregas, <i>backhauls</i> Janela de tempo Tempo de carga/descarga Variação de velocidade Opção de contratação de terceiros	Minimizar a distância Minimizar o tempo de viagem Minimizar o número de veículos Minimizar o custo total
<u>Informação da rota</u>	<u>Saídas</u>
Limite de capacidade do veículo Duração máxima do percurso Uso de horas extras Horário de início e término das rotas Pernoites, revezamento de motoristas Locais fixos para paradas Múltiplas rotas/veículos	Itinerário e programação das rotas Relatório de utilização do veículo Relatório de utilização/jornada do motorista Roteiros gráficos Superposição com a rede viária Localização de endereços

Cunha (1997) sintetiza em seu trabalho a visão de três pesquisadores com relação aos principais requisitos e características de sistemas informatizados para a roteirização de veículos. A Tabela 5 apresenta esta síntese. Neste sentido, a funcionalidade de roteirização envolve a definição de rotas e a programação dos veículos, considerando uma série de restrições operacionais.

Tabela 5 – Requisitos e características de sistemas informatizados para a roteirização de veículos

Características	ASSAD (1991)	RONEM (1988)	BODIN (1990)
Recursos, restrições e condicionantes			
Roda em microcomputador, porém com interface para mainframe	—	SIM	—
Uma ou múltiplas bases	SIM	SIM	SIM
Diferentes tipos de veículos	SIM	—	SIM
Coletas e entregas – “backhails”	SIM	SIM	SIM
Janela de tempo	SIM	SIM	SIM
Tempo de carga e descarga	SIM	—	—
Velocidades variáveis	SIM	—	—
Contratação de terceiros	SIM	SIM	—
Limite de peso e volume	SIM	SIM	—
Múltiplos compartimentos por veículos	—	SIM	—
Duração máxima do roteiro	SIM	SIM	SIM
Contabilização de horas extras	SIM	—	SIM
Horário de início e término da viagem	SIM	—	—
Roteiros com duração superior a um dia; pernoites; revezamento de motoristas	SIM	SIM	—
Locais de paradas fixo (e.g. almoço)	SIM	—	—
Restrições quanto ao tamanho de veículo e seus equipamentos para um cliente	SIM	—	SIM
Zonas de entrega e possibilidade de fracionamento de carga; roteiros fixos	SIM	—	—
Sistema de georeferência; barreiras físicas e restrições de circulação de veículos	SIM	SIM	—
Múltiplos roteiros por veículo	SIM	—	—
Função Objetivo			
Minimizar distância	SIM	SIM	—
Minimizar tempo de viagem	SIM	SIM	—
Minimizar número de veículos	SIM	SIM	—
Minimizar custo total	SIM	SIM	SIM
Resultados			
Roteiro e programação de cada veículo	SIM	—	—
Relatório de utilização do veículo	SIM	—	—
Relatório de programação do motorista	SIM	—	—
Roteiros gráficos	SIM	SIM	—
Relatórios definidos pelo usuário	—	SIM	—
Alteração manual de soluções	—	SIM	—

Fonte: Cunha (1997)

Os *software* roteirizadores, segundo Marques (2002), operam baseados em algoritmos avançados de otimização e modelos robustos, geralmente com objetivo de minimizar o custo total da operação. A Figura 8 mostra um esquema básico de funcionamento de um *software* de otimização aplicado na roteirização.

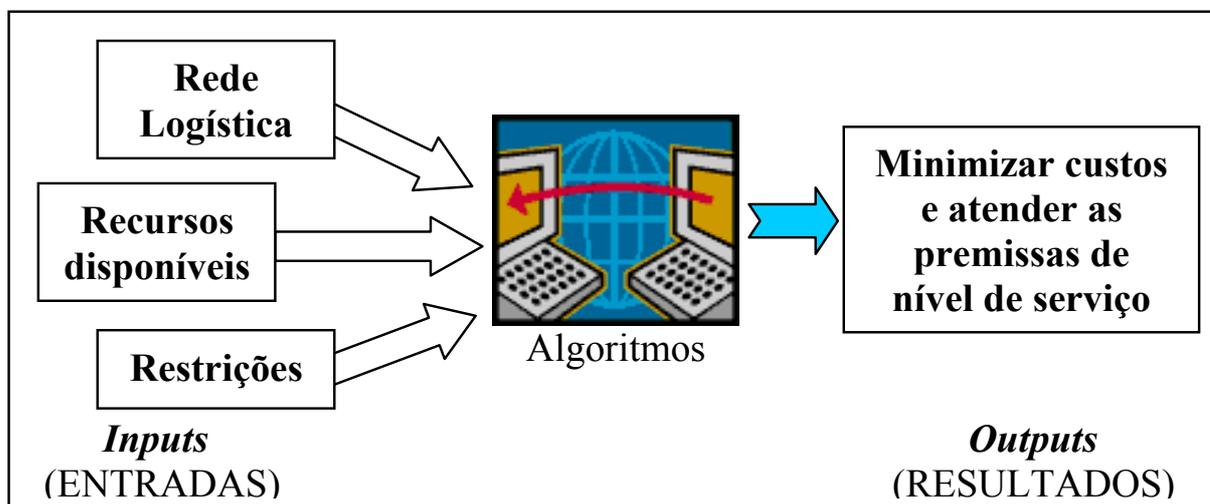


Figura 8 – Apresentação do funcionamento de um *software* de roteirização
Fonte: Marques (2002)

Contudo, para Pelizaro (2000) e Naruo (2003), geralmente os sistemas de roteirização e programação têm como saída básica o mesmo: para cada veículo ou tripulante, uma rota e uma programação são providenciadas.

Observa-se que o interesse e a demanda por *software* comerciais disponíveis no mercado têm crescido muito nos últimos anos. Entre as razões, pode-se destacar as exigências dos clientes com relação às restrições cada dia maiores, como: prazos, datas e horários de atendimento; problemas de trânsito, circulação e estacionamento de veículos nos centros urbanos, aumento da competição pelo mercado e a busca de eficiência, redução de estoques e aumento da frequência de entregas. No entanto, Couto (2004) afirma que “*as heurísticas existentes para resolver os problemas das rotas e entregas, nos software especializados no mercado, tendem a ser muito generalistas e não costumam gerar resultados satisfatórios*”.

2.4.5. Processo de escolha e seleção

Para Melo e Filho (2001) “*adquirir um sistema de roteirização pode permitir ganhos significativos*”, tanto em nível financeiro, com possíveis reduções dos custos operacionais, quanto em termos de qualidade de serviços, possibilitando maior quantidade e

fidelidade dos clientes. Estes ganhos são de grande importância para a cadeia de suprimentos e, conseqüentemente, para a obtenção de vantagens competitivas. A prática mostra que sistemas mal implantados ou mal gerenciados provocam prejuízos e problemas. Segundo os autores, durante o planejamento de seleção, aquisição e posterior implantação, é necessário que as empresas considerem algumas questões:

- Há realmente necessidade de adquirir tal tecnologia?
- Quais os reais problemas a serem solucionados?
- Que tipos de problemas esta aquisição poderá trazer?
- Quais os reais objetivos da aquisição?
- Quais e quanto de recursos serão disponibilizados?
- Em quantas fases será feita a implantação?
- Quais as tarefas e atividades a serem desenvolvidas?
- Quais profissionais devem ser envolvidos?
- Seria melhor desenvolver um sistema ou adquirir um dos disponíveis no mercado?
- Quais os roteirizadores disponíveis no mercado?
- Quais as principais características de cada produto?
- Quais os critérios devem ser adotados à seleção do sistema?
- Em que prazo surgirão os primeiros resultados?

Estes sistemas geram significativos custos, tanto na aquisição, como na manutenção e na sua base de dados, o que pode ser caracterizado como um dos pontos negativos à sua utilização. O que se percebe é que a maioria dos casos de insucesso são ocasionados por falta de um bom planejamento e gerenciamento de implantação; por “empolgação”; por falta de orientação e até mesmo por falta de uma maior quantidade de informações em relação às características dos produtos disponíveis no mercado. Por isso, ao se pensar em adquirir um sistema de roteirização, qualquer empresa deve testar os sistemas disponíveis às condições reais de trabalho, considerando uma ou mais situações específicas (NOVAES, 2004). Nem sempre há condições de montar situações realistas para testes, principalmente quando o projeto ainda não foi operacionalizado, ou quando existem modificações profundas no sistema. No entanto, observa-se que muitas empresas adquirem *software* inadequados para as reais necessidades ou resultados esperados. O autor lista algumas sugestões que poderão ajudar no processo de seleção, a saber:

- A instalação deve ter suporte técnico adequado, com participação de consultores, com o objetivo de adaptar o caso em questão ao formato próprio do produto e treinar o pessoal para utilizá-lo na empresa. Avaliar este tipo de serviço e compará-lo em termos de prazos e custos.
- Analisar possíveis simplificações realizadas nos *software* para a utilização da empresa, questionando se esta simplificação pode trazer efeitos na precisão dos resultados. Este mesmo autor afirma que às vezes pode ser mais vantajoso adotar métodos de soluções mais simples e mais baratos, e que possuam a mesma precisão conseguida com tal aproximação.
- A base de dados da malha viária utilizada no *software* deve estar disponível para que a empresa possa adquiri-lo quando necessário. Caso o fornecedor do *software* não desenvolva a malha viária, ele deve indicar onde adquiri-lo. Outro fator importante é a confiabilidade destas malhas, onde muitos sistemas podem não ser confiáveis ou estar desatualizados, comprometendo sua utilização imediata. Cunha (1997) afirma que a manutenção e a atualização de uma base de dados de informações viária é particularmente crítica, principalmente em cidades maiores, nas quais há mudanças freqüentes de circulação de trânsito.
- Em algumas aplicações, a falta do cadastro dos clientes na empresa dificulta bastante a elaboração dos roteiros. Esta prestação de serviços geralmente ocorre em lojas de departamento, supermercados. Os clientes não são fixos e mudam diariamente.

Para Pelizaro (2000), cada problema tende a ser diferente, necessitando de atenção particular. Um importante atributo para a roteirização de veículos é a precisão das informações geográficas sobre as localizações dos clientes e redes viárias. Geralmente, a localização dos clientes é disponibilizada na forma de um endereço, localizado com o auxílio de um mapa da região. Uma maneira simples de manipular este dados é atribuir coordenadas x,y ou latitude e longitude aos clientes. Percebe-se que as ferramentas utilizadas nem sempre são adequadas às situações para as quais elas são aplicadas. É comum as empresas adaptarem seus problemas aos sistemas, ao invés do sistema ser apropriado, de forma a levar em consideração as características relevantes para sua solução.

Os *software* que outrora focalizavam o planejamento da distribuição dentro de um prazo mínimo de 24 horas, têm como tendência atual à execução da programação em tempo real (NOVAES, 2004). Outra meta das empresas fornecedoras é tornar os *software* mais fáceis

de serem utilizados pelos despachantes. Para isso, é necessário se ter uma representação analítica adequada da rede viária e dispor de uma base de dados geocodificados dos endereços dos clientes. Porém, conforme citado anteriormente, as bases de dados geocodificados nem sempre estão disponíveis no mercado e, quando estão, muitas vezes se encontram incompletas, imprecisas e/ou desatualizadas.

2.4.6. Recursos auxiliares para a roteirização

À medida que os anos passam, surgem soluções mais eficazes para auxiliar o setor de transportes no planejamento e controle das rotas. Os avanços tecnológicos disponibilizam uma variedade de ferramentas, como telefones celulares, *paggers* alfanuméricos, *scanners* portáteis, pequenos computadores de bordo, rastreadores de veículos munidos de receptores GPS (*Global Positioning System*), que possibilitam a visualização da posição do caminhão em tempo real.

Na fase atual, a análise espacial tem sido apontada como fundamental. Com isto, observa-se um crescimento no uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e, ainda, se comparado a outros sistemas de informação, os SIGs caracterizam-se cada vez mais como Sistemas de Apoio à Decisão Espacial (SADE) (LIMA, 2003). Para Pelizaro (2000), os SIG's são especialmente convenientes quando os clientes variam muito e os locais de entrega e/ou coleta estão em constante mudança no sistema de distribuição, como no caso de entrega domiciliar em geral. (por exemplo, lojas de departamentos). Assad (1991) destaca a importância do uso de Sistema de Informações Geográficas em roteirização em função da precisão com que estes sistemas calculam a matriz do tempo de viagem e as distâncias entre clientes. O autor aponta duas razões para utilizar SIG's em roteirização:

- Exatidão na estimativa do tempo de viagem: subestimar o tempo de viagem conduz à faltas no prazo final, enquanto superestimar pode acarretar em subutilização do veículo e motorista, criando tempo improdutivo.
- Melhor qualidade de solução: associada à configuração da rota. Quanto mais detalhada for a rede, no sentido de cobertura de todos os nós e *links* (que representam as paradas e a ligação entre estas paradas), mais detalhadas serão as informações com relação ao caminho, repassadas para o algoritmo de roteirização.

Observa-se que o GPS combinado com uma base geográfica de dados de um SIG, permite ao despachante localizar o veículo, na rede viária, a qualquer instante. Essa facilidade permite alocar o veículo mais próximo e disponível a uma tarefa emergencial. Por isso, a tendência atual dos *software* de roteirização é de executarem a programação em tempo real através da Internet. Com a utilização de *Palm-Tops* (computadores de mão), motoristas dos veículos poderão não somente se comunicar com a sede como também obter informações sobre tráfego e sobre condições de tempo, além de trocar mensagens com os clientes e solicitar socorro, quando necessário (NOVAES, 2004). Estes recursos vêm atender a muitos clientes, que constantemente indagam sobre a situação de seus pedidos, quando os produtos serão entregues e ainda onde estão as cargas.

2.4.7. Aplicações Práticas

Chih (1987) examina a influência dos custos fixos e variáveis na determinação de roteiros de veículos de diferentes capacidades para entregas em zona urbana. O trabalho apresenta um procedimento desenvolvido com o objetivo de minimizar o custo total, sujeito às restrições de capacidade dos veículos, tempo máximo de jornada e demanda dos pontos de entrega. A heurística proposta é uma modificação do algoritmo do roteiro gigante SGT de Golden (1991). Os resultados obtidos mostram que o modelo proposto aproxima melhor as soluções em relação aos roteiros que seriam gerados na prática, pois consideram custos específicos por tipo de veículo, ao contrário da maioria dos modelos existentes. Além disso, o modelo permite obter soluções que utilizam veículos menores em múltiplas viagens por dia, ao invés de veículos maiores alocados a uma única rota.

Bose (1990) apresenta a seleção e aplicação de um algoritmo para a determinação do melhor esquema de entregas referente à roteirização de veículos, considerando as variáveis tamanho da frota, capacidade do veículo, tempo de entrega e a quantidade a ser entregue em cada ponto de demanda. O algoritmo “*Clarke Wright Vehicle Routing Problem – CRVRP*” foi selecionado para aplicação ao caso de entregas para uma cidade de médio porte, sendo a seguir adaptado às necessidades do problema. Dois tipos de aplicação foram realizados, utilizando programação em Turbo Pascal 4.0. Uma delas utilizou aplicações sucessivas do algoritmo, eliminando pontos a serem analisados a cada processamento. A outra consistiu na determinação de “bolsões” de pontos de entrega e aplicação do algoritmo a cada um desses

conjuntos. Os resultados puderam ser comparados a duas soluções reais de empresa, mostrando-se satisfatórios.

Holt e Watts (1991) discutem o problema de roteirização e programação de veículos na distribuição de jornais em três empresas diferentes em três cidades na Austrália.. Embora as empresas de jornais prefiram manter as rotas o mais estáticas possível, a demanda, o tamanho do papel e os distribuidores estão em constante mudança. Então, é necessário melhorar as rotas regularmente. O trabalho resultou na redução do número de veículos empregados na distribuição e redução da distância total percorrida.

Levy e Bodin (1991) apresentam o problema de viagem de rotas caminhadas, no qual foi fornecido um grupo de carteiros que devem entregar a correspondência em uma área específica (como a área de um CEP) durante seu percurso a pé. Dois algoritmos são propostos para resolver este problema. Estes algoritmos são testados em uma variedade de problemas baseados em uma parte da área postal em Forte Worth, Texas. Os autores relatam que ambos algoritmos são eficazes em relação aos critérios múltiplos propostos para o problema, além de provar que estes algoritmos são computacionalmente eficientes.

Pape (1991) relata o problema de transportadores de automóveis, que levam carros dos fabricantes para as concessionárias. Desde que um caminhão padrão possa levar aproximadamente oito carros, dependendo do tipo do caminhão e do tamanho dos carros, é freqüentemente necessário que o transportador combine carros de vários tamanhos na mesma entrega para otimizar a utilização dos caminhões. Um entregador pode visitar mais de uma concessionária, e entregas de diferentes fabricantes para a mesma concessionária podem ser combinadas. Além disso, várias entregas que não enchem um caminhão podem ser arranjadas em uma série de entregas menores (por até cinco dias) para obter uma utilização contínua do veículo. O trabalho apresenta como resultado a proposta de minimização do custo, que está diretamente relacionado à redução do número de quilômetros percorridos com o caminhão vazio e a reestruturação da programação dos veículos, obtendo serviços mais econômicos e a colocação de novos pedidos no programa atual mais facilmente.

Hooban (1991) aborda o papel dos algoritmos, características especiais, suporte, documentação e implementação na comercialização de um pacote de *software* de programação e roteirização de veículos. O trabalho discute implicações para a pesquisa, projeto de *software* e penetração no mercado. Os tópicos variam da situação do mercado a como o *software* de roteirização é vendido (isto é, para quem, por que razões, a que preços, etc.). Com relação aos algoritmos, eles podem variar entre as rotinas Clarke-Wright aos novos processos desenvolvidos por uma variedade de fontes. Os autores relatam que os pacotes

comerciais variam bastante na intensidade em que usam os algoritmos, na sofisticação dos mesmos e em como eles se tornam disponíveis aos usuários. Por outro lado, usuários de tais sistemas demonstram um grande conhecimento e habilidade para avaliar os aspectos tecnológicos dos pacotes comerciais.

Cunha (1997) trata do problema de roteirização de veículos com janelas de tempo e duração máxima da jornada. Os veículos da frota podem ser de diferentes tamanhos. A estratégia de solução proposta é baseada na relaxação Lagrangiana das restrições do modelo relacionadas ao atendimento de todos os clientes exatamente uma vez. Como o problema relaxado é ainda difícil de resolver, a estratégia proposta é heurística, e utiliza uma versão aprimorada de um algoritmo de etiquetamento permanente para o problema de caminho mínimo com janelas de tempo. Três diferentes heurísticas são desenvolvidas a partir desta estratégia de solução. Duas delas destinam-se exclusivamente a problemas com frotas homogêneas. Já a heurística de Agrupamento e Alocação Seqüencial pode ser utilizada em problemas com frota heterogênea. As heurísticas foram avaliadas considerando-se seis conjuntos de problemas-teste. Os resultados demonstraram que a Heurística de Agrupamento e Alocação Seqüencial apresentou desempenho geral superior ao das heurísticas de Solomon (1987). As outras duas heurísticas apresentaram desempenho satisfatório em alguns conjuntos de problemas-teste. A Heurística de Agrupamento e Alocação Seqüencial foi aplicada a um problema real de distribuição física na Região Metropolitana de São Paulo, que compreendeu 136 entregas. Os resultados obtidos permitiram uma redução da distância total percorrida, dos custos operacionais e da frota necessária, em comparação com a solução manual da empresa.

Deluqui (1998) aborda os sistemas de coleta de resíduos sólidos domiciliares em municípios brasileiros, caracterizando o planejamento e execução de serviços em municípios de médio porte. O Sistema de Informação Geográficas (SIG) foi o fator determinante neste trabalho, sendo utilizado o *software TransCAD* como ferramenta para a roteirização dos veículos coletores. Foi realizado um estudo de caso na cidade de São Carlos, SP, abrangendo cinco setores de coleta que compõem a área central. Os resultados indicaram que a quilometragem de repetição de passagem, em ruas já servidas, foi superior quando calculada a partir da aplicação do *TransCAD*. Com relação a característica do sistema de coleta dos municípios brasileiros observou-se que o aspecto operacional relativo a definição dos roteiros não são priorizados dentro do sistema de gerenciamento da coleta.

Vieira (1999) estuda métodos racionais de roteirização de ônibus urbanos para a escolha de um método adequado à aplicação em grandes cidades brasileiras. Para se conhecer as diferenças locais em termos de planejamento dos itinerários, o autor apresenta um

levantamento feito junto a 11 órgãos gestores. Comparam-se os procedimentos adotados no Brasil com os adotados nos Estados Unidos e Canadá e escolhe-se o melhor método com base em critérios existentes na literatura. A pesquisa alcançou seu objetivo, onde o método indicado pode ser aplicado, com algumas modificações concernentes principalmente à coleta de dados.

Diniz (2000) faz uma análise em usinas sucoalcooeiras, que utilizam grandes áreas para o cultivo da cana-de-açúcar, conhecidas como fundos agrícolas. Nesses fundos agrícolas, as atividades são desempenhadas por uma grande quantidade de máquinas agrícolas diferentes. As necessidades dessas máquinas como combustível, óleo lubrificante e outras, são supridas pelos comboios de manutenção. O trabalho propõe um método para análise do tamanho da frota de comboios de manutenção para o atendimento às máquinas, utilizando o *TransCAD*. Um estudo foi realizado na Usina da Barra S.A., localizada no município de Barra Bonita, SP. Diversas simulações de atendimento, com configurações diferentes de distribuição das máquinas foram realizadas. O atendimento às situações reais de distribuição das máquinas também foi analisado, onde em um dos dias escolhidos as simulações apresentaram uma redução de 19,6% nos custos variáveis (distância percorrida) de transporte.

Pelizaro (2000) realiza a avaliação de um *software* comercial de roteirização de veículos. Tal *software*, o *Delivery*, se propõe a ser uma ferramenta de apoio à decisão na escolha da rotina operacional de coleta e/ou distribuição física de produtos, através da criação de roteiros alternativos, o que possibilita analisar a viabilidade de implantação da rotina operacional. Um estudo em empresas que utilizam procedimentos sistemáticos foi realizado, com a intenção de caracterizar o cenário em que se desenvolve a atividade de distribuição física. O trabalho identificou características relevantes para sistemas comerciais de roteirização de veículos e os *software* utilizados pelas empresas em questão. Finalmente, a autora realiza uma análise empírica comparativa entre os *software Delivery* e *TransCAD*, através da aplicação de problemas teste encontrados na literatura, que representam algumas classes do problema de roteirização de veículos, além da aplicação de um caso real. Os resultados demonstraram que a heurística do *software TransCAD* apresenta melhor desempenho que a do *software Delivery*.

Znamensky e Cunha (2000) tratam do problema de roteirização e programação de veículos para o transporte de idosos e deficientes por veículos de pequenas capacidades (“peruas” e “vans”), sujeito a restrições operacionais e temporais, serviço que está em operação no município de São Paulo desde 1996. A estratégia de solução proposta é a utilização de uma heurística de inserção paralela, seguida de uma etapa de melhoria das rotas

obtidas por meio de métodos de busca local. Embora não tenha sido possível analisar os dados relativos à programação efetivamente executada pela empresa, a frota programada conseguiu, em relação à prática manual, uma utilização de apenas 69% da frota disponível.

Teixeira e Cunha (2002) apresentam o Problema de Dimensionamento e Roteirização de uma Frota Heterogênea, levando em consideração os custos fixos e variáveis e as restrições de capacidade. As heurísticas propostas pelos autores baseiam-se em combinações de rotas obtidas a partir da solução de sucessivos problemas de designação. O problema de designação foi modelado como um Problema de Circulação com Custo Mínimo e solucionado através do algoritmo *Out-of-Kilter*. As heurísticas implementadas foram analisadas e comparadas para diferentes instâncias de problemas.

Naruo (2003) apresenta um estudo sobre o sistema consorciado intermunicipal para destinação dos resíduos sólidos urbanos, para auxiliar os municípios de pequeno porte na solução da inadequada destinação do lixo. Os estudos foram realizados através de análises de custos com enfoque logístico, no nível estratégico de localização de facilidades, roteirização e programação da frota. Os estudos foram conduzidos no *TransCAD*, onde foi realizado a localização dos aterros sanitários. Para se chegar à situação de menor custo, diversas configurações foram consideradas, nas quais foram variados o número de aterros que atendem os municípios, e a presença ou não de estações de transferência de resíduos. Os resultados do trabalho comprovam quantitativamente que o consórcio é mais eficiente do que a solução isolada para cada município.

Cunha (2003) aborda o problema de roteirização e programação de visitas domiciliares realizadas diariamente por um conjunto de gerentes de uma instituição bancária. As visitas, com hora marcada, são agendadas por telefone a partir de um sistema tipo teleatendimento e devem ser programadas até o final do dia, para atendimento no dia seguinte. Os gerentes estão alocados em diferentes agências. O problema foi considerado como um problema de roteirização e programação de veículos com restrições de janela de tempo e múltiplas bases. Ao contrário da quase totalidade dos problemas reais que envolvem roteirização e programação de veículos, que requerem heurísticas em função de sua complexidade combinatória, as características particulares do problema em questão permitiram sua simplificação e solução por intermédio de um algoritmo exato, por sua representação como um problema de fluxo em rede. O algoritmo proposto foi implementado e aplicado com sucesso ao problema.

Smiderle *et al.* (2003) propõem uma solução para o serviço de leitura dos medidores das contas de água dos clientes, efetuado por uma empresa de saneamento básico

do município de Pato Branco (PR), utilizando algumas técnicas da Pesquisa Operacional. A metodologia apresentada divide o trabalho em duas fases distintas: na primeira fase são formados os grupos de atendimento para cada leiturista e, na segunda fase, são formadas as rotas para cada um deles. Para a primeira fase, utilizou-se um algoritmo genético cuja resposta é melhorada com a heurística clássica de Teitz e Bart, definindo-se assim, as 12-medianas necessárias para o problema. Estas medianas servem como “sementes” para a formação dos 12 grupos de atendimento dos leituristas, obtidos através do algoritmo de designação de Gillett e Johnson. O problema é resolvido na segunda fase, utilizando a formulação matemática do Problema Carteiro Chinês. O PCC mostrou-se eficiente e comparando a solução da implementação com a solução atual do problema, percebe-se no total uma melhoria de 6,15%. Isso representa uma redução média de 7.200 metros no circuito total deste grupo de 774 pontos.

2.4.8. Considerações Finais

Os conceitos abordados neste capítulo visam proporcionar o embasamento teórico para o estudo de distribuição física e roteirização em um atacadista.

Vários trabalhos relacionados ao assunto foram encontrados na literatura, alguns deles foram apresentados no item 2.4.7, porém observa-se a escassez de trabalhos relacionados a atacadistas. Assim as possibilidades de aplicação deste estudo são abrangentes, evidenciando a importância do estudo.

O próximo capítulo apresenta o estudo de caso realizado no Atacado Vila Nova, onde a partir desta Revisão Bibliográfica, as evidências encontradas, serão analisadas e comentadas no capítulo 4.

3. ESTUDO DE CASO: ATACADO VILA NOVA

Esse capítulo apresenta o estudo de caso conduzido no Atacado Vila Nova, localizado no sul de Minas Gerais. O capítulo apresenta, inicialmente, as considerações da literatura acerca da metodologia de pesquisa a ser empregada no trabalho (item 3.1). Em seguida, apresentam-se as questões de pesquisa (item 3.2), a seleção do objeto de estudo (item 3.3), os métodos utilizados para a coleta dos dados (item 3.4) e, finalmente, as evidências coletadas no estudo de caso (item 3.5).

3.1. Metodologia da pesquisa

Um problema de grande relevância é a escolha do método de pesquisa. O método possibilita o desencadeamento do processo de coleta de dados. Existem várias maneiras de se fazer uma pesquisa, onde cada estratégia possui suas vantagens e desvantagens, dependendo praticamente de três condições: a) o tipo de questão; b) o controle do pesquisador sobre os eventos comportamentais efetivos; c) o foco em fenômenos históricos, em oposição a fenômenos contemporâneos (YIN, 2003). Yin (1994) afirma que para se definir o método a ser usado é preciso analisar as questões que são colocadas pela investigação. De maneira geral é difícil afirmar que existem métodos perfeitos. A literatura mostra que para cada caso o pesquisador tem que decidir qual o método ou a combinação de métodos será mais adequado à pesquisa.

A partir de uma revisão sobre metodologia de pesquisa, foi realizada uma classificação da abordagem e método de pesquisa que serão adotados neste trabalho. A abordagem mais adequada para este trabalho é a qualitativa, pois esta procura conhecer e compreender, a partir das informações obtidas na fundamentação teórica, como a roteirização está sendo abordada no ambiente operacional. A pesquisa não visa criar modelos, delineamento padrão ou validações/testes estatísticos, apenas converte opiniões para uma formação mais estruturada. Os métodos qualitativos são úteis para fenômenos amplos e complexos, onde o conhecimento existente é insuficiente para permitir a proposição de questões causais ou quando o fenômeno não pode ser estudado fora do contexto no qual ele naturalmente ocorre (BONOMA, 1985).

Observa-se que este trabalho possui uma grande aderência às características citadas por Bryman (1995) para métodos qualitativos, onde:

- O pesquisador observa os fatos sob a óptica de alguém interno à organização;
- A pesquisa enfatiza o processo dos acontecimentos, isto é, a seqüência dos fatos ao longo do tempo;
- O enfoque da pesquisa é mais desestruturado, não há hipóteses fortes no início da pesquisa.

Com relação ao método, Bryman (1995) cita como principais métodos: a pesquisa experimental, a pesquisa de levantamento, o estudo de caso e a pesquisa-ação. Analisando os métodos, o estudo de caso foi selecionado, pois se demonstrou mais adequado aos objetivos da pesquisa. Para Yin (2003) o estudo de caso é preferido quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, questões explicativas e que tratam de relações operacionais que ocorrem ao longo do tempo.

Yin (1994) apresenta quatro aplicações para o Método do Estudo de Caso:

- Para explicar ligações causais nas intervenções na vida real que são muito complexas para serem abordadas pelas “*surveys*” ou por estratégias experimentais;
- Para descrever o contexto da vida real no qual a intervenção ocorreu;
- Para fazer uma avaliação, ainda que de forma descritiva, da intervenção realizada;
- Para explorar situações onde as intervenções avaliadas não possuam resultados claros e específicos.

Greenwood (1973) e Tull e Hawkins (1976) afirmam que um estudo de caso consiste em uma análise intensiva de uma situação particular ou uma unidade social. Einsenhardt (1989) descreve o método como uma estratégia de pesquisa focada no entendimento da dinâmica de uma organização. Estas características são encontradas nesta pesquisa, onde sua natureza exploratória busca a captação das perspectivas e interpretações das pessoas e, desta forma, compreender o ambiente e esclarecer os conceitos, relacionando-os ao ambiente, para validar o estudo e definir seu problema. Embora este tipo de técnica apresente como inconveniente a dificuldade de se fazer generalizações válidas além do caso individual em estudo, este método parece ser o mais adequado ao propósito de mostrar a realidade da empresa escolhida.

Quanto às evidências, o estudo de caso possui seis possíveis fontes de dados, onde cada uma possui seus pontos fortes e fracos, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Fontes de evidências: pontos fortes e pontos fracos

Fontes de Evidências	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Documentação	<ul style="list-style-type: none"> • estável – pode ser revisada inúmeras vezes • discreta – não foi criada como resultado do estudo de caso • exata – contém nomes, referências e detalhes exatos de um evento • ampla cobertura – longo espaço de tempo, muitos eventos e muitos ambientes distintos 	<ul style="list-style-type: none"> • capacidade de recuperação – pode ser baixa • seletividade tendenciosa, se a coleta não estiver completa • relato de visões tendenciosas – reflete as idéias preconcebidas (desconhecidas) do autor • acesso – pode ser deliberadamente negado
Registros em arquivos	<ul style="list-style-type: none"> • [os mesmos mencionados para documentação] • precisos e quantitativos 	<ul style="list-style-type: none"> • [os mesmos mencionados para documentação] • Acessibilidade aos locais graças a razões particulares
Entrevistas	<ul style="list-style-type: none"> • direcionadas – enfocam diretamente o tópico do estudo de caso • perceptivas – fornecem interferências causais percebidas 	<ul style="list-style-type: none"> • visão tendenciosa devido a questões mal-elaboradas • respostas tendenciosas • ocorrem imprecisões devido à memória fraca dos entrevistado • flexibilidade – o entrevistado dá ao entrevistador o que ele quer ouvir
Observações diretas	<ul style="list-style-type: none"> • realidade – trata de acontecimentos em tempo real • contextuais – tratam do contexto do evento 	<ul style="list-style-type: none"> • consomem muito tempo • seletividade – salvo ampla cobertura • flexibilidade – o acontecimento pode ocorrer de forma diferenciada porque está sendo observado • custos – horas necessárias pelos observadores humanos
Observação participante	<ul style="list-style-type: none"> • [os mesmos mencionados para observação direta] • perceptiva em relação a comportamentos e razões interpessoais 	<ul style="list-style-type: none"> • [os mesmos mencionados para observação direta] • visão tendenciosa devido à manipulação dos eventos por parte do pesquisador
Artefatos físicos	<ul style="list-style-type: none"> • capacidade de percepção em relação a aspectos culturais • capacidade de percepção em relação a operações técnicas 	<ul style="list-style-type: none"> • seletividade • disponibilidade

Fonte: Yin (2003)

Para Yin (2003), nenhuma das fontes apresentadas na tabela possui vantagens indiscutíveis umas sobre as outras. Na verdade, elas são altamente complementares. Este trabalho utiliza como fonte de evidências a técnica de entrevista semi-estruturada, em que o investigador pode solicitar aos entrevistados a apresentação de fatos e de suas opiniões (JESUS, 2003). Visando ainda entender a relação entre as questões da pesquisa e o objeto de estudo com o máximo de confiabilidade e de forma imparcial, faz-se uso de documentação, registros em arquivos e observação direta.

3.2. Questão da Pesquisa

A pesquisa aqui descrita é uma tentativa de entender e explorar o processo de distribuição física e a roteirização do objeto de estudo, respondendo a questão:

- Como é o processo de distribuição física e roteirização da empresa?

Esta questão de pesquisa foi desdobrada em diversas perguntas relativas ao processo, que foram referenciadas em um roteiro de pesquisa e que serão detalhadas no item 3.3.3.

3.3. Unidade de Pesquisa

3.3.1. Critérios para seleção

Para a seleção da unidade de pesquisa alguns pontos foram considerados:

- Facilidade do pesquisador na obtenção de dados e acesso a informações da empresa;
- A empresa estava aberta à realização de estudos em sua estrutura organizacional, almejando por melhorias e reduções de custos;

- Pelo déficit de transportes (as receitas geradas no pagamento das entregas dos clientes menos os gastos do setor) gerado no ano de 2003 e 2004, conforme informações do próprio setor;
- Por seu significativo faturamento de R\$ 216.000.000,00 no ano de 2004, ressaltando sua importância no setor;
- O setor atacadista apresenta vários clientes dispersos geograficamente, ou seja, quantidade de clientes e sua distribuição espacial complexa;
- Os clientes fixam diversos horários de recebimento, criando um ambiente complexo de janelas de atendimento;
- A empresa apresenta roteirização e programação de veículos diária, originando rotas diferentes para regiões diversas;
- A empresa tem como diretriz a entrega dos pedidos no menor tempo possível;
- Levantamentos preliminares junto ao setor de transporte da empresa, que indicavam que as rotas planejadas apresentam grande divergência para as rotas executadas.
- A intenção de se conhecer os critérios operacionais deste cenário, analisando se a roteirização não se limita apenas ao conhecimento das regiões e a experiência do roteirista.

3.3.2. Objeto de Estudo

A empresa selecionada para a condução do estudo de caso foi o Vila Nova, um distribuidor de produtos que atua nos estados de MG e SP. O grupo Vila Nova foi fundado em 1928, em Monte Azul Paulista, no interior de São Paulo, sendo transferido para Poços de Caldas em 1946; surgiu assim, o Armazém Vila Nova. A empresa ampliou suas instalações e, em 1980, passou a se chamar “Atacado Vila Nova”. Hoje a empresa trabalha com o nome fantasia “Vila Nova”, fruto de uma recente ruptura na sociedade. A empresa é composta por um centro de distribuição (CD), matriz do Grupo que está situada em Poços de Caldas – MG e possui 15.000 m² de área de armazenagem, responsável pela distribuição de 4.000 produtos industrializados. Estes produtos estão sub-divididos nas categorias: Alimentícios; HPC - que consiste em higiene pessoal, perfumaria, farmácia e cosméticos; Limpeza; e Bebidas.

O público alvo da empresa são pequenos e médios clientes varejistas, que estão distribuídos geograficamente em 154 praças, que podem ser cidades, municípios ou distritos, presentes nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Atualmente o grupo Vila Nova está com 51.000 clientes cadastrados na sua base de dados, dos quais 11.000 estão ativos no CD, ou seja, realizaram algum tipo de compra nos últimos quatro meses.

Observa-se que às entregas dos clientes ocorrem de segunda a sábado, onde para cada cliente são respeitadas as restrições de dia e janela de tempo (janela de atendimento). Para este processo de distribuição física a empresa conta com dois pontos de Transbordo, localizados em Araraquara-SP e Vinhedo-SP. Estes pontos são estruturas físicas que recebem cargas consolidadas do CD via veículos maiores ou carretas e as pulverizam (distribuem) em veículos menores, para realizar a entrega aos clientes.

O grupo Vila Nova possui também uma unidade de Auto-Serviço, conhecido como *Cash & Carry* ou pague e leve, que está situada na Marginal Tietê em São Paulo – SP, com 3.500 m² de área de vendas. Observa-se pelo histórico de transferências que 40% do abastecimento desta unidade é realizado pelo CD. O grupo possui ainda um supermercado em Poços de Caldas, também abastecido com produtos do CD. Para o processo de abastecimento do CD, os produtos são coletados de diversos fornecedores, localizados principalmente nos estados de MG, RJ e SP.

O grupo conta com 82 veículos próprios para realizar os trabalhos de transportes, sendo estes 5 cavalos mecânicos (8 carretas baú para 35.000kg), 3 caminhões Trucks baús para 10.000 kg, 2 caminhões Trucks carrocerias abertas para 10.000kg, 68 caminhões Tocos (2 para 6.000kg + 5 para 5.600kg + 61 para 5.000 kg), 3 caminhões $\frac{3}{4}$ para 3.500 kg e 1 Van (3.000kg). A empresa também agrega 7 veículos terceirizados que atendem a região do Vale do Paraíba (3 Trucks para 8.000kg e 4 para 5.000kg) e ainda terceiriza uma grande parte dos cavalos e carretas que pertencem ao processo de transferência.

Neste contexto nota-se a importância do processo de roteirização, que é responsável, segundo as informações da empresa, pelo melhor prazo de entrega do setor.

3.3.3. Roteiro das entrevistas

Conforme citado anteriormente, um roteiro foi elaborado para dirigir as entrevistas a partir das questões da pesquisa, onde o pesquisador busca evitar o distanciamento dos objetivos do trabalho. O roteiro de entrevista procurou obedecer a uma

estrutura lógica que permitisse responder as dúvidas levantadas de forma clara e objetiva. Nesse sentido, os roteiros foram divididos em áreas de relação, a partir de uma conversa operacional com o encarregado da roteirização, onde surgiram perguntas com o objetivo de evidenciar informações que deveriam ser coletadas e o motivo para coletá-las.

Para facilitar o controle das entrevistas o roteiro foi dividido em duas partes. A primeira, o roteiro de entrevista, onde se apresentavam os tópicos que deveriam ser abordados. A segunda, o roteiro de controle, onde a partir dos tópicos apresentavam-se como anotações em um nível mais detalhado do processo. Com isto, surgiu o roteiro apresentado na Tabela 7. Para Jesus (2003) *“um roteiro de entrevista possibilita uma maior visualização das informações que precisam ser coletadas em campo de modo a encaminhar respostas adequadas às questões de pesquisa”*.

Tabela 7a – Consolidação do Roteiro de Entrevista e Controle (parte 1)

Dados Gerais	
Roteiro de Entrevista	Roteiro de Controle
• Caracterização do funcionário	Área de atuação do entrevistado
	Cargo do entrevistado
	Tempo de empresa
• Classificação dos produtos	Número de produtos
	Venda fechada ou fracionada
	Tipo de produtos ativos
• Comunicação	Comunicação entre clientes/fornecedores X a empresa
Abastecimento	
Roteiro de Entrevista	Roteiro de Controle
• Caracterização dos Fornecedores	Número de fornecedores ativos
	Programa de desenvolvimento de fornecedores
	Localização dos Fornecedores
• Negociações	Influência das operações de transportes nas negociações da empresa
	Qual é a porcentagem dos custos de transportes nos custos logísticos? E no faturamento?

O roteiro apresentado na Tabela 7 sofreu várias modificações em relação à proposta inicial, para se adequar à pesquisa junto aos profissionais da área, tornando-os mais generalizados, abrangentes e flexíveis. Mesmo assim, durante as entrevistas foram necessárias adaptações para facilitar a comunicação, ajustar possíveis dúvidas e/ou não quebrar o

raciocínio lógico do entrevistado. É importante ressaltar que todos os pontos foram abordados com os entrevistados.

Tabela 7b – Consolidação do Roteiro de Entrevista e Controle (parte 2)

Abastecimento		
Roteiro de Entrevista	Roteiro de Controle	
<ul style="list-style-type: none"> • Operações nas coletas 	Relação de transporte do fornecedor a empresa	
	Pontos importantes considerados nas decisões de transporte para as coletas / retiradas de produtos	
	Qual a importância da roteirização?	
	Software usado na empresa para a otimização / apoio das coletas	
	Índice de atrasos das coletas	
	Há cargas fracionadas destes fornecedores para a empresa?	
Distribuição		
Roteiro de Entrevista	Roteiro de Controle	
<ul style="list-style-type: none"> • Caracterização dos Clientes 	Nº de Clientes	
	Nº de Cadastros por dia	
	Tempo médio de Cadastro	
	Classificação dos Clientes (pequeno, médio, grande)	
	Nº de clientes atendidos por dia	
	Clientes atendidos no mesmo dia	
	Frequência de Compras	
	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição espacial 	Como os clientes estão dispersos geograficamente?
		Qual a região de maior concentração de clientes?
		Qual o <i>software</i> usado na empresa para a otimização / apoio das entregas?
Divisões das regiões de atendimento		
Qual a menor divisão?		
Quais os problemas deste tipo de divisão?		
O que são quadrículas? Como elas influenciam o processo de roteirização?		
<ul style="list-style-type: none"> • Recursos 	Quais recursos são necessários para a roteirização? (Hardware, Pessoal, Áreas de interação, frota, etc...).	
	Quais os equipamentos utilizados no transporte interno do CD (docas móveis e empilhadeiras) para facilitar a carga/descarga e a movimentação interna?	

Tabela 7c – Consolidação do Roteiro de Entrevista e Controle (parte 3)

Distribuição	
Roteiro de Entrevista	Roteiro de Controle
• Gerais	Quais são os pontos importantes considerados de decisão das entregas da empresa em relação ao transporte?
	Qual o índice de atrasos no total de entregas? Como são colocados os produtos nos veículos? Qual a influência da roteirização neste seqüencial?
• Operações de entregas	Qual a importância da roteirização na distribuição?
	Qual é o software de otimização/apoio à decisão utilizado pela empresa para realizar as entregas?
	Como os clientes são localizados pela empresa/visualizados no software? (representação espacial)
	Interações do usuário x software => Por quê existem estas interações
	Há unitização das cargas?
	Qual o percurso mais problemático?
Processo	
Roteiro de Entrevista	Roteiro de Controle
• Logística geral	Existe opção de reentrega de mercadoria?
	Logística Reversa (devoluções, pallets, caixas, etc.)
	Quais seriam os principais problemas de transportes? Quais as possíveis soluções adotadas?
	A empresa possui pontos de apoio terceirizado(s)? Quais? Por quê?
	Como é a relação entre a empresa e as empresas terceirizadas?
	Quais são os pontos críticos do transporte?
	Pontos de melhorias no processo?
	Tempo de atendimento
	Tempo de carga
	Tempo de descarga
	Simplificações / Aproximações / Considerações para facilitar a estatística do setor
	Escolha da posição PC
Qual o modal mais utilizado pelos atacadistas?	

Tabela 7d – Consolidação do Roteiro de Entrevista e Controle (parte 4)

Processo	
Roteiro de Entrevista	Roteiro de Controle
<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento 	Informações geradas no processo?
	Confiabilidade das informações
	Mensuração do processo e impactos na cadeia de suprimentos
	Qualidade das rotas
	Satisfação dos clientes
	Qual a importância dos Indicadores do setor? Quais são estes indicadores? Quem analisa estes indicadores?
	Quais são os mecanismos usados na coordenação do setor?
	Quais são as principais informações para as Tomadas de decisões gerenciais e ações de melhorias?

3.3.4. *Pessoas entrevistadas na empresa*

Numa fase inicial da pesquisa, foi encaminhada uma proposta formal para o encarregado de roteirização e o setor de planejamento e controle logístico (PCL), assinada pelo coordenador de logística. Esta proposta continha o escopo da pesquisa, algumas necessidades e a dúvida sobre quem entrevistar. A proposta provocou uma reunião com o pesquisador, o encarregado do PCL e o encarregado da roteirização, onde os participantes realizaram uma representação da estrutura organizacional da empresa, conforme Figura 9. Nesta figura foram evidenciados os possíveis focos de entrevistas que poderiam contribuir para a realização do trabalho, que foram representadas nas regiões escuras da figura.

Desta forma, para facilitar as entrevistas, os entrevistados foram divididos em três grupos. O primeiro, grupo 1 – encarregado de roteirização e encarregado do PCL, ajudaram na caracterização do cenário e na indicação dos demais entrevistados. O segundo, grupo 2 - o gerente, o encarregado de transportes e o auxiliar de roteirização. Por fim, grupo 3 – auxiliar de expedição, alguns motoristas e ajudantes, o gerente e o encarregado de vendas e o encarregado do serviço de atendimento ao cliente (SAC). Esta divisão procurou facilitar as entrevistas dentro dos grupos e assim abordar todos os termos usados por estes grupos, para encontrar as respostas adequadas às questões de pesquisa.

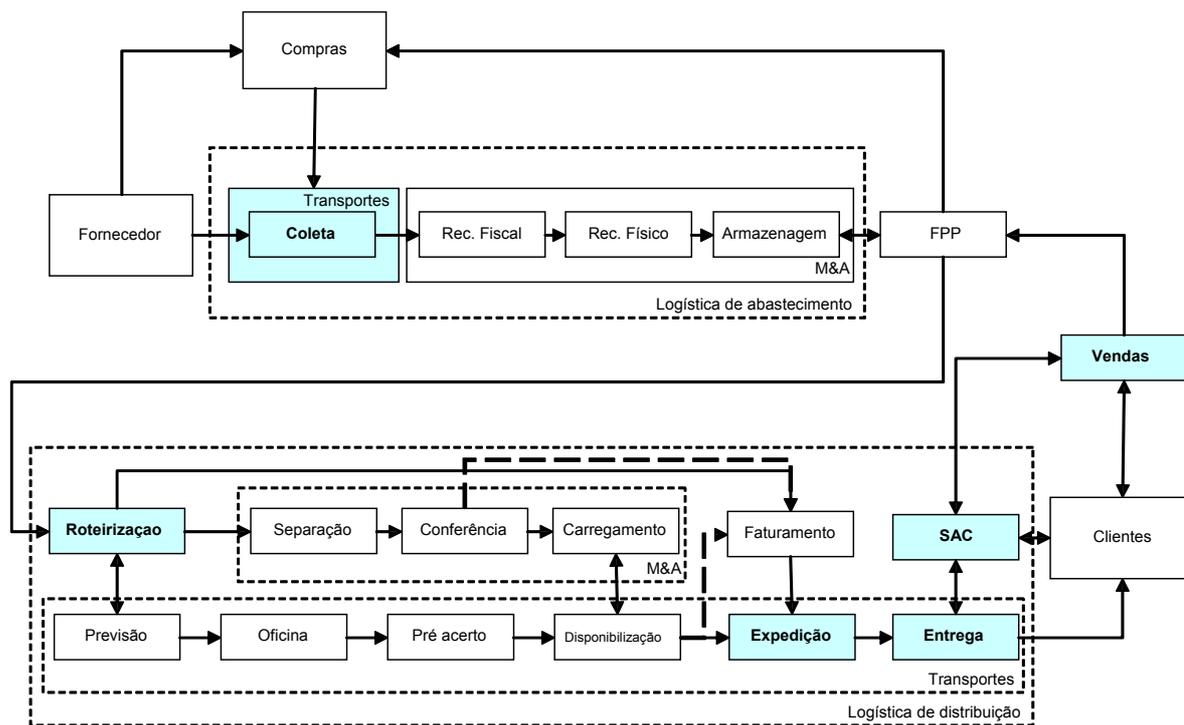


Figura 9 – Representação da estrutura organizacional da Cadeia de Suprimentos do Vila Nova.

3.4. Coleta de dados

Em nível macro, a unidade de análise considerada foi a empresa atacadista do Sul de Minas Gerais, que preencheu os requisitos preestabelecidos para investigação. Já no nível micro, a unidade de observação foram as pessoas que participam direta ou indiretamente das atividades operacionais do processo de roteirização. Nesta análise nos dois níveis descritos, foram usados além das entrevistas, documentos da empresa, banco de dados com as rotas, relação de cargas faturadas, observações presentes nos documentos etc., além da observação direta do processo. A divisão em nível macro e micro e as várias fontes de evidências possuem o intuito de evitar que as conclusões sejam parciais, limitando a pesquisa apenas a visão de um dos lados, empresa ou indivíduo. Portanto, a partir desta divisão e das considerações de múltiplas fontes de evidências, procura-se que a pesquisa convirja para fatos gerais de problemas. Para Yin (2003), qualquer descoberta ou conclusão em um estudo de caso provavelmente será muito mais convincente e acurada quando baseada em várias fontes de informação. Desta forma, pode-se dizer que os procedimentos de coleta dos dados foram os mais sistemáticos possíveis, de modo a aumentar a confiabilidade da pesquisa.

Assim, o processo de coleta iniciou com a análise do roteiro e do método usado. Posteriormente, foram realizadas entrevistas-piloto com três funcionários, um de cada grupo, para verificar e validar a formatação das entrevistas. Logo após este piloto, foram marcadas as entrevistas com cada funcionário. Nas entrevistas, observa-se que o entrevistador fez, em um primeiro instante, algumas perguntas não declaradas, recurso que revelou-se eficaz pelo não comprometimento formal do entrevistado. Após esta etapa, foram feitas as primeiras perguntas da entrevista formal, que serviram como nível intermediário para o entrevistado, onde alguns ainda se mostravam com um certo receio da entrevista. Nesta etapa o entrevistador buscou evidenciar o contexto da pesquisa e conscientizá-los sobre a importância da mesma.

As entrevistas foram gravadas, para evitar que informações fossem perdidas ou dados deixados de lado. Porém, os entrevistados pediram para que a gravação não fosse divulgada fora do ambiente de entrevistas, pois poderiam gerar outras interpretações e que poderiam ser mal interpretadas fora do contexto entrevistado/entrevistador. A partir das entrevistas (gravadas) e da compilação das fontes de evidências complementares, foram descritas as evidências de caso do trabalho.

3.5. Evidências de caso

Para realizar suas funções, o Vila Nova precisa de uma estrutura organizada onde vários departamentos, setores e funcionários participam do fluxo de informações e/ou do produto. Para a empresa, o fluxo de informações inicia-se no cliente e concorrentes, onde estes apontam quais são as tendências e necessidades do mercado. Descobertas as necessidades, a empresa parte para o fluxo do produto, que se inicia a partir do fornecedor que entra em contato com a empresa para disponibilizar sua gama de produtos. Os compradores então analisam o *mix* imposto pelas necessidades, sejam elas mercado, clientes ou de diretrizes da empresa, e compram este produto. A partir desta compra, inicia-se toda a movimentação e armazenagem do produto, que posteriormente é enviado aos clientes conforme seus pedidos.

A empresa atende em média 920 clientes por dia, de segunda a sexta-feira. Realizando uma distribuição mensal de 3.200.000kg, onde são distribuídos 4.000 produtos industrializados que compõem o *mix* da empresa. Observa-se que em função do perfil de

alguns clientes, pela prática de concorrentes e necessidade do mercado, 2.000 destes itens foram abertos para a venda fracionada. Esta grande variedade de clientes e produtos dificulta o planejamento do transporte e a acomodação das cargas nos veículos de coleta e/ou entrega. Deste modo, este tópico aborda as evidências coletadas no objeto de estudo, por meio do método e das fontes escolhidas para o trabalho, onde cada uma delas procura maximizar as informações, na caracterização do ambiente operacional analisado nesta pesquisa.

3.5.1. *Compra do produto*

Como a movimentação dos produtos para abastecimento da empresa se inicia com o processo de coleta no fornecedor, será descrita neste tópico a atividade de compra.

A empresa trabalha com duas condições de compras *CIF* (*Cost, Insurance and Freight* ou Custo, Seguro e Frete). Neste caso, o material cotado já apresenta todos os valores embutidos no preço. A condição *FOB* (*Free On Board* ou Preço sem Frete Incluso), não tem os valores de frete incluso no produto, onde esta decisão é negociada no momento das compras com os fornecedores. De maneira geral, para as compras realizadas na opção *FOB*, os compradores conseguem em suas negociações descontos que variam de 1,5% a 5% do valor do produto comprado. A decisão de escolha da condição e do desconto está diretamente vinculada aos compradores da empresa e nas situações impostas nas negociações, onde uma parte dos valores da negociação é direcionada para o departamento de transportes para pagar os gastos relativos à coleta do produto em questão.

A maior parte das compras são realizadas na condição *CIF*, com a entrega dos produtos pelo fornecedor. O restante do total comprado é efetuado na condição *FOB*, onde o departamento de compras (compradores) informa ao departamento de transportes, via e-mail, quando (data - previsão e tolerância máxima para retirada), onde (Fornecedor, endereço do fornecedor, referência e cidade) e o que coletar (produtos, especificações do produto, peso, volume). A partir desta comunicação o departamento de transporte é responsável por realizar a programação do veículo para buscar os produtos (coleta). Assim, o departamento de compras pode ser considerado como um dos principais clientes do departamento de transportes. Isto pode ser observado durante a etapa de compra, onde toda a comunicação é realizada pelo setor de compras, que posteriormente informa (“contrata”) o departamento de transporte para coletar (retirar) o produto na expedição do fornecedor (endereço onde será carregado o produto).

3.5.2. Distribuição Física

Para atender os diversos clientes da empresa, a distribuição física conta com uma logística baseada no pólo/central, ou seja, concentra os produtos recebidos dos fornecedores no CD de Poços de Caldas e a partir deste CD, distribui os produtos para as unidades operacionais (transbordos) e/ou clientes. A Figura 10 exemplifica esta situação.

A empresa possui operações distintas de coleta e entrega na distribuição física, assim será tratado nos próximos tópicos, nas seções de coleta e entrega.

3.5.3. Coleta

A partir da informação de compras, o departamento se prepara para atender a demanda de compras realizadas. A maior parte das coletas da empresa correspondem a um par “origem-destino”, ou seja, sistema um-para-um onde um único fornecedor completa a carga do veículo. Com isto, há muitas demandas repetidas para as coletas; por consequência, existem várias rotas repetidas.

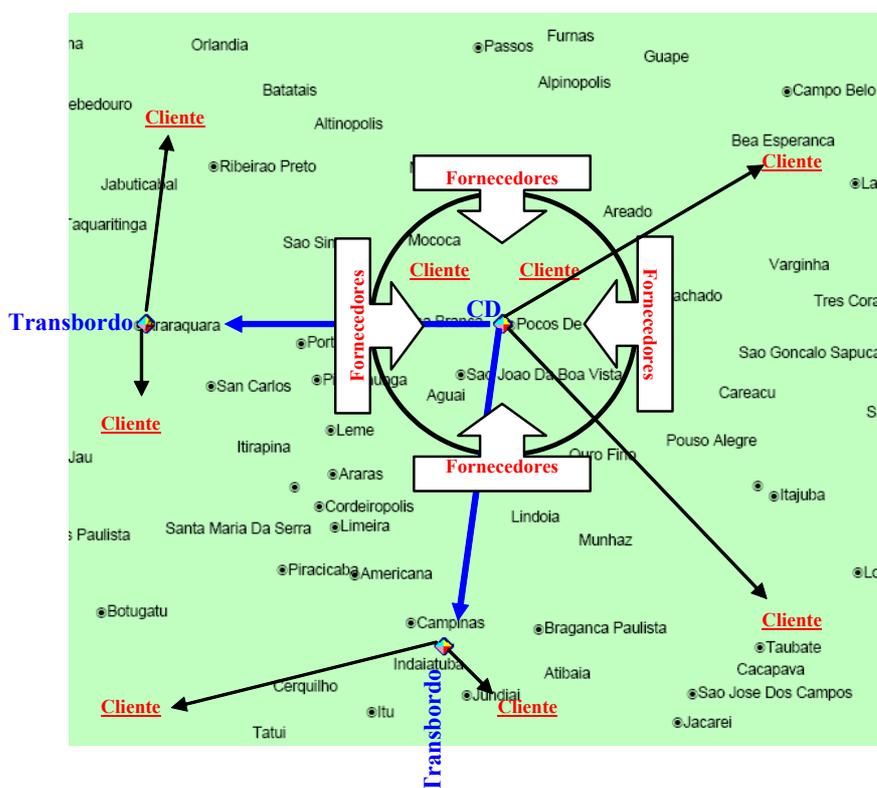


Figura 10 – Esquema de distribuição da empresa

As programações dos veículos para realizar estas coletas são feitas considerando a quantidade programada para dias específicos. A empresa atualmente possui em seu cadastro 4.100 fornecedores, que estão presentes em vários estados e cidades distribuídos pelo Brasil. A Tabela 8 mostra a distribuição dos fornecedores em percentual por estados.

Tabela 8 – Concentração regional de Fornecedores

Estado	%
SP	67,6 %
MG	16,4 %
RJ	3,4 %
PR	2,8 %
RS	2,5 %
SC	2,3 %
Outros estados	5,0%

Como se pode observar na Tabela 8, o estado de São Paulo concentra a maior parte dos fornecedores da empresa. Diante desta quantidade e de sua distribuição, muitas vezes os veículos da empresa não conseguem atender a esta demanda, o que leva a terceirização de veículos para realizarem esta função de cargas excedentes.

A prática de parcerias com fornecedores é comum na empresa, principalmente em campanhas de vendas, promoções ou bônus por alcançar metas de quantidade vendidas ou faturamento alcançado e nestas condições há uma maior movimentação de produtos. Contudo, segundo os entrevistados, não existe fidelidade de nenhuma das partes. Um aspecto altamente enfatizado é o tratamento diferenciado para os fornecedores que apresentam domínio de mercado, com produtos líderes de mercado e muitas vezes tomadores de pedidos de vendas. Estes fornecedores apresentam condições especiais na empresa, sejam elas para armazenagem ou transporte. Isto muitas vezes acarreta em situações de atrasos nas descargas e consecutivas paradas inesperadas de veículos.

Com relação à movimentação e descarga dos produtos, a maior parte dos fornecedores trabalha com cargas paletizadas, ou seja, a maior parte destes fornecedores possui padronização para o embarque de seus produtos, através de paletes (*pallets*) padrão. Contudo, existem fornecedores que possuem cargas fracionadas e isto acarreta alguns problemas para a empresa. Os problemas podem ser em nível de programação do veículo para completar a carga, evitando prejuízos para valores baixos, ou na descarga do veículo na empresa, onde o tempo médio de descarga é afetado, pois existe o trabalho de montagem dos

paletes para armazenagem dos produtos. Como consequência imediata desta paletização, tem-se uma lotação na área de recebimento ou área de conferência, dependendo é claro da quantidade de produtos, quantidade de homens usados na conferência e descarga e, horário de entrada do veículo nas docas de descarga. Algumas carretas chegam a não serem utilizadas na roteirização e/ou transferência por não estarem disponíveis, seja em função do processo de descarga ou em um nível anterior a este, sem nem mesmo chegarem às docas para iniciar o processo de descarga.

De maneira simplificada a Figura 11 mostra o macrofluxograma da operação de coleta.

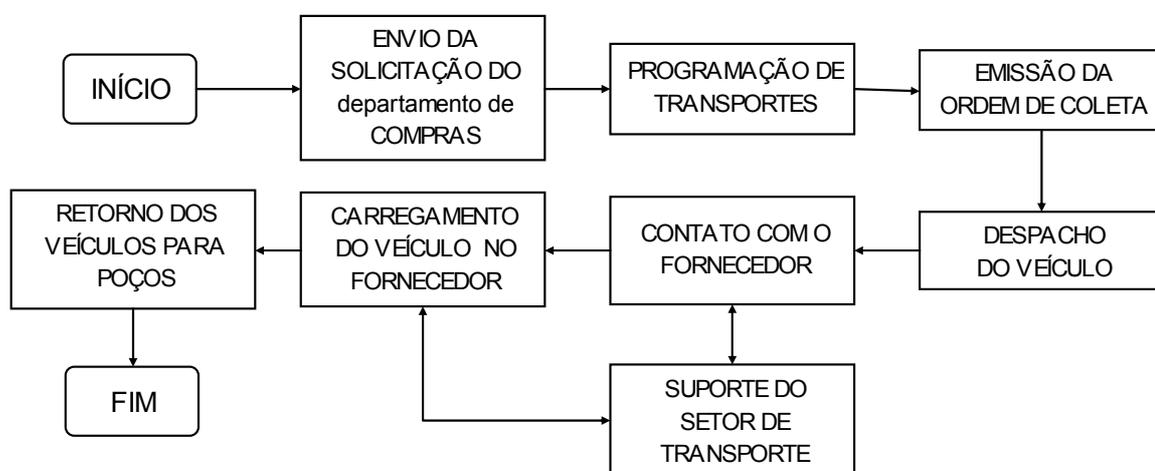


Figura 11 – Macrofluxograma de abastecimento da empresa

Existem vários pontos que podem ser considerados como de grande importância nas decisões de coleta, dentre eles, o prazo acordado para a coleta, melhorias no processo de coleta, custos de frete, distância percorrida, tempo das mercadorias em trânsito, tipo de produtos, disponibilidade do produto no menor tempo, avarias etc.

3.5.4. *Entrega*

A empresa é responsável pela distribuição de diversos produtos em diferentes embalagens de vendas (caixas fechadas, pesados - produtos pesados como óleo, sal ou sabão em pedra e leves - produtos leves como o papel higiênico, lenços de papel, conjuntos - embalagens menores que as caixas, porém não em unidades fracionadas e fracionados – unidades fracionadas). Este processo de entrega tem início após o envio dos pedidos dos vendedores para a empresa. Os pedidos são processados, roteirizados, enviados para a

formação das cargas (separação, preparação e paletização), despachados (expedidos) para a entrega aos clientes, finalizando com a volta dos veículos para as unidades operacionais (UO) ou CD. O macrofluxograma apresentado na Figura 12 descreve as atividades do processo de entrega. No entanto, este macrofluxograma não evidencia as UOs (transbordos), pois segundo a empresa estas UOs estão presentes na atividade descrita como entrega no cliente, ou seja, estas UOs são níveis intermediários (suporte) para o atendimento dos clientes

A atividade de formação de carga afeta diretamente a entrega dos produtos, seja na saída dos veículos ou na distribuição efetiva das mercadorias nas entregas, pois as diferentes embalagens de vendas e produtos não apresentam formas iguais de separação e acomodações nos veículos. Com relação à separação, os produtos fracionados são separados de duas formas:

- *Consolidados* – todos os produtos da uma determinada rota saem consolidados no mapa de separação, ou seja, todos os clientes que não pertencem a divisão da empresa conhecida como “*farma*” (ou farmácia) são separados juntos e seus produtos são consolidados em uma caixa plástica;
- Os produtos fracionados da *divisão farma* – são separados em caixas personalizadas, caixas de papelão ou plásticos, com a identificação do cliente. Tanto a forma 1 como a 2 são colocadas em caixas plásticas grandes, sendo elas empilhadas para formar a carga de uma determinada rota.

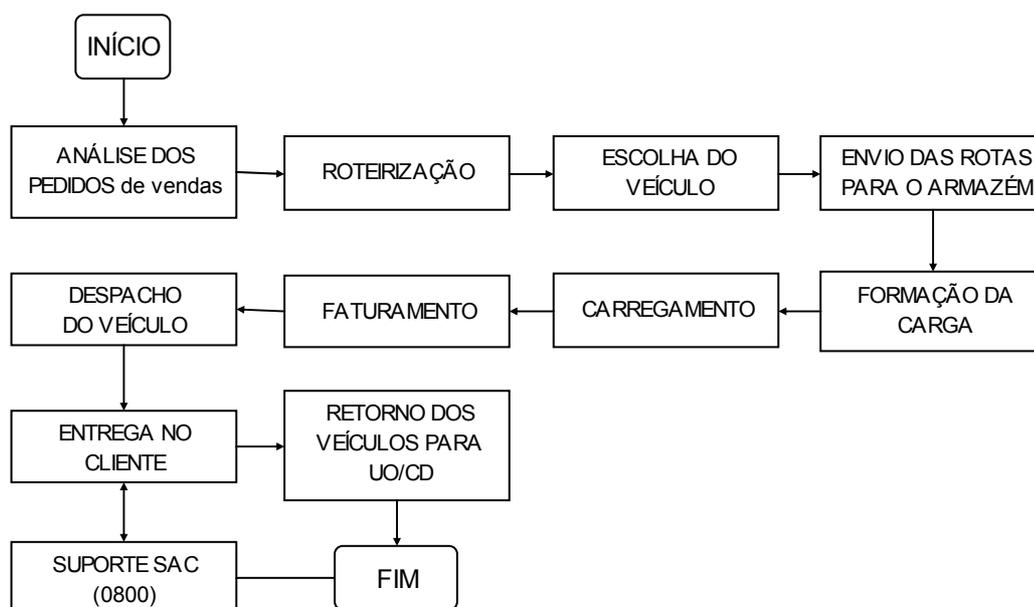


Figura 12 – Macrofluxograma de distribuição da empresa

A caixa plástica usada para agrupar (consolidar) os produtos fracionados é apresentada na Figura 13. A figura também mostra a foto do palete PBR, padrão brasileiro e o

plástico *stretch*, usado para reforçar os paletes depois de montados. Geralmente, as caixas plásticas são divididas em dois paletes que serão colocados na traseira dos veículos de entrega. Estas caixas possuem identificação junto ao mapa de cargas do motorista para que possa efetuar a entrega.



Figura 13 – Material usado na formação das cargas

Para os produtos pesados e leves, há a separação dos clientes de acordo com o seqüencial de entrega, onde os paletes são formados por caixas em função da distribuição imposta para a entrega dos clientes e seu peso (mais pesados na base do palete). Assim, para um caminhão toco (5.000 kg) com divisão para 10 paletes, os produtos do pesado e leveza serão distribuídos em 8 paletes, sendo o palete 1 formado por produtos que deverão ser entregues nos primeiros clientes, no palete 2 estarão os clientes seguintes, e assim sucessivamente. Logo, a formação da carga de entrega é composta, para este exemplo, pelos 8 paletes dos produtos pesados e leves e, pelos 2 paletes dos produtos fracionados, que estão acomodados nas caixas plásticas. A Figura 14 exemplifica a distribuição dos paletes e das caixas plásticas. Observa-se que a Figura 14 apresenta a distribuição da carga nos paletes (no caso de 1 a 8) na parte frontal do baú e o agrupamento das caixas plásticas (em 2 paletes) na parte traseira do veículo.

Antes do carregamento, os paletes são conferidos e plastificados (este plástico é passado por volta dos produtos no palete), que então estão liberados para o carregamento. A Figura 15 mostra o carregamento dos produtos. O lado direito da Figura 15 mostra alguns

paletes plastificados, imagem ampliada dos paletes do centro da figura, e no lado esquerdo tem-se o carregamento dos produtos no veículo.

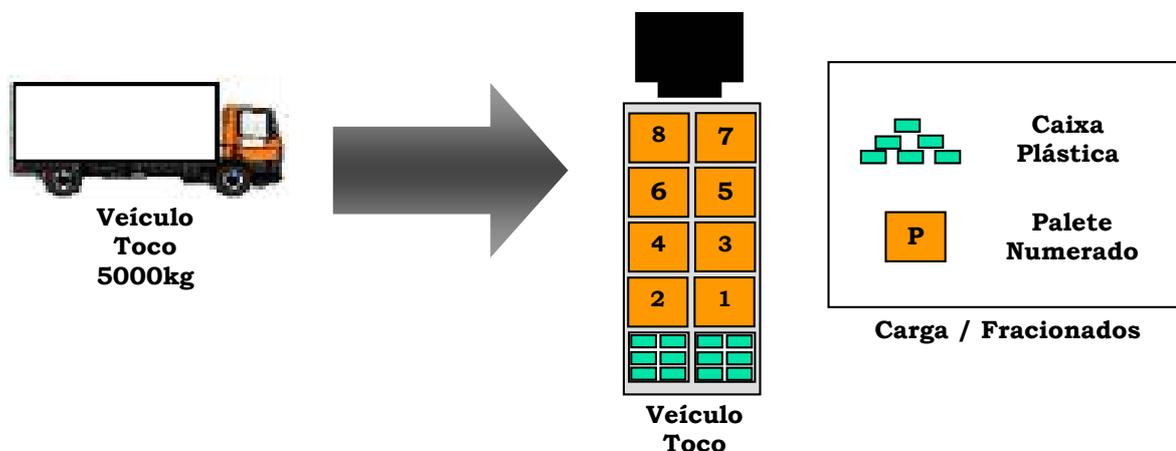


Figura 14 – Alocação de carga no veículo de entrega



Figura 15 – Carregamento de veículos

Depois de carregados e faturados, os veículos podem ser expedidos. Esta expedição ocorre em dois níveis. Um para rotas de entrega a partir da matriz, com cargas para entrega aos clientes, e outra para as rotas de transferência, carretas com cargas destinadas as UOs. As cargas destinadas as UOs chegam nas unidades, são descarregadas, conferidas e então carregadas em veículos menores que irão realizar as entregas. A empresa denomina esta operação de mudança de veículos de pulverização. Os veículos saem então das UOs para realizar as entregas nos clientes. A Figura 16 ilustra o processo de transferência e distribuição da matriz/UOs. A Figura esta dividida em três partes, na primeira (parte superior), observa-se as rotas de distribuição executadas pela matriz, as transferências para as UOs e as rotas de distribuição a partir das UOs. A segunda parte (ao centro) apresenta uma ampliação da

transferência de mercadorias, da matriz para as UOs e a terceira (abaixo), o esquema de pulverização de cargas.

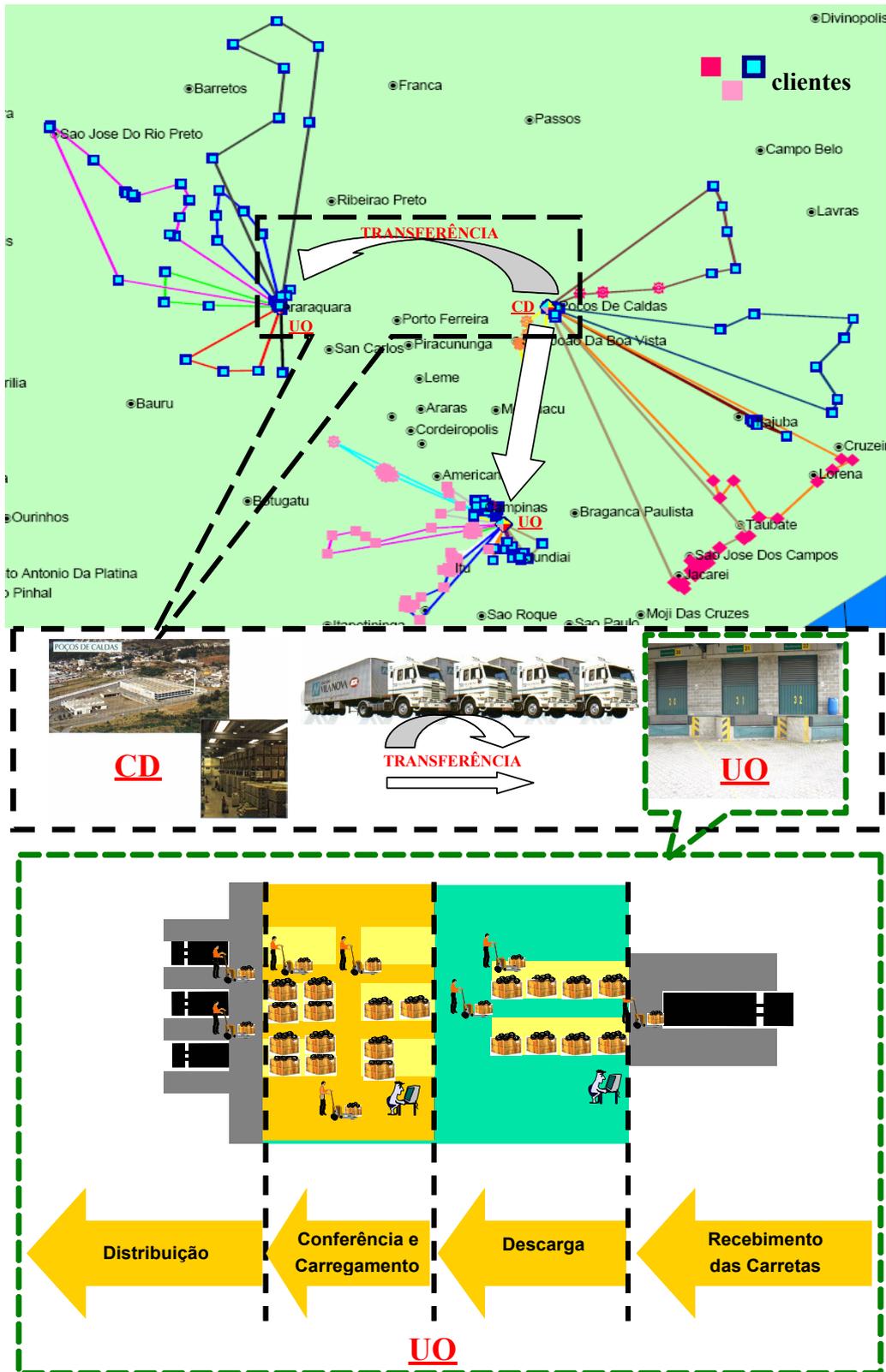


Figura 16 – Distribuição de produtos Matriz/UOs

Nas entregas, os veículos seguem uma seqüência, onde sua primeira entrega será efetuada a partir do roteiro criado pela roteirização e na alocação dos paletes no carregamento, ou seja, nos paletes do fundo do veículo estão as primeiras entregas. Os motoristas acompanhados de seus ajudantes chegam ao cliente identificado no roteiro, apresentam a nota fiscal (NF) e esperam para realizar a descarga dos produtos. Após a confirmação do cliente os motoristas e ajudantes retiram as caixas que armazenam os produtos fracionados do fundo do baú, o ajudante procura nestas caixas os produtos fracionados do cliente e os leva para o ponto de descarga indicado pelo cliente. Enquanto o ajudante esta levando as mercadorias fracionadas o motorista começa a separar os produtos em caixa (pesados e levezas) presentes nos paletes. Estes produtos são então conferidos com o cliente, onde após esta conferência realiza o pagamento da mercadoria e a assinatura dos comprovantes de recebimento (NF e boletos).

Todos os problemas que os motoristas tenham dentro do intervalo de encontrar o estabelecimento, ficar na fila de espera dos clientes, deixar os produtos e receber os comprovantes, devem ser comunicados ao serviço de atendimento ao consumidor (SAC) do Vila Nova. Por sua vez o SAC, tenta ajudá-los conversando com os próprios, outros setores da empresa e/ou os clientes. De forma geral, o SAC apresenta-se como principal canal de comunicação entre a empresa, motoristas e clientes. Este setor é responsável pela comunicação e manutenção das informações referentes aos clientes, onde foi criado um banco de dados que integra uma grande parte das informações do setor, sendo elas: ocorrências e problemas, documentação de informações relativas a várias etapas do processo, comunicados gerais, informações gerais, agradecimentos dos clientes, documentos com as rotas de auxilio a localização, solicitações de mudanças na forma de pagamento e as devoluções.

Muitas vezes os problemas que ocorrem nas entregas geram atrasos ou devoluções de mercadorias, no cliente ou no restante das entregas. Nesta condição, os motoristas juntamente com o SAC verificam se há outros clientes na mesma cidade. Em caso afirmativo, analisam a proximidade do local e então os motoristas vão realizar as entregas nestes pontos primeiro. Quando não é possível, ficam esperando no local. Existe em determinadas situações a possibilidade do motorista entregar as mercadorias na volta de suas rotas, após o retorno de sua ultima cidade, ou ainda, a incidência de re-entregas para as rotas realizadas a partir dos pontos de transbordo. No entanto, na maior parte das vezes os motoristas ficam parados por várias horas na fila de espera de recebimento ou pagamento. Os relatórios de roteirização apontam alguns clientes com o tempo de entrega e descarga muito maior que a média da empresa. O setor de roteirização acompanha o histórico destes clientes junto com as suas

ocorrências. Esta medida de acompanhamento faz parte do processo de atualização dos clientes, para atualizar os tempos de atendimentos dentro do *software* de roteirização. Mudanças como estas na janela de atendimento ou tempo de entrega do cliente, acabam sendo uma tentativa do setor para racionalizar a roteirização e programação da frota e/ou evitar problemas com os motoristas.

Outra informação apontada nos históricos da roteirização são as áreas de maior índice de roubos. A empresa sofreu com o roubo de cargas em 2001, o que a levou a adotar rastreadores na frota, com comunicação via satélite para os cavalos e as carretas e, via celular para os veículos de entrega. Isto diminuiu drasticamente as tentativas de roubo, que hoje possui a estatística de redução de 99%. Foram realizadas também palestras de orientação com empresas de segurança e policiais, escolta em determinadas condições, mudanças e desvios sugeridos pelo setor de roteirização.

Com relação à terceirização, o Vila Nova trabalha com a contratação de algumas empresas e profissionais autônomos, onde para as transferências (UOs e Vila Maria) utilizam-se cavalos e carretas de transportadoras. Nas rotas de entregas são usados ajudantes terceirizados e para a região do Vale do Paraíba tem-se fretistas (veículos terceirizados de motoristas autônomos).

Para facilitar a visualização das etapas de entregas foi criado um fluxograma de entregas, conforme mostra a Figura 17. Este fluxograma trata as atividades a partir da escala dos veículos, onde é apresentado o detalhamento da rotina operacional vivenciada diariamente pelo departamento, da saída efetiva para a entrega até a volta do veículo para a UO/CD.

Os processos de entrega e coleta são acompanhados pelo gerente de transportes, ele analisa todas as evidências e ocorrências citadas pelos vendedores, motoristas, SAC e/ou setor de roteirização. Estas informações são computadas no histórico dos motoristas e ajudante para possíveis problemas futuros, principalmente para assuntos pertinentes a atrasos e problemas gerais. Todas as informações deste histórico foram dimensionadas nos setores para afetarem os indicadores de produtividade, que compõem a parte variável do salário dos motoristas. O departamento conta também com reuniões mensais do departamento, onde estas servem para que os motoristas, ajudantes, auxiliares e gerente possam conversar em grupo identificando problemas ou pontos de melhoria. Estes registros apontam em seu histórico de acompanhamento da produtividade dos motoristas evidências de um índice de 20% de divergência entre as rotas planejadas e as executadas. Observou-se que a diferença entre estas rotas não se refere apenas a atrasos nas entregas, como também a adiantamentos de entrega, ou seja, 7% das entregas foram entregues antes do prazo planejado e 13% depois do prazo.

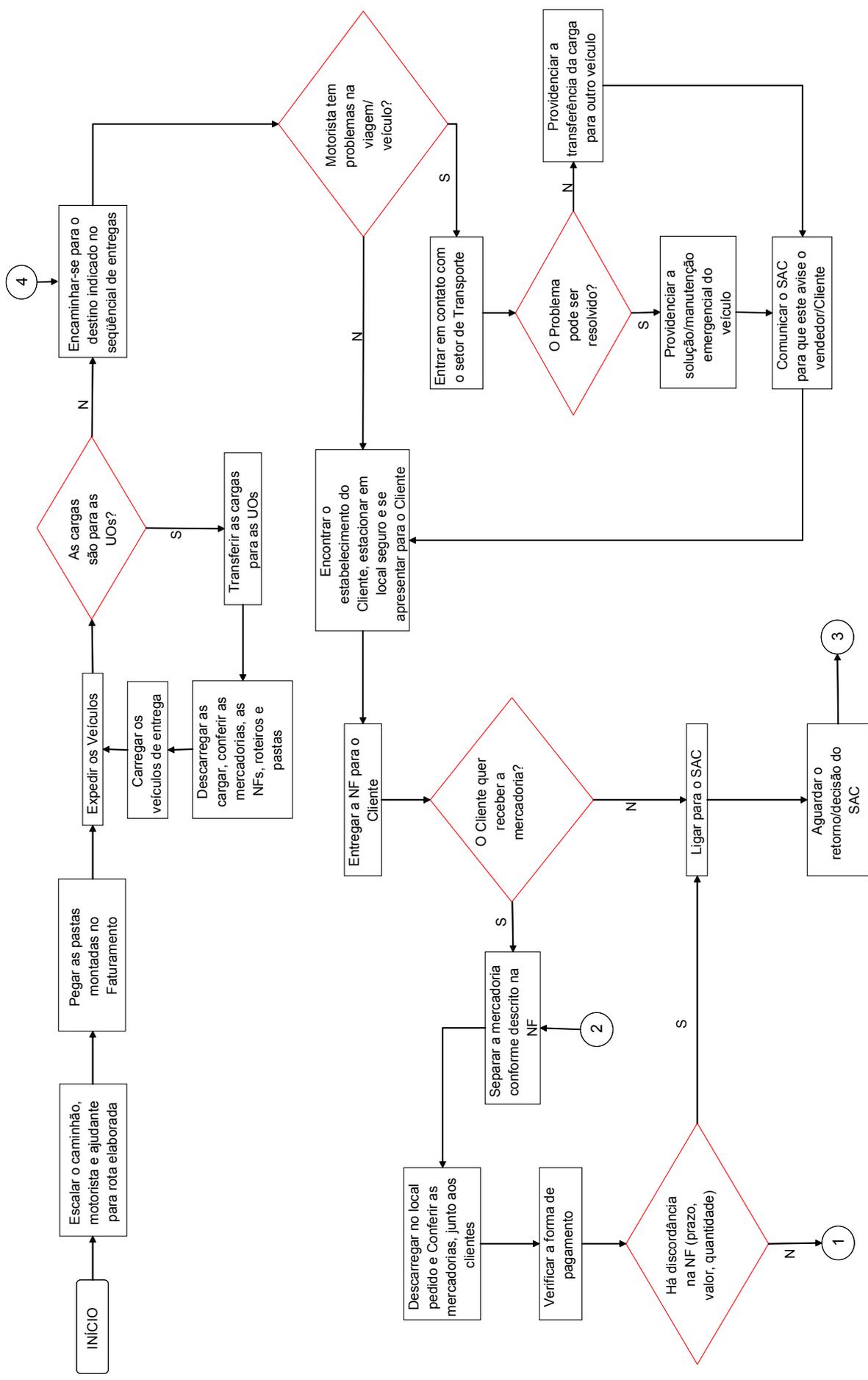


Figura 17a – Fluxograma de entregas (parte 1)

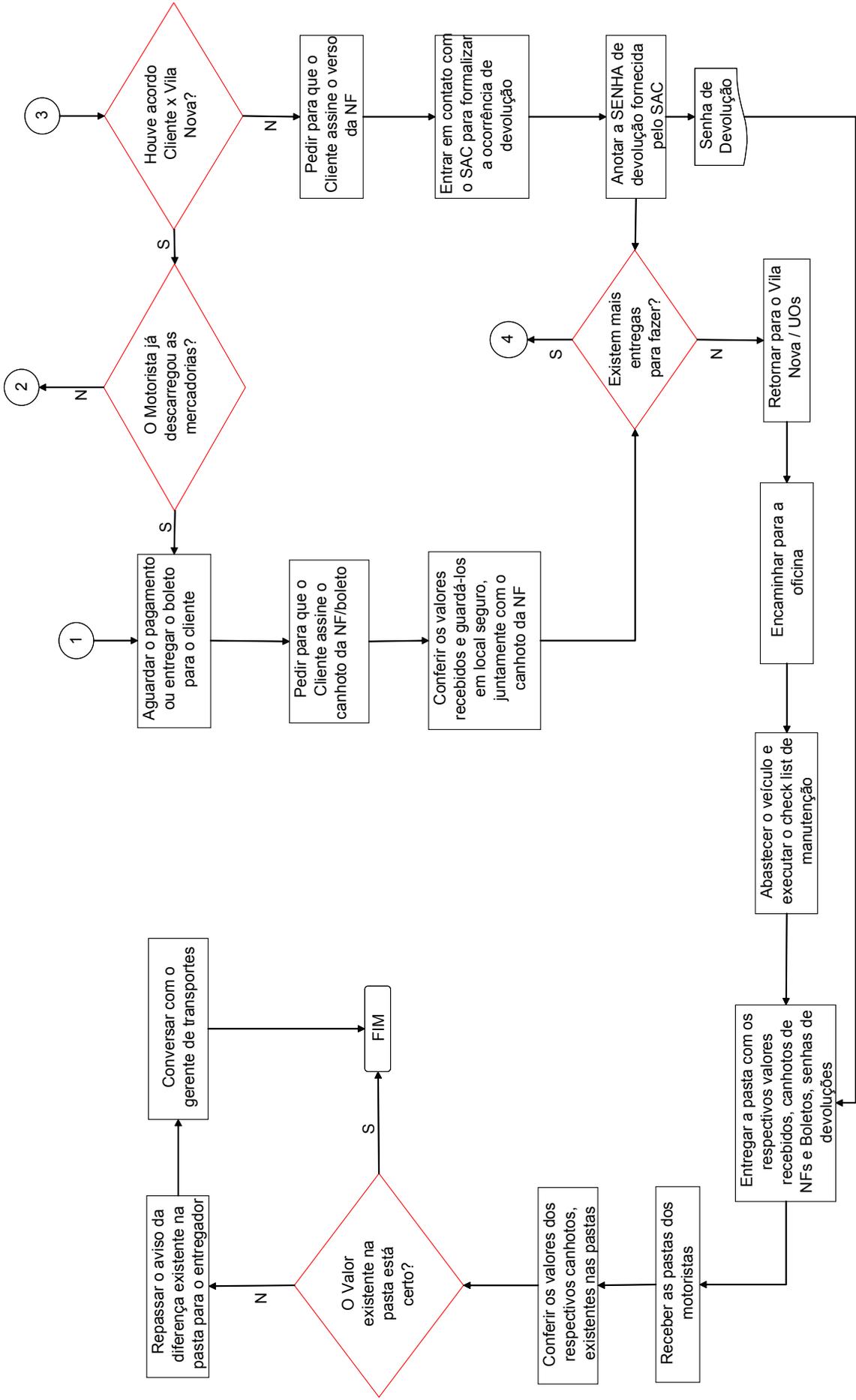


Figura 17b – Fluxograma de entregas (parte 2)

3.5.5. *Distribuição espacial dos clientes*

Os 11.000 clientes cadastrados e ativos estão distribuídos da seguinte forma: 70% dos clientes cadastrados estão localizados no estado de SP, os outros 30% estão dispersos no estado de Minas Gerais, principalmente no sul do estado. É importante ressaltar que o histórico de vendas aponta algumas exportações. Porém, estes clientes internacionais não foram considerados na porcentagem por não participarem do processo de roteirização e programação de veículos da empresa.

A empresa iniciou sua divisão regional dos clientes a partir do acesso às rodovias e às restrições naturais de relevo, conforme ilustra a Figura 18. Em um segundo momento estas divisões foram quebradas em micro-regiões de atendimento, segundo características comuns de vendas para as regiões, relevo e acessos viários, conforme a Figura 19. Como se pode observar existem 15 micro-regiões, onde são agrupadas 154 praças de atendimento. A divisão apresentada na Figura 19 é a que está sendo usada nos relatórios gerenciais do setor de transporte. Contudo, o setor de roteirização apresenta uma divisão diferente para agrupar os clientes, que consiste no zoneamento de regiões em função do acesso viário e da densidade de clientes. Estas unidades são chamadas na empresa de quadrículas.

As quadrículas são as menores unidades de agrupamento de clientes, podendo representar um cliente, bairro, praça. Algumas entrevistas relatam que a quadrícula foi necessária na implantação do primeiro *software* de roteirização da empresa, o “*Trucks*”. Os consultores da empresa responsável pela implantação adotaram o padrão de agrupamento dos clientes em pontos de referência, evitando a necessidade de georeferenciar todos clientes, tarefa bastante difícil em um ambiente *DOS (Disk Operating System)*. Estes agrupamentos regionais eram limitados em no máximo 30 clientes. Atualmente o novo *software* de roteirização *Networking Routing (NR)* agrupa em sua base de dados os clientes em 2.086 quadrículas.

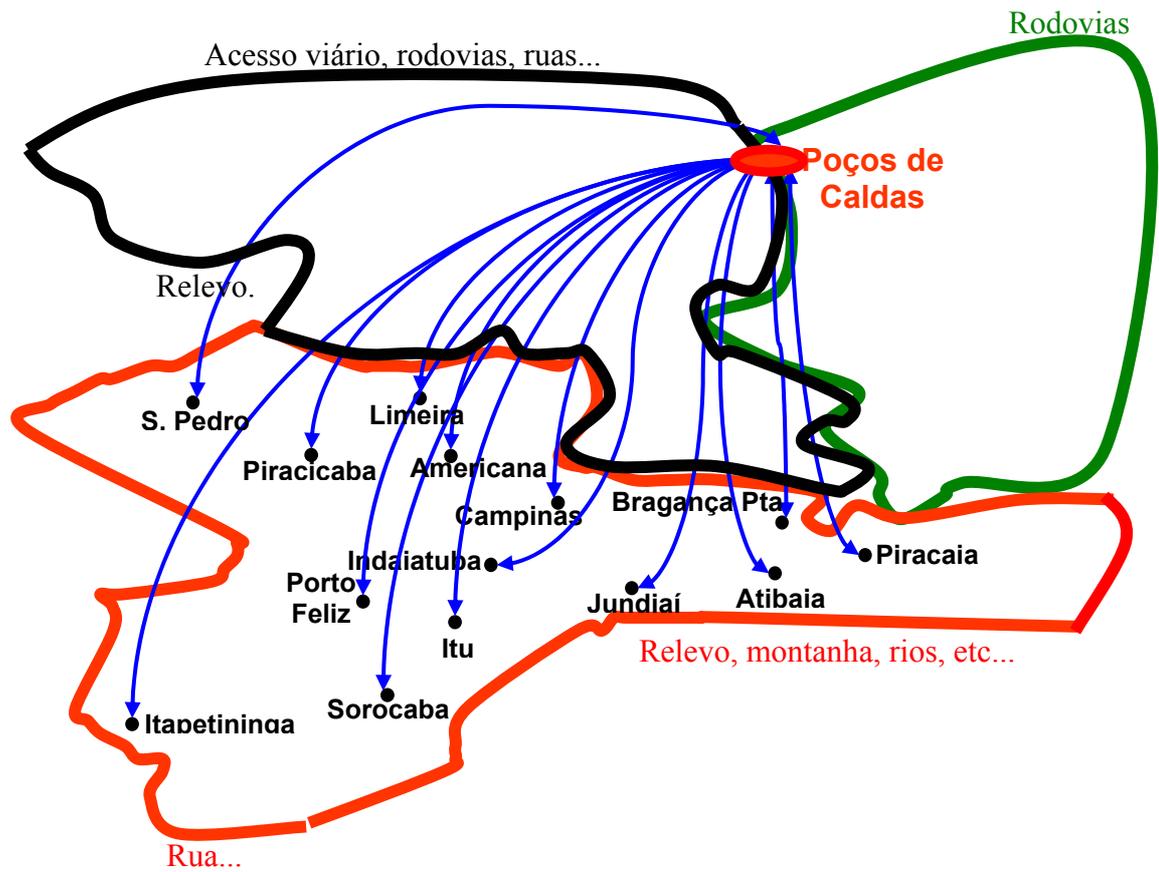


Figura 18 – Divisão de regiões em função de acessos rodoviários e relevo

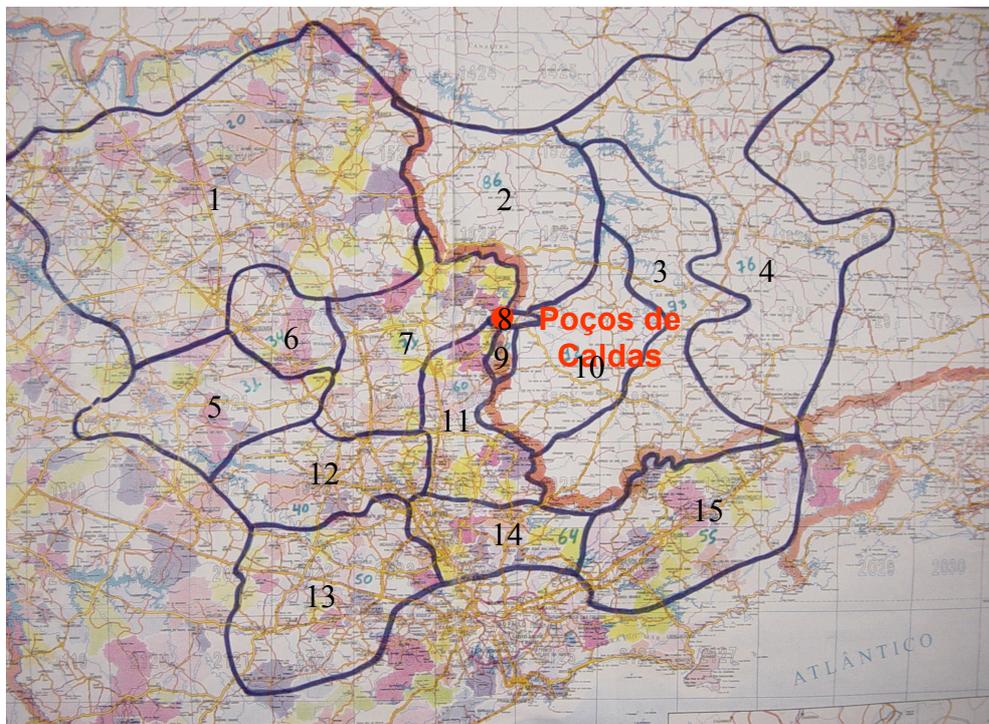


Figura 19 – Representação das micro-regiões de atendimento do Vila Nova

3.5.6. Venda e Transmissão dos pedidos

Todos os dias os vendedores da empresa vão aos clientes, de acordo com suas programações, para negociarem a compra/venda de produtos para suprir suas necessidades. O vendedor, conhecendo os produtos necessários para atender a um determinado cliente, realiza uma simulação das quantidades e valores dos produtos no seu *Palm-Top* (equipamento dos vendedores usados na automação das vendas). Os valores simulados são apresentados ao cliente que pode concordar ou não. Após a aceitação do cliente, o vendedor finaliza a simulação e confirma a venda fechando o pedido do cliente. Os pedidos ficam pendentes nos *Palm-Tops* até o momento da transmissão para a empresa, que pode ocorrer a qualquer momento do dia, inclusive na presença do próprio cliente.

Os pedidos são enviados para a empresa através de conexão de acesso discado, com protocolo *TCP/IP* (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol* - Protocolo de Controle de Transmissão/Protocolo Internet). Os *palm*s dos vendedores são programados para discar para o servidor de Internet da empresa, que através de uma autenticação feita pelo *RAS* (*Remote Access Service* - Serviço de Acesso Remoto), valida a troca de dados para o servidor de Internet. Posteriormente, estes pedidos são enviados do servidor de Internet para o servidor corporativo (atividade denominada de *coleta de pedidos*). O pedido é analisado e processado pelo sistema corporativo. Caso algum problema seja encontrado, o sistema envia mensagens aos usuários do setor de faturamento e processamento do pedido (FPP) e aos vendedores. Se não houver problema, o pedido é armazenado em cargas de trabalho para que o roteirista analise a massa de pedidos e realize o agrupamento dos pedidos para uma determinada região.

Cada região de atendimento da empresa, em função da distância e dificuldades operacionais de entrega, apresenta horários máximos de envio dos pedidos, denominados horários de corte. A empresa trabalha atualmente com três horários de corte de pedidos, as 19:00, as 19:30 e as 20:00, sendo as cargas das regiões de transbordo as primeiras a serem roteirizadas. Os vendedores devem respeitar estes horários, para que os produtos sejam entregues no prazo combinado com seus clientes, na maioria das vezes 24 horas após a compra.

3.5.7. Roteirização

O processo de roteirização está presente somente para as rotas de entrega. Nestas rotas, o processo de roteirização começa a partir dos pedidos processados e armazenados no sistema corporativo da empresa. Este processamento dos pedidos ocorre várias vezes ao dia, sendo limitados pelos horários de corte, às 19:00, às 19:30 e às 20:00, dependendo da região de atendimento. Após os horários de corte os pedidos são agrupados nas cargas de trabalho e o processo de transferência dos pedidos do servidor de Internet para o corporativo (coleta de pedidos) são interrompidas, ou seja, posterior ao horário de corte não há mais inclusão de pedidos nas cargas de trabalho para a roteirização da região onde ocorreu o corte.

O roteirista então analisa a massa de pedidos e clientes, divididos no servidor em micro-regiões (forma sintética) e praças (forma analítica). Caso o cliente tenha realizado sua primeira compra, o servidor aponta este cliente em um relatório chamado de “clientes sem quadrícula”. O roteirista então analisa a praça deste cliente e o coloca em uma quadrícula, se não existir faz-se necessário abrir uma nova quadrícula, a partir dos dados de sua região, praça, bairro e acessos. Qualquer problema no cadastramento dos clientes, seja no cadastro da empresa ou no cadastro da roteirização (quadrícula), trará impactos nas entregas, que poderão ocorrer em estabelecimentos errados, bairros errados ou até mesmo em estados diferentes do real.

Após esta análise, o roteirista escolhe uma das quinze micro-regiões a serem roteirizadas e envia a massa de dados desta micro-região para o *software NR*, através de uma exportação de dados do módulo de roteirização do sistema corporativo da empresa. Este módulo do sistema é responsável pela atualização dos dados dos clientes e pedidos. Com o *software* atualizado, o roteirista pode executar a construção de matriz, que irá correlacionar as atualizações (cliente e pedidos) na malha rodoviária, nós e intersecções. A partir deste ponto o *software* começa a agrupar os pedidos dos clientes nas melhores rotas de acordo com as parâmetros adotados. No entanto, caso o cliente não esteja presente na base de dados do *NR* após a importação ou haja qualquer problema nas restrições impostas para este cliente, o *software* aborta o processo de roteirização. O cliente/quadrícula/pedido precisa ser cadastrado/corrigido (caso ocorra problemas no cliente/quadrícula) ou excluído (pedido) dentro do *software*. Para as correções, são colocadas as características deste cliente e ou quadrícula, onde a identificação é feita através do código de cadastro do cliente ou referência e ele é então localizado espacialmente. O roteirista abre então o mapa presente no *software* e

confirma a representação espacial dos clientes. Em seguida, o roteirista pode atualizar a roteirização sem que o processo seja interrompido.

O roteirista analisa então os veículos disponíveis (tipos e as quantidades) existentes na empresa para finalizar as rotas. De posse desta informação, as rotas são analisadas pelo roteirista considerando o dimensionamento dos recursos (verifica o volume (cubicagem), peso, quantidade de entregas e tempo total das rotas). A rota é então disponibilizada para a programação do veículo.

É importante ressaltar que algumas rotas são modificadas manualmente pelo roteirista. As mudanças são feitas em sua forma, quantidade de entregas e outros, sendo necessárias em algumas rotas, pois de alguma forma as condições criadas pelo *software* para elas não correspondem a rotas reais e os motoristas não conseguiriam cumpri-las. Existem alguns casos em que o *software* indica situações de mudanças de cidades como se isto estivesse ocorrendo em bairros próximos, ou ainda, a rota possui tantas voltas em determinados clientes ou agrupamentos, que visivelmente podem ser corrigidas.

Estas modificações causam uma grande preocupação, descrita nos depoimentos dos entrevistados, vinculada ao caráter das modificações feitas nas rotas, bem como os critérios usados para estas mudanças. O que se pôde observar durante o acompanhamento da pesquisa em campo é que depois de alteradas as rotas, estas modificações não foram documentadas. Os entrevistados não souberam informar porque estas modificações são necessárias e como se resolveria ou diminuiria a frequência destas alterações.

A partir das rotas confirmadas a programação pré-executada, ou seja, são colocadas as características do veículo, porém ele ainda não é escalado. A atividade de escala segue uma etapa posterior a roteirização, executada pelo setor de despacho dos veículos, após toda verificação e confirmação da chegada ou liberação dos veículos. As rotas são exportadas do *NR* e importadas para o sistema corporativo, onde então podem ser visualizadas pelo setor do depósito e pelo faturamento. As rotas liberadas no sistema corporativo são analisadas pelo sistema de gerenciamento do depósito (*WMS*), onde então são preparados os mapas usados na separação dos produtos, seguindo a ordem imposta pela roteirização para a seqüência de entregas dos clientes. Foi criado um fluxograma de roteirização para facilitar a compreensão da seqüência de todas as atividades envolvidas no processo, conforme ilustra a Figura 20. Neste fluxograma são detalhadas as principais atividades que cercam o processo.

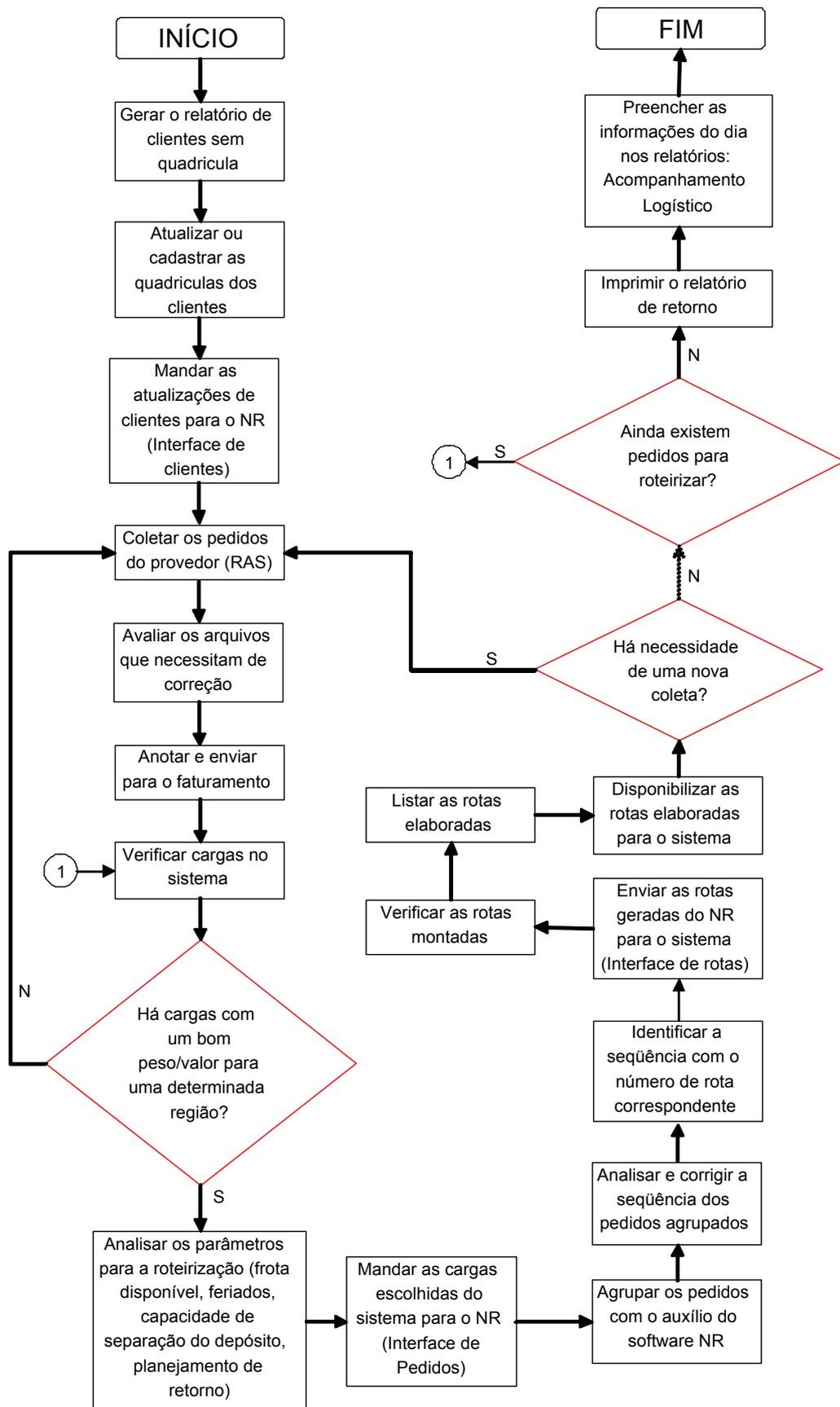


Figura 20 – Fluxograma de roteirização

De maneira geral, as rotas elaboradas são planejadas para atender aos clientes no menor tempo possível, onde 60% dos pedidos são entregues em 24 horas, 30% são atendidos em até 48 horas e 10% em no máximo 72 horas. No entanto, constatou-se nos arquivos da empresa que em determinadas situações de gargalo operacional (datas comemorativas, feriados) a garantia de entrega da semana foi para os pedidos enviados até quarta feira, ou seja, o prazo vigente para os pedidos enviados a empresa após quarta feira era de 72 horas. Para este perfil de entregas a empresa apresenta um alto custo, onde em muitas vezes o roteirista não racionaliza as rotas em função desta diretriz imposta pela empresa. Os relatórios gerenciais apontam que o departamento de transporte responde por 85% dos custos de logística e totalizam 4,2% do faturamento médio mensal.

3.5.8. *Software*

A empresa começou em 1986 a trabalhar com o *software* de roteirização chamado *Trucks*, que operava em ambiente *DOS*. Este *software* apresenta vários registros de utilização no Brasil nas décadas de 80 e 90. Segundo Melo e Filho (2001), o *Trucks* é um dos *software* mais antigos existentes no mercado nacional e já foi o que possuiu o maior número de usuários. Depois de algumas melhorias realizadas pela empresa *Manugistics*, desenvolvedora do *Trucks*, o *software* migrou para o ambiente *Windows*. Porém, passou a ser comercializado com o nome de *Transportation Routing (TR)*. O Vila Nova permaneceu usando o *Trucks* até dezembro de 2000, quando realizou uma declarada “evolução tecnológica”, motivado por melhorias em seus serviços e por uma possível falta de manutenção do *software* no ambiente *DOS*. Segundo alguns depoimentos, embora o Vila Nova tenha investido no desenvolvimento e nas melhorias do *software* aproveitando sua migração para a versão *Windows*, tal fato não ocorreu, devido principalmente ao desconhecimento operacional da ferramenta por parte dos operadores da empresa.

Um ponto evidenciado pelos entrevistados refere-se aos recursos pedidos para cada atualização/*upgrade*, que aumentam a cada versão, tendo como problemas: requisitos mínimos das máquinas usadas, o tempo de treinamento e, principalmente, a falta de profissionais da *Manugistics* (fornecedor) ou *Modus* (consultoria e treinamento), que possam dar suporte e explicações sobre as parametrizações necessárias da ferramenta.

Atualmente, o setor de roteirização utiliza o *Networking Routing (NR)*, versão 7.2.1, nome comercial do ultimo *upgrade* do *TR*. Este *software* possui recursos que facilitam a

visualização dos mapas e redes, e ainda, várias parametrizações em nível de clientes, pedidos e/ou rotas.

Requisitos para uso do software

A instalação do *software* é local, onde o custo de aquisição é algo em torno de R\$ 100.000,00, mais manutenção anual de R\$ 10.000,00, segundo informações da empresa. O sistema operacional a ser utilizado é o *Windows XP* e para o banco de dados as opções são o *SQL (Structured Query Language, ou seja, Linguagem de consulta estruturada)* ou *Microsoft Access XP* (usado pela empresa).

Com relação à malha viária, foi necessária a conversão da malha viária do *TR* para o *NR*. Esta malha foi digitalizada na época do *Trucks* e levou dois anos para ser formada totalmente, a malha foi então convertida do *Trucks* para o *TR*. A malha é atualizada manualmente quando necessário, onde o cliente é alocado perto de uma quadrícula mais próxima das especificações dos clientes. Os mapas atuais são digitais com padrão *MapInfo*, incluindo vários recursos, como a geocodificação em função dos CEPs, endereços ou cidades.

Interface Gráfica e Parametrizações

Para o profissional estar pronto para a roteirização é necessário um treinamento de no mínimo seis meses, que vai dos conceitos básicos do *software*, noções sobre rotas e quantidade de entregas por cidade. A empresa recomenda dois funcionários (encarregado + auxiliar) para a roteirização. O primeiro realiza todas as atualizações e desenvolvimentos na malha, o segundo opera o sistema e realiza a roteirização diária.

O *software* apresenta uma interface bastante amigável ao usuário, trabalha com o conceito de janelas do *Windows*, onde estas janelas podem ser abertas por atalhos. As janelas principais correspondem a informações sobre as Praças ou locais (*Location*), Pedidos (*Order*), Rede (*Network*), Planejamento (*Planning*) e Rotas (*Route*), conforme Figura 21, que mostra uma ampliação das janelas principais e alguns campos de parametrização da janela de *Locations*.

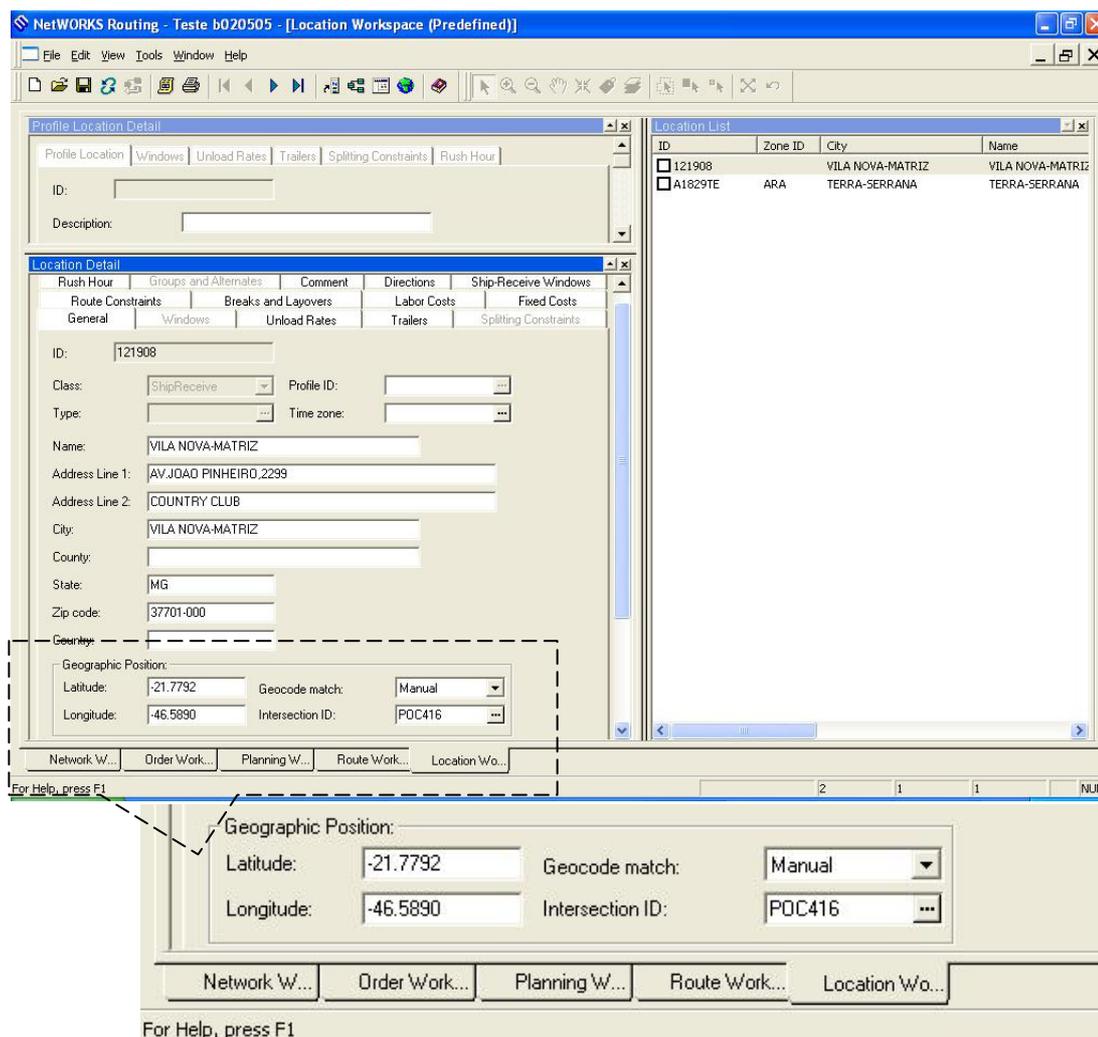


Figura 21 – Janelas de parametrização do software NR

O *software* possui como entidades do sistema Praças, Depósito e Veículos, que são parametrizadas para seu uso no sistema. As praças e depósitos podem ser configurados na janela de *Location*, os veículos são cadastrados e configurados na janela de opções, presente na barra de ferramentas. A Figura 22 mostra esta opção. Com relação as parametrizações das praças (*Locations*), tem-se: código, cidade, UF, latitude, longitude, caminhos disponíveis – relacionados ao perfil da cidade, razão de entrega (pedidos/horas), zona de entrega, zonas de compatibilidade, janela de atendimento, pode ser o primeiro ou o último local a ser visitado, seqüência preferencial. Observa-se que os depósitos também são cadastrados na janela de *Locations* e os parâmetros são: código, cidade, UF, latitude, longitude, caminhos disponíveis – relacionados ao perfil da cidade, zona de entrega, zonas de compatibilidade, horário de funcionamento, capacidade de despacho (peso/hora), tempo máximo que o motorista dirige, quilometragem máxima que o motorista dirige, horário de pernoite, máximo de espera por

parada, distância máxima e/ou mínima por rota, tempo máximo e/ou tempo mínimo na parada, custo da hora do motorista, custo de hora extra.

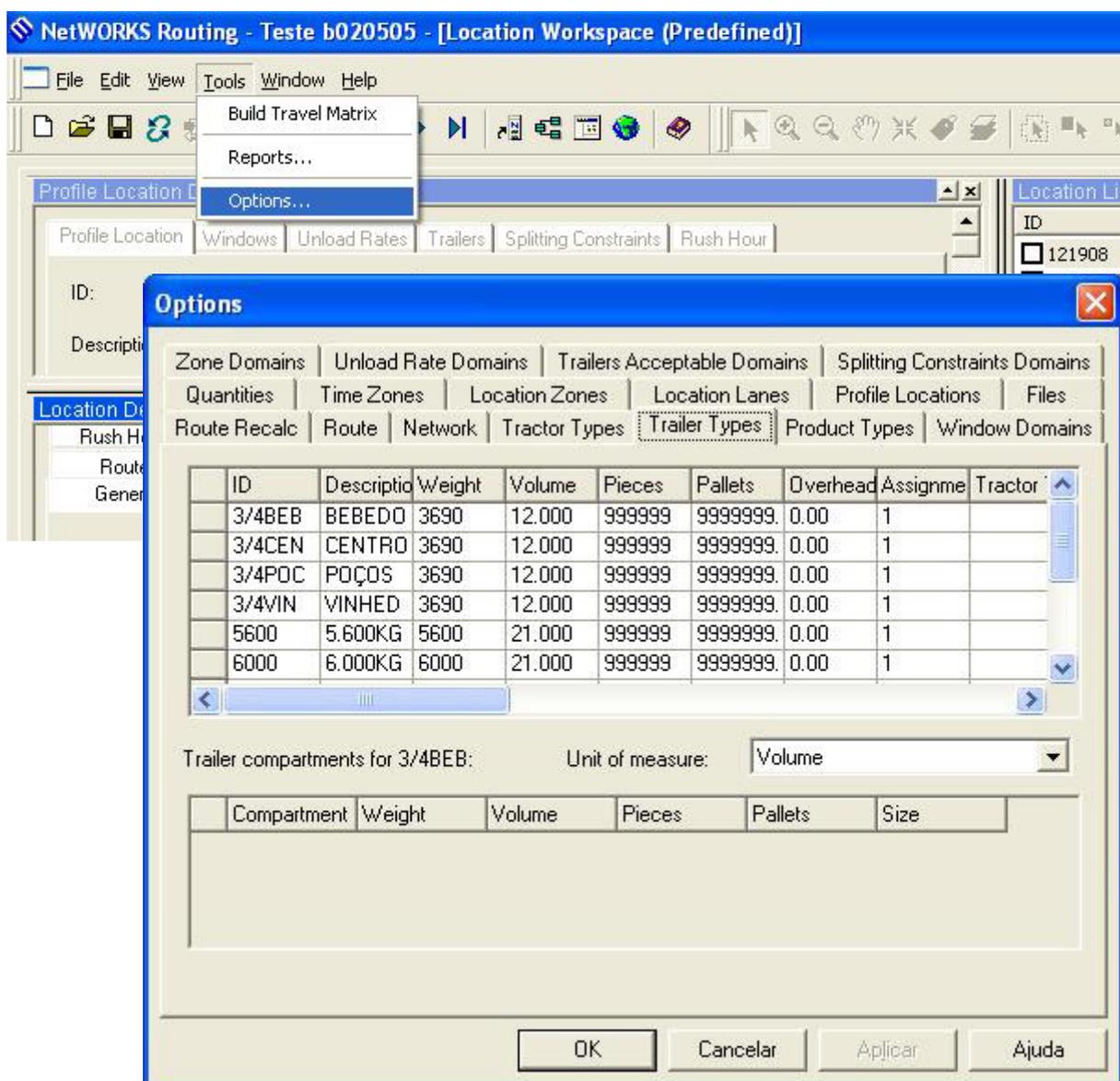


Figura 22 – Janela de Opções do software: tela de configuração de veículos

Já os veículos, presentes na janela de opções, possuem como especificações: tipos de veículos, código do veículo, capacidade (peso e volume), número máximo de entregas, quantidade de veículos deste tipo, disponibilidade, tipos de carroceria. A janela de opções contém também os parâmetros da roteirização, tendo a opção de minimizar distância, custo ou tempo, padrões de velocidade das praças em horário de rush (porcentagem em função das janelas de atendimento), zonas de compatibilidade, violações das janelas e veículos, definição da rota esqueleto, seqüenciamento pré-definido dos pedidos, quantidade de iterações, máximo de pedidos por rota, máximo de rotas geradas, máximo de paradas, quantidade de pedidos que

se deseja na ida e na volta, tempo de serviços entre janela, janela de custo. Há ainda outras opções que podem ser configuradas para a *rede* na janela de opções, como: minimizar custo / distância / tempo, velocidades dos segmentos, custo por milha, custo por hora, considerar desvio da linha reta (ajuste para computar desvios na rede em relação à distância euclidiana), conforme exemplifica a Figura 23. Na rede, observa-se que existe ainda um campo de distâncias que pode ser preenchido. Caso este campo esteja preenchido, no cálculo será levado em consideração este valor cadastrado; caso contrário, o programa toma as coordenadas para referenciar o ponto e calcular a distância euclidiana.

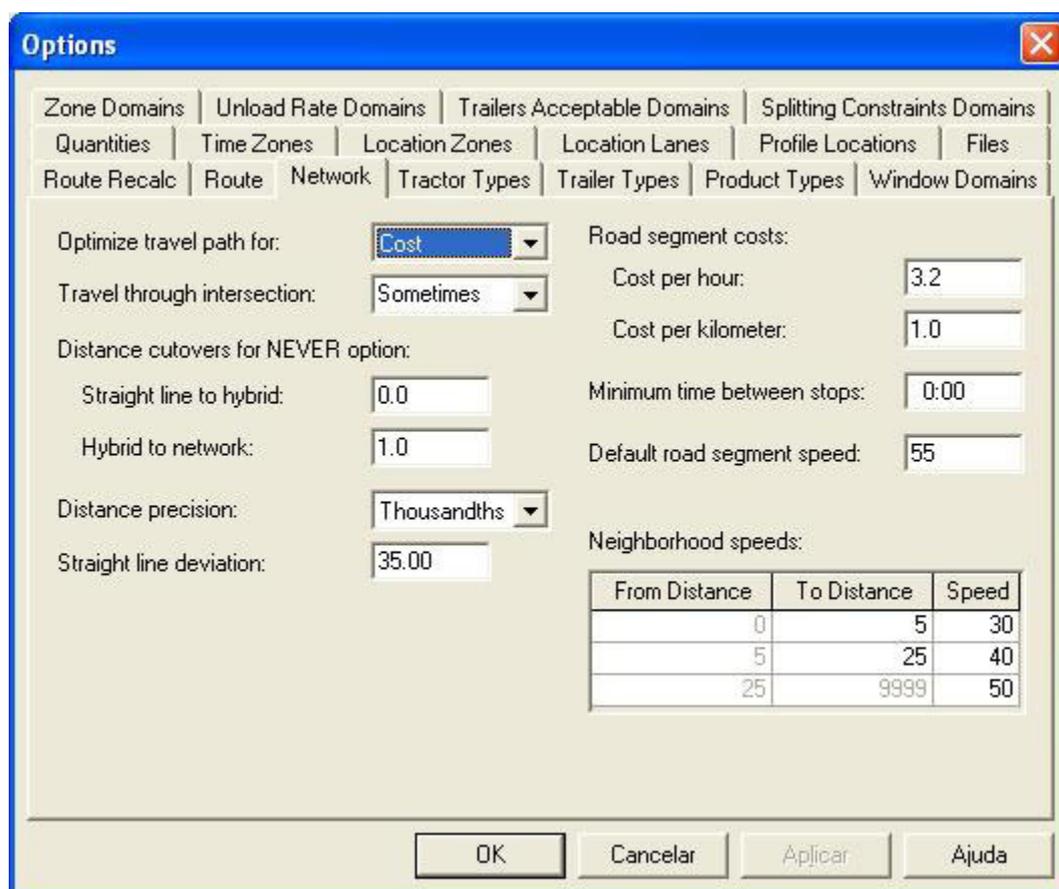


Figura 23 – Janela de Opções do *software*: tela de configuração da rede

Com relação às janelas de atendimento dos pontos, observa-se que a empresa adota a função perfil de cliente, ou seja, grupo de características comuns ao grupo. Estas características podem ser visualizadas na Tabela 9. Pode-se dizer que as 40 características apresentadas na tabela possuem uma manutenção mais prática do que as janelas cliente a cliente.

Tabela 9 – Perfil de clientes

ID	Característica	ID	Característica
1P	HORARIO PADRAO-CIDADES	H11	SEG/SAB 6:00/11:00-13:30/17:00HS
2P	HORARIO PADRAO-BAIRROS	H15	NAO RECEBE DAS 14:00 AS 15:00 HS
A1	NAO RECEBEM DAS 12:00 AS 14:00HR	H16	RECEBEM APÓS 17:00HRS
A2	NAO RECEBEM DAS 10:00 AS 16:00HR	H17	RECEBE DE QUARTA A SEXTA
BE	TRANSBORDO NA BEERDAL	H2	RECEBEM DAS 07:00 AS 17:00 HRS
C2	DEMORAM 2 HORAS PARA RECEBER	H3	RECEBEM DAS 09:00 AS 18:00 HRS
C2A	DEMORAM 2 HORAS PARA RECEBER-P.A	H4	RECEBEM DAS 07:00 AS 12:00 HRS
C4	DEMORAM 4 HORAS PARA RECEBER	H5	RECEBEM DAS 07:00 AS 08:30 HRS
D1	NAO RECEBEM SABADO	H6	RECEBEM DAS 09:00 AS 19:00 HRS
D2	NAO RECEBEM SEGUNDA FEIRA	H7	RECEBEM DAS 08:00 AS 10:00 HRS
D3	NAO RECEBEM SEXTA E SABADO	H8	RECEBEM DAS 07:00 AS 09:00 HRS
D4	NAO RECEBEM TERCA FEIRA	H9	RECEBEM DAS 13:00 AS 19:00 HRS
DM	DEMORA DUAS HORAS P/RECEBER	QS	SO RECEBE QUINTA E SEXTA
E1	RECEBEM-07:00/09:00-19:00/22:00H	SF	SÓ RECEBE SEGUNDA FEIRA
E2	RECEBEM-07:00/10:00-16:00/18:00H	SQ	SO RECEBE DE SEGUNDA A QUARTA
E3	RECEBEM-14:00/19:00 NA SEGUNDA	ST	SO RECEBE SEGUNDA E TERCA
E4	RECEBEM-07:00/11:00-17:30/21:00H	T2	DUAS ENTREGAS POR HORA
E5	RECEBEM ATÉ ÀS 14:00HS	T3	TRES ENTREGAS POR HORA
FO	CIDADES NAO ATENDIDAS	T50	DISTRIBUICAO CD CAMPINAS
H1	RECEBEM DAS 07:00 AS 09:40 HRS	TE	CLIENTES TERRA

Importação e exportação dos dados

Os dados possuem formato padrão de importação ou exportação, onde via interface entre o NR e o sistema corporativo, arquivos no formato “*txt*” são trocados entre os sistemas. Esta troca de dados alimenta o banco de dados da empresa e permite que os outros processos sejam alimentados de forma automática.

Os arquivos “*txt*” de entrada trabalham com arquivos de informações gerais: 1) dos clientes: código, referência, cidade, dados do arquivo; e, 2) dos pedidos: quantidade, valor, peso, volume, data, cliente. Para as exportações, os arquivos tratam de informações pertinentes às rotas (peso, volume, valores, quantidade de clientes, quilometragens, seqüencial de entrega).

Relatórios

O *software* apresenta vários relatórios que podem ser impressos ou exportados para planilhas como Excel, Word, txt ou e-mail. Todas as informações de clientes, pedidos, rotas, seqüenciais, custos e mapas.

3.5.9. Programação dos veículos

De certa forma, o próprio setor de roteirização realiza uma pré-programação, ou seja, a roteirização analisa as características dos veículos disponíveis e cria as rotas em função do dimensionamento. Estas rotas são então disponibilizadas no sistema corporativo para a confirmação da programação que ocorre no setor de acerto de viagens. Este setor verifica a disponibilidade dos veículos (verificando se não houve nenhum problema com os veículos, motorista e ajudantes). A atividade de programação dos veículos é denominada na empresa de escala. A atividade de escala alimenta as informações referentes aos horários de saída e chegada dos veículos, motoristas e ajudantes, bem como todos os valores que serão gastos na viagem. Os veículos então, são monitorados por relatórios e equipamentos de rastreamento. Os veículos chegando na empresa passam pela oficina, que abastece o veículo e analisa as condições do mesmo. Posterior a oficina os veículos voltam ao setor de viagens para serem disponibilizados para as próximas programações.

3.5.10. Informações do Processo

Todos os entrevistados concordam quanto à importância de indicadores para a empresa e para os departamentos e setores. Os principais recursos usados na coordenação do departamento de transporte são os indicadores, arquivos e relatórios do setor. Tem-se ainda o relato do uso de informações das ferramentas e *software* de trabalho, como o *NR*, rastreadores, sistema de gerenciamento e manutenção da frota, tacógrafos e, em muitos casos, através dos funcionários responsáveis por determinadas atividades. Estas informações são usadas para ações de melhorias e/ou tomada de decisões gerenciais. Com relação às informações do processo, essas são apontadas pelos depoimentos como necessárias para o acompanhamento da produtividade da frota e dos motoristas, onde os indicadores de desempenho estão presentes e auxiliam no gerenciamento das atividades. Contudo, observam-se falhas na mensuração de alguns processos da empresa, onde os entrevistados citam que as informações apresentam uma confiabilidade de 80%, informações geradas pelas atividades, principalmente para processos não automatizados no sistema corporativo.

A partir das evidências dos dados coletados e apresentados neste capítulo apresenta-se, no próximo capítulo, a análise que foi realizada sobre esses dados.

4. ANÁLISE DE DADOS

Nesse capítulo são apresentadas as análises efetuadas sobre os dados coletados nas fontes de evidências. Desta forma, são analisados os principais fatores relacionados à distribuição física e ao processo de roteirização do Vila Nova, onde são relacionados possíveis focos de problemas e sugestões para minimizá-los. Primeiramente, apresenta-se a divisão efetuada entre os fatores envolvidos no processo (item 4.1), os comentários sobre esses fatores e a classificação da roteirização da empresa.

4.1. Fatores envolvidos no processo

A partir da análise das fontes de evidências foi possível listar alguns fatores que de forma geral, na análise dos especialistas da empresa, afetam direta ou indiretamente a distribuição física e/ou o processo de roteirização da empresa. A Tabela 10 relaciona estes fatores aos entrevistados que relataram o fator considerando o processo da empresa. É necessário ressaltar que estes fatores não estão ordenados por grau de importância.

Tabela 10 – Fatores relacionados ao processo x entrevistados

FATORES	ENTREVISTADOS										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
Fracionamento de produtos;	X	X	X	X	X		X	X			X
Relação Peso/Volume x valor agregado;	X	X	X	X	X	X	X	X			
Comunicação;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Programação das coletas x prazo máximo de retirada;	X	X	X	X	X						
Falta de Sinergia entre as cargas de entrega e as coletas;	X	X	X	X	X						
Efeito da paletização no processo de distribuição;	X	X	X	X	X	X	X	X			
Processo de carga e descarga;	X	X	X	X	X	X	X	X			
Parametrizações do <i>software</i> de roteirização;	X	X	X	X	X						
Média de clientes atendidos por dia;	X	X	X								
Sistema de zoneamento da empresa;	X	X	X		X						
Formas de pagamento;	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Atendimento dos pedidos na empresa;	X	X	X	X	X				X	X	X
Filas de espera nos clientes;	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Falta de indicadores;	X	X	X	X	X	X			X	X	
Escolha do CD de Poços de Caldas e Transbordo.	X	X	X						X		

Os entrevistados foram representados nesta tabela por letras, sendo elas:

a – encarregado de roteirização, b – encarregado de PCL, c – gerente de transportes, d – encarregado de transportes, e – auxiliar de roteirização, f – auxiliar de expedição, g – motoristas, h – ajudantes, i – gerente de vendas, j – encarregado de vendas, k – encarregado de SAC .

Em um primeiro instante, estes fatores são relacionados ao processo da empresa e a possíveis problemas que possam ocasionar. Posteriormente, estes fatores são comentados e discutidos de forma mais abrangente.

4.1.1. Fracionamento dos produtos

Os 2.000 produtos fracionados da empresa foram considerados pelos entrevistados um número bastante grande. Estes produtos nas diferentes embalagens de vendas (caixas fechadas, pesados e leves, conjuntos e fracionados) ocasionam problemas operacionais para o departamento de transportes, principalmente na alocação da carga (movimentação, separação da mercadoria e conferência) e entrega aos clientes, aumentando consideravelmente o tempo de descarga. A grande movimentação das caixas dos produtos fracionados pode provocar não só o aumento do tempo de descarga, como também avarias nos produtos, seja da movimentação dos produtos nas caixas pela viagem ou pelo manuseio do motorista/ajudante nas entregas.

Com relação a alocação dos produtos, os produtos pesados podem ser acomodados de maneira incorreta nos paletes. Isto pode ocasionar produtos mais pesados em cima de produtos leves ou frágeis. No primeiro caso os produtos leves podem amassar, danificando suas embalagens; no segundo, os produtos podem estourar, molhando e/ou estragando os outros produtos dos paletes.

Outro problema observado foi às desistências dos clientes pela compra de produtos de outros fornecedores ou entregas não realizadas no prazo combinado, onde os produtos por estarem nos paletes na seqüência de entrega ficam no meio do caminho, quando as mercadorias não são entregues. Isto ocasiona grande movimentação dos produtos geradas pela separação e/ou procura nas entregas seguintes, que costumam gerar avarias nos produtos. Esses problemas podem gerar atrasos nos próximos clientes, prejudicando o ciclo do pedido e o *lead time* da entrega.

Conforme Botelho (2003), a distribuição de produtos é uma das principais atividades das empresas, pois define o seu sucesso no processo de atendimento aos seus clientes. Um bom planejamento desta atividade pode criar condições para alcançar a eficiência e a confiabilidade no serviço prestado pela empresa, garantindo a satisfação dos clientes e a redução dos seus custos. Pensando no planejamento destas entregas e um melhor acompanhamento para os produtos fracionados seria interessante a análise do tempo de entrega desses produtos fracionados. O problema principal é que os produtos que são acomodados nas caixas plásticas diminuem o aproveitamento útil dos veículos e geram necessidades de movimentações das caixas, conforme já citado. O que se pode observar é que a separação e carregamento destes produtos no depósito são bastante rápidos, no entanto se consideramos as médias de ocupação do veículo, mostrada na Tabela 11, justifica-se a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre uma melhor utilização dos veículos, através de novas formas de alocação para os produtos fracionados.

Tabela 11 – Taxa de ocupação dos veículos

Indicador \ mês	Mês 1	Mês 2	Mês 3
Utilização do veículo (Peso)	65,76%	66,86%	72,28%
Utilização do veículo (Volume)	49,35%	55 %	56, 12%

Conforme podemos observar na Tabela 11, os valores de ocupação dos veículos possuem uma alteração entre os meses, porém continuam ocasionando uma subutilização dos veículos. Apesar da tabela trazer apenas três meses como exemplo, a subutilização dos veículos pode ser observada ao longo da maioria dos meses de trabalho na empresa.

4.1.2. Relação Peso/Volume x valor agregado

O departamento de transporte constantemente se depara com os problemas de peso e volume, onde o setor de roteirização tenta racionalizar da melhor maneira os recursos existentes em função das necessidades dos clientes, para as rotas de entrega. O problema do volume, caso não seja identificado na definição das rotas de entrega, gera problemas para o depósito, na separação e formação das cargas que serão identificados quando os produtos não conseguirem ser alocados nos veículos escolhidos para a entrega. Posteriormente, no faturamento, onde há a impressão de documentos com os respectivos produtos, pesos e

veículos. O peso apresenta-se como outro fator problemático, onde diferente dos produtos volumosos, o excesso de peso não é observado no depósito e sim nas multas por excesso de peso ou por problemas nos veículos ocasionados pelo não balanceamento dos produtos. A empresa procura analisar a relação valor/peso e/ou valor/volume, porém esta prática não é um procedimento operacional.

Para as coletas, a relação peso x volume x valor está agregada ao departamento de compras, que agenda junto ao departamento de transporte o dia e prazo máximo para a retirada (coleta) dos produtos no fornecedor. O departamento de transporte apenas confirma os valores de peso e volume para programar o veículo para a coleta dos produtos.

O setor de roteirização trabalha com a metodologia de limitação de peso e volume no sistema de roteirização para as cargas de entrega, onde esta prática auxilia o roteirista, através de mensagens ou parametrizações, na montagem das rotas e consecutivas cargas. Contudo, observa-se várias cargas, pertencentes a rotas não racionalizadas, que apresentam baixo valor agregado, pouco volume e/ou peso. Na prática, a ocorrência de problemas existentes no cadastro dos produtos, quanto ao peso e volume, não permitem que as limitações sejam respeitadas, ocasionando superlotações ou veículos subutilizados.

Com relação ao atendimento dos clientes, problemas com excesso de peso geralmente ocasionam atrasos para as mercadorias chegarem ao seu destino; porém, na maioria das vezes, isto não afeta o cliente. Já para os problemas de excesso de volume existe na empresa a prática de limitação de compra ou corte de pedidos de alguns produtos de baixa densidade, como o papel higiênico e o papel toalha. O alto volume desses produtos prejudica a acomodação dos outros produtos nos veículos. Assim, a diretoria comercial entrou em acordo com o departamento de transportes, estabelecendo esses limites de compra. No entanto, obviamente, essa prática desagrade aos clientes, que não podem receber a totalidade de seus pedidos, quando cortados.

4.1.3. Comunicação

Este fator está relacionado às informações que o processo gera ou troca com seus elos de ligação, onde vários pontos podem ser melhorados se houver uma formatação adequada das informações. Todas as informações podem ser relacionadas e tabuladas, gerando assim um banco de dados com estatísticas importantes sobre clientes e fornecedores, rotas etc. A falta de comunicação entre os departamentos e setores faz com que poucos setores

usem essas informações ou conheçam os problemas gerados na empresa. Pode-se dizer que em muitos casos de entregas especiais ou coletas especiais (volumes maiores de cargas, condições especiais de prazos e datas e/ou, bonificações ou brindes) depara-se com problemas operacionais por falta ou falha na comunicação, como atrasos, programação incorreta de veículos etc.

A literatura mostra que a deficiência da comunicação leva as empresas a comprometerem seus custos logísticos sem obter os resultados de vendas. Isto pode ser observado na relação estreita entre compras e transportes, quando após a negociação os compradores informam ao departamento de transportes *quando* (data - previsão e tolerância máxima para retirada), *onde* (Fornecedor, endereço, referência e cidade) e *o que* coletar (produtos, especificações do produto, peso, volume). No entanto, vários problemas principalmente na programação da data máxima de retirada, geralmente “considerados para ontem”, tem como resposta para empresa custos excessivos de transportes.

A Tabela 12 mostra a diferença entre os valores cobrados e pagos ao departamento de transportes. Independente da condição *CIF* e *FOB*, a definição da melhor opção pode não ser a mais interessante realmente. Pode-se dizer que falta uma tabela padrão de frete para os compradores usarem em suas negociações.

Tabela 12 – Perfil de cargas coletadas

Mês	Nº de Coletas	Diferença entre receitas e custo da retirada (%)
Mês 1	82	- 19,61
Mês 2	136	- 15,02
Mês 3	137	-09,97
Média	118,3	-14,867

Como se pode observar a tabela não apresenta os valores de receita e os custos da retirada dos produtos, isto se deve ao fato da empresa solicitar que as tabelas fossem apresentadas somente através de percentuais e não os valores. De forma geral, a tabela apresenta uma consolidação do número de coletas realizada em um determinado mês e sua respectiva diferença, gerada a partir dos valores cobrados pelo departamento de transporte e os valores realmente recebidos. No caso do mês um, houve 82 coletas realizadas, onde para a empresa realizar esta tarefa o departamento gerou um déficit de 19,61% entre o que realmente foi gasto e o recebido.

4.1.4. Programação das coletas x prazo máximo de retirada

Para as compras realizadas na condição *FOB*, um fator a ser considerado é a programação, que a partir de uma comunicação via e-mail, agenda uma possível coleta no fornecedor. As informações são passadas juntamente com o prazo máximo para retirada, ou seja, a data máxima permitida considerando as condições negociadas entre o fornecedor e os compradores da empresa. Observa-se uma grande probabilidade de erros no envio da informação, onde qualquer problema trará como resposta custos ou falta de eficiência no atendimento dos clientes. Os produtos a serem coletados poderiam ter um pedido no sistema corporativo, o que reduziria erros no envio de informação devido aos usuários. Este pedido poderia validar as informações passadas pelos compradores ao departamento de transportes e também seria uma fonte de verificação do status do pedido, evitando atrasos ou esquecimentos (pelos e-mails).

Com relação ao prazo de entrega, os pedidos de coletas não possuem o tempo mínimo necessário para o departamento de transporte se programar de maneira eficiente. Os pedidos são feitos ao setor todos em caráter de urgência, onde muitas vezes o departamento de transporte faz contratações que poderiam ser evitadas com um agendamento mais organizado. Esta contratação em caráter de urgência pode ocasionar fretes pagos com o preço de transportadoras acima do que poderia ser conseguido se houvesse uma cotação ou um cadastro prévio de transportadoras parceiras. Este cadastro de transportadores e fretes padrão justifica-se, pois a maior parte das coletas da empresa correspondem a “um par origem-destino”, e estas rotas serão usadas com muita frequência.

4.1.5. Falta de Sinergia entre as cargas de entrega e as coletas

A empresa trabalha com operações distintas para coletas e entregas, onde na maioria das vezes os próprios veículos usados são diferentes. Os de coleta: cavalos e carretas e trucks de 10.000 kg; os de entregas: tocos e trucks de 5.000,00 e $\frac{3}{4}$ de 3.500 kg. Na maioria das vezes a única sinergia que é feita é para os cavalos/carretas que realizam transferência de produtos nos pontos de transbordo ou na unidade de Vila Maria. Observa-se, no entanto, que em função do volume de vendas, muitas vezes estas carretas são necessárias nas transferências de produtos e com isto voltam vazias das unidades operacionais ou filiais. A

operação muitas vezes pode ser trabalhada com sinergia entre as cargas de entregas e coletas, principalmente no aumento do sincronismo nas operações em situações de alto volume de vendas.

Foi realizado um teste para medir o efeito da programação, criação e uso da tabela de frete para coleta de produtos e sinergia nas cargas de entregas com posterior coleta. Os valores são apresentados na Tabela 13, onde os meses 4 e 5 correspondem a valores após a utilização da programação com aviso de coletas (informação vinda do departamento de compras) de pelo menos 24 horas e flexibilidade na data máxima para coletar os produtos (geralmente durante a semana). Os meses 6 e 7 correspondem às ações de programação (continuar usando o critério anterior) e uso da tabela de frete criada pelo departamento de transportes para os compradores. Finalizando os meses 8 e 9, correspondem a ações conjuntas de programação, uso da tabela de frete e sinergia, onde obtiveram valores interessantes para o setor.

Tabela 13 – Coletas com programação e sinergia

Mês	Nº de Coletas	Diferença entre receitas e custo da retirada (%)
Mês 4	66	-05,00
Mês 5	90	-07,65
Mês 6	126	-2,51
Mês 7	84	0,70
Mês 8	119	06,80
Mês 9	61	08,00

Observa-se que as ações contribuíram para redução da diferença entre os valores realmente gastos pelo departamento e suas receitas, onde nos meses 8 e 9 (com todas as ações conciliadas) os valores recebidos pela empresa para realizar a tarefa de coleta foram maiores que seus respectivos gastos, gerando percentuais positivos. Contudo, não se pode dizer que apenas a programação, a criação da tabela de frete e a sinergia entre as coletas e entregas, atuaram no processo e impulsionaram as diferenças entre as receitas e custo coletas (retiradas) para valores positivos, pois não havia indicadores para acompanhar tais números. Depois de evidenciados, os números foram acompanhados e cobrados mais de perto pelo gerente de logística e não só pelo departamento de transportes. No entanto, o que pode ser dito é que estas medidas contribuíram para a redução dos valores em questão.

4.1.6. *Processo de carga e descarga*

O processo de carga e descarga da empresa é bastante rápido, principalmente pelo uso de equipamentos motorizados de movimentação interna (paleteiras e empilhadeiras elétricas e a combustão interna). A maior parte dos produtos dos fornecedores são paletizados. Com relação às entregas, a metodologia de separação é a montagem e formação de cargas com base em paletes. Porém, o descarregamento nos clientes é realizado de forma manual por motoristas e ajudantes. Este processo é relativamente demorado. Não foram feitos nesta pesquisa estudos sobre o tempo de carga e descarga x cargas separadas na entrega. O que se tem são médias tomadas como tempo padrão e usadas ao longo dos anos. Estas médias hoje estão estimadas em 20 minutos. Observa-se que há casos especiais e estes são tratados a parte, como perfis especiais.

Outro problema evidenciado é a movimentação dos produtos pelos motoristas no pequeno espaço entre paletes dentro dos veículos, podendo ocasionar danos às mercadorias, principalmente se alguma mercadoria é recusada no decorrer das entregas. Observa-se também a ocorrência de produtos que não são entregues, pois não são encontrados nos paletes na hora da entrega, sendo estes localizados em um outro cliente. Um ponto altamente elogiado no processo pelos motoristas são os produtos que são unitizados e personalizados. Segundo os entregadores, estes produtos são de fácil identificação, separação, conferência e entrega.

4.1.7. *Efeito da paletização no processo de distribuição*

A paletização dos produtos facilita a movimentação dos produtos na empresa, sejam produtos vindos dos fornecedores (carga/descarga), sendo estes coletas ou não, como no carregamento dos veículos de entrega. Segundo levantamentos realizados na empresa, as cargas fracionadas, também conhecidas como cargas batidas, consomem pelo menos quatro vezes mais recursos do depósito que as cargas paletizadas. Com relação à movimentação e descarga dos produtos, a maior parte dos fornecedores possui padronização para o embarque de seus produtos através de paletes padrão. Contudo, existem fornecedores que possuem cargas fracionadas, e isto acarreta alguns problemas para a empresa. Os problemas podem ser em nível de programação do veículo para completar a carga, evitando prejuízos para valores

baixos, ou na descarga do veículo na empresa, onde o tempo médio de descarga é afetado, pois existe o trabalho de montagem dos paletes para armazenagem dos produtos.

Como consequência imediata da falta de paletização tem-se uma lotação na área de recebimento ou área de conferência, dependendo da quantidade de produtos x quantidade de homens x horário de entrada do veículo nas docas de descarga. Algumas carretas chegam a não ser utilizadas na roteirização e programação por não estarem disponíveis em função do processo de descarga ou em um nível anterior a este, sem nem mesmo chegarem às docas para iniciar o processo de descarga. No entanto, a paletização usada no processo de cargas de entrega da empresa gera problemas de subutilização dos veículos e em algumas condições atrasos na separação e entregas dos produtos aos clientes, além de alguns inconvenientes quanto ao manuseio dos produtos, principalmente se alguma mercadoria é recusada no decorrer das entregas.

4.1.8. Parametrizações do software de roteirização

O *software* da empresa apresenta várias parametrizações. Porém, os usuários da ferramenta não as modificam. Em alguns depoimentos fica claro o receio por estes parâmetros. Observa-se que existem condições de parametrizações que os usuários não conseguem mensurar as implicações destas modificações nas rotas. Muitas das parametrizações não são conhecidas. Pode-se dizer, conforme indica Pelizaro (2000) e Cunha (1997) que os *software* de roteirização possui diversas parametrizações, porém nem mesmo a empresa de consultoria que realiza o treinamento conhece todas as suas implicações. O treinamento é bastante superficial, segundo o setor de roteirização. O encarregado complementa que mesmo sem conhecer todos os parâmetros e suas implicações, um dos maiores conhecedores sobre a utilização do *software* em atacadistas é o Vila Nova, pois estes estão testando e modificando diversas possibilidades no dia a dia.

Com relação ao algoritmo de resolução do *software*, o fornecedor da ferramenta não o revelou, pois afirma que o algoritmo é confidencial. Observa-se ainda uma demora na obtenção de respostas relativas à roteirização na empresa de treinamento, o que pode ser considerado um grande problema, uma vez que o *software* é difícil de ser calibrado e um parâmetro pode trazer grandes mudanças nas rotas geradas.

4.1.9. Média de clientes atendidos por dia

A empresa trabalha atualmente com uma média de atendimento por região. Porém, este conceito é um pouco vago na empresa, não há nenhuma documentação sobre como estes valores foram calculados. Acredita-se que estes valores foram adotados pelo conhecimento do roteirista em rotas passadas para as regiões. Esta quantidade precisa ser revista e recalculada, uma vez que a quantidade de pontos atendidos por dia varia, apresentando com isto variações nas entregas.

4.1.10. Sistema de zoneamento da empresa

A empresa não trabalha com o sistema de zoneamento considerando as divisões de atendimento apresentadas na literatura. Existe a divisão de micro-regiões de atendimento (nome dado pela empresa), porém estas divisões são apenas quebras de área em função de acessos rodoviários e relevo para auxiliar o roteirista. A região de atendimento apresenta 15 divisões, conforme já apresentado na Figura 19. Estas divisões apenas ilustram uma separação em nível de localização das rotas, sendo formados grupos com característica de proximidade, porém sem a intenção de equilibrar a demanda e a utilização dos recursos. Contudo, há um direcionamento com relação às características morfológicas das redes de transporte, nas vias em forma de artérias com direções bem definidas. Não ocorre a limitação ao atendimento de vários pontos sendo atendidos por um único veículo. Segundo os depoimentos, a subdivisão das zonas foi dimensionada e delimitada através de uma sistemática empírica, baseada na experiência contínua do próprio processo operacional.

A empresa trabalha ainda com a divisão das quadrículas, que foram criadas para a utilização do *software* de roteirização, agrupando os clientes em uma determinada coordenada geográfica. O maior problema para este tipo de divisão por quadrículas é exatamente o agrupamento de vários clientes em um mesmo ponto de coordenada geográfica, pois neste ponto não são considerados os deslocamentos entre pontos. Ao se considerar uma rota realizando entregas em 3 cidades, por exemplo, sendo que em uma destas cidades a quadrícula é composta por sete clientes, o tempo de direção entre as cidades é facilmente identificado; porém, o deslocamento entre os clientes será zero, uma vez que pertencem à mesma referência. O tempo real de atendimento segue estimativas e médias, porém qual a

quilometragem real e o tempo de deslocamento entre um cliente e outro? Qual a influência desta divisão no *lead time* da roteirização? Perguntas que permanecem sem resposta na empresa.

A Tabela 14 exemplifica algumas quadrículas da empresa, como se pode observar os valores variam de 1 a 30 pontos (número de clientes). Desta forma, uma divisão que deveria auxiliar a roteirização, pode gerar problemas, não possibilitando as racionalizações desejadas pelo *software no processo*.

Tabela 14 – Relação Quadrícula x Cliente

Quadrícula	n° de pontos
A	11
B	30
C	19
D	01

Considerando o número de veículos para atender a todas as rotas e zonas, hoje a empresa não apresenta problemas com esta quantidade, tendo em média 40 rotas por dia. Porém, é importante ressaltar que em momentos de pico de vendas (geralmente em promoções especiais) a frota não consegue atender a esta demanda.

Um outro fator bastante relevante é que as rotas criadas possuem uma divergência grande na quilometragem rodada em comparação a planejada, conforme exemplifica a Tabela 15. Esta tabela apresenta no mês 1, um resultado 46,05% para a divisão entre a quilometragem apontada nas rotas geradas pelo NR e a quilometragem real percorrida, ou seja, se houvesse uma rota planejada para percorrer 100 km a rota executada percorreria realmente algo em torno de 217 km ($Divergência = \frac{100}{217,15} = 46,05\%$). Esta diferença se deve praticamente pela quilometragem não computada dentro das quadrículas.

Tabela 15 – Relações de utilização dos veículos

indicador	mês	Mês 1	Mês 2	Mês 3
Divergência de km (NR/real)		46,05%	60,26%	49,75%

Analisando os índices apresentados na tabela nota-se que não há como usar o recurso do *software* para a correção de linha reta (distância) em função da rede, ou aplicar valores multiplicativos para tentar corrigir os valores nos relatórios gerenciais.

4.1.11. Formas de pagamento

A forma de pagamento é cadastrada para cada cliente, em função de uma análise de setor de crédito da empresa, onde depois de validadas as opções de forma de pagamento, os clientes escolhem a forma que será realizada a compra. Os motoristas são informados da forma de pagamento por relatórios impressos pelo setor de faturamento da empresa. Os motoristas, após terminarem a descarga e conferência dos produtos, entregam as notas fiscais aos clientes, esperam a assinatura dos canhotos e o pagamento. Quando os clientes optam por compras com pagamento via boletos, os canhotos dos boletos equivalem ao pagamento da mercadoria para o motorista. Este procedimento de recebimento gera problemas operacionais como, por exemplo, constantes esperas para pagamentos ou assinaturas dos canhotos de recebimento, que ocorrem, pois os clientes responsáveis pelas compras não estão no local ou não estão dispostos a receberem os produtos. Outro problema encontrado são as devoluções geradas pelo não recebimento dos produtos, podendo ocasionar avarias e danos nos mesmos em função das entregas posteriores.

4.1.12. Atendimento dos pedidos na empresa

O processo apresenta problemas vinculados aos horários de corte, onde os pedidos enviados após esses horários, geralmente pedidos complementares de clientes que já realizaram alguma compra, são armazenados nas cargas de trabalho para posterior roteirização. Contudo, pela diretriz de atendimento estes pedidos são roteirizados pelo menor tempo, muitas vezes agrupados com outras regiões sem qualquer preocupação com a racionalização dos recursos. Este critério valoriza a prestação de serviço ao cliente, porém penaliza o departamento de transportes no aumento dos custos relativos às entregas. Observa-se neste ambiente, muitas cargas com pesos, volume e valores baixos; em função disto, muitas apresentam prejuízos para a empresa.

4.1.13. *Filas de espera nos clientes*

Filas de espera são um problema constante dos motoristas que ficam a espera de sua descarga por horas e horas, com variações de tamanho e tempo, dependendo do dia e da necessidade dos clientes para com as mercadorias. Para esse problema não há muitas soluções, as práticas usadas na empresa para tentar minimizar o problema são conversar com os clientes, bonificações por ganho logístico, treinamento de motoristas para se portarem da melhor maneira possível nestes clientes, criando um ambiente de amizade entre cliente e empresa. No entanto, o problema persiste, o que prejudica o planejamento das rotas e a programação dos veículos.

4.1.14. *Falta de Indicadores na Empresa*

A empresa possui muita informação ao longo de todo o fluxo dos produtos. Contudo, estas informações não estão estruturadas para atender aos departamentos e setores. Observa-se nos depoimentos que todos concordam com relação à importância dos indicadores para a empresa. Isto fica evidente no depoimento do gerente de transporte “*sem os indicadores não conseguiríamos gerenciar nossas atividades e processos*”.

O departamento de transporte trabalha com indicadores de faturamento, custo do km rodado, custo de entrega por região, custos e despesas dos setores de transportes, valor mínimo de venda por cliente, valor mínimo de venda por praça, entregas realizadas por km, entregas por hora, produtividade dos motoristas, devoluções por região e por motoristas. No entanto, estes indicadores não estão presentes nas rotinas do dia-a-dia e sim em fechamentos de ações mensais, ou periódicas. Com relação a roteirização, o setor comentou sobre os indicadores, que valores mínimos de cargas foram sugeridos como balizadores da rotina operacional, porém a direção da empresa passa por cima destes indicadores propostos.

4.1.15. *Escolha do CD de Poços de Caldas e Transbordo*

Com relação à escolha da localização do CD em Poços de Caldas, para alguns entrevistados, surgiu pelo espírito empreendedor dos donos, que encontraram na cidade um

desafio pessoal. Para os especialistas vinculados ao setor de planejamento e controle logístico (PCL), a resposta gira em torno da posição estratégica da cidade, que possuía na época fácil acesso às cidades do estado de São Paulo e de Minas Gerais, e ainda, pelas cidades menores da região que representavam uma gama de clientes potenciais. Este tópico não será discutido, pois envolve muitas variáveis. Existem vários métodos de análise propostos na literatura, como centro de gravidade, análise multicritérios, localização de facilidades, entre outras. Da mesma forma, os pontos de transbordo não foram descritos nesta pesquisa, apesar de serem usadas para auxiliar no processo de distribuição física do Vila Nova, este tema também possui muitos métodos de resolução descritos na literatura. O tema é bastante abrangente, existindo neste ambiente a discussão de áreas de trabalho, onde para alguns autores este assunto é encarado como um recurso de transporte para aumentar o dinamismo da operação. Para outros, estas unidades são recursos estratégicos de armazenagem, mesmo para os casos onde a transferência ocorre no momento da chegada das mercadorias. Assim, tanto a escolha da localização do CD como as unidades operacionais de transbordo serão deixadas como recomendação para trabalhos futuros.

A Tabela 16 apresenta um resumo de algumas vantagens e desvantagens de cada um dos fatores descritos a partir das fontes de evidências.

O item 4.1.15 não será tratado nesta tabela, pois não foi avaliado neste trabalho.

4.2. Comentários sobre os fatores evidenciados no processo

O processo de roteirização da empresa apresenta os fatores (descritos no item anterior) se relacionando entre si e, de modo geral, estes fatores alteram as características do problema de roteirização e programação de veículos. Como exemplo tem-se:

- A relação entre os fatores: fracionamento, peso e volume, estes fatores podem ser trabalhados visando uma melhor alocação dos produtos nos veículos e rotas, alcançando por consequência um melhor aproveitamento dos veículos e a redução do número de avarias e danos nos produtos pela movimentação dos mesmos nas entregas. Estes fatores alteram diretamente as características de restrição de capacidade e tipos de veículos.
- Com relação à carga e descarga, uma mudança operacional pode ocasionar problemas no processo de roteirização. Recomendam-se estudos sobre o tempo

de carga e descarga x cargas separadas na entrega, atualizando os tempos médios usados no planejamento das rotas.

- A paletização é algo indispensável na carga e descarga dos produtos coletados nos fornecedores. Porém para as entregas é necessária uma revisão sobre este procedimento. Com isto, os espaços úteis de carga dos veículos podem ser mais bem aproveitados. Observa-se que a paletização afeta o fator carga e descarga, que por sua vez sofre influência dos fatores peso, volume e fracionamento.

A relação entre estes fatores está associada às restrições de capacidade dos veículos, criando problemas aos tempos da rota, programação de pessoal e outros.

Para os pedidos enviados depois do horário de corte, nota-se a ocorrência de problemas operacionais. Dentre eles tem-se rotas pouco interessantes em nível de custos, com valores, pesos e volumes bastante baixos e veículos subutilizados. Este problema é agravado pela diretriz da empresa que busca praticar o menor tempo de entrega. Considerando a qualidade de serviços esta prática é muito interessante, porém a empresa deve analisar a qualidade de serviços x os custos de transportes, de modo a evitar gastos desnecessários.

A comunicação é um outro fator de problema na empresa, porém pode ser resolvido. Este fator possui participação direta no processo de roteirização e programação. Conforme apresentado nos testes, uma simples melhoria na programação e sinergia das rotas apontaram economias significativas nos gastos de coletas. É importante ressaltar que de nada adianta ter muita informação, ela precisa ser estruturada e monitorada no fluxo para que se tenha o resultado esperado.

Um ponto ressaltado pelos entrevistados e bastante discutido com o pesquisador foi a não roteirização das coletas, tópico que apresentou opiniões discordantes. Por um lado, entrevistados afirmavam que não há necessidade de se roteirizar as coletas, pois estas rotas precisam apenas de uma programação em função da disponibilidade de cargas existente para os veículos (carretas e os cavalos), sejam elas da casa ou contratadas. Já para outros, a afirmação é que esta operação poderia ser roteirizada, onde a partir dos dados gerados na roteirização haveria um aumento na precisão das informações. Esta precisão, na visão dos especialistas, aumentaria o nível de informação para as apurações de custos, controle interno, posicionamento efetivo dos veículos nas operações diárias. Com isto, a empresa teria condições de realizar de maneira mais eficiente a sinergia de cargas em nível operacional.

Tabela 16a – Resumo dos fatores descritos nas fontes de evidências (parte 1)

FATORES	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Fracionamento de produtos;	O cliente pode comprar em menores quantidades.	Problemas Operacionais: na separação, alocação e movimentação dos produtos; Aumento do tempo de descarga; Possibilidade de danificar os produtos; Diminuição do espaço útil pela utilização de caixas plásticas.
Relação Peso/Volume x valor agregado;	Esta relação pode ser usada como referência de utilização dos veículos.	Problemas Operacionais: na separação e formação da carga pelo depósito; Problemas no faturamento dos produtos; Multas por excesso de peso; Problemas pelo não balanceamento das cargas; Sub ou superlotação dos veículos; Atrasos.
Comunicação;	As informações podem ser agrupadas em um banco de dados, gerando um histórico para a empresa.	Programação incorreta de veículos; Atrasos de entregas; Gastos desnecessários.
Programação das coletas x prazo máximo de retirada;	De fácil resolução;	Comunicação entre os setores com possibilidade de erros;
Falta de Sinergia entre as cargas de entrega e as coletas;	Possibilita o aumento do sincronismo das operações.	Falta de um sistema de validação do pedido de coleta; Contratações de transporte em caráter emergencial;

Tabela 16b – Resumo dos fatores descritos nas fontes de evidências (parte 2)

FATORES	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Processo de carga e descarga;	Agilidade nas cargas e descargas de produtos com padrão de paletes (fechados);	Entregas nos clientes são manuais e lentas; Problemas na movimentação do motorista dentro dos veículos; Problema de localização de alguns produtos nas entregas.
Efeito da paletização no processo de distribuição;	Padronização de embarque; Uso de equipamentos motorizados.	Subutilização dos veículos; Atrasos na separação das cargas de entrega.
Parametrizações do <i>software</i> de roteirização;	Recursos do Software; Interface amigável.	Parâmetros do <i>software</i> não conhecidos pelos usuários; Treinamento inicial superficial; Algoritmo de resolução não conhecido; Software de difícil calibragem.
Sistema de zoneamento da empresa;	Referência de trabalho. Fácil manutenção dos pontos de coordenadas geográficas.	Quebra de área em função de acessos rodoviários e relevo; Sistemática empírica de divisão das zonas. Agrupamento de vários pontos em uma mesma coordenada geográfica; Problemas ao mensurar tempos reais de atendimento; Grande divergência entre a quilometragem planejada e a rodada (real).

Tabela 16c – Resumo dos fatores descritos nas fontes de evidências (parte 3)

FATORES	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Média de clientes atendidos por dia;	Referência de trabalho.	Falta de documentação sobre o cálculo das médias; Variação na quantidade de pontos atendidos.
Formas de pagamento;	Grande variedade de forma de pagamento.	Atrasos Devoluções Avarias
Atendimento dos pedidos na empresa;	Tempo de atendimento dos pedidos.	Subutilização dos recursos; Aumento dos gastos.
Filas de espera nos clientes;		Prejudica o planejamento e a programação dos veículos.
Falta de indicadores;		Dificulta o gerenciamento.

O *software* da empresa apresenta várias parametrizações, porém os usuários não conhecem as implicações destas parametrizações nas rotas. Esta ferramenta apresenta um grande potencial para empresa, no entanto, o *software* tem que ser explorado na sua totalidade. Analisando as características e requisitos de *software* comerciais citadas por Cunha (1997) e Assad (1991), observa-se que o NR apresenta a maior partes delas. No entanto, não possui: *recursos* de contratação de terceiros e múltiplos compartimentos por veículos; para a *função objetivo*, não há opção de minimizar o número de veículos; nos *resultados* não se tem relatórios de utilização dos veículos, programação do motorista e opção de relatórios definidos pelos usuários. Com relação ao fornecedor, prestador de manutenção e treinamento, o Vila Nova precisa de ações diretas para com este fornecedor, pois com certeza o *software* precisa de uma melhor utilização. Este ponto foi bastante discutido entre os entrevistados e o pesquisador, pois durante toda a pesquisa foram solicitadas informações sobre o produto que não obtiveram resposta. Esta pratica é freqüente, e pode ser observado em outras situações como mostra o depoimento: “*Nós já tentamos saber com a empresa qual é o algoritmo de resolução usado para a roteirização, porém o software continua uma caixa preta. Todas as vezes que perguntamos as respostas foram sempre as mesmas, que este algoritmo é confidencial, sendo o segredo do software*”.

A quantidade de clientes e os sistemas de zoneamento estão diretamente ligados, onde uma melhor distribuição dos clientes em zonas ótimas e com padrões bem definidos podem trazer ganhos para a empresa. Observa-se que as divisões chamadas de quadrículas geram distorções nas quilometragens rodadas, não permitindo que os roteiristas usem as quilometragens reais para se nortear quanto aos custos das rotas. É importante evidenciar que as quadrículas e o não conhecimento das parametrizações do *software* podem ocasionar manutenções manuais constantes nas rotas. Estas modificações apresentam-se como uma preocupação para os entrevistados. Faz-se necessária a documentação destas modificações, onde através de uma revisão das parametrizações e divisões regionais as rotas podem se aproximar das rotas esperadas pelo roteirista. A mudança das rotas pelo conhecimento dos roteiristas pode ocasionar problemas futuros em possíveis mudanças de profissionais. Observa-se que a rede usada no *software* precisa de uma manutenção evidenciando pontos de precariedade da malha rodoviária, isto ocasiona elevados custos de manutenção da frota e prejudica o planejamento das rotas, principalmente no estado de Minas Gerais.

Pode-se observar durante o acompanhamento da pesquisa em campo que as rotas são alteradas, porém estas modificações não são documentadas. Os entrevistados não souberam informar porque estas modificações são necessárias e como se resolveria ou

diminuiria a frequência destas alterações. Todos estes fatores colaboram para a roteirização baseada no conhecimento e na experiência dos roteiristas nas regiões de atendimento. Com isto, muitas vezes não são consideradas todas as características e restrições, não permitindo que o problema seja racionalizado.

A diretriz de atendimento, (que considera que as entregas devem ser realizadas no menor tempo possível) não foi apontada como fator relacionado a problemas na roteirização, isto pode ser explicado pelo fato da empresa usar esta diretriz como estratégia de marketing, onde o atendimento no menor prazo representa um diferencial de mercado. Porém esta estratégia está diretamente ligada a criação das rotas, influenciando o roteirista na decisão de mandar ou não uma determinada mercadoria para um cliente. Esta diretriz pode provocar com certeza custos elevados, que podem ser evitados pela racionalização dos recursos, sem afetar drasticamente a qualidade das rotas no que tange ao atendimento. Com relação à qualidade das rotas, alguns entrevistados criticam algumas rotas planejadas. Porém, apesar das reclamações sobre a qualidade das mesmas, observa-se que segundo as estatísticas da empresa os clientes estão satisfeitos com a qualidade do atendimento e os prazos de entregas. Contudo, apesar dos depoimentos apontarem o tempo de entrega como um fator mais importante na qualidade dos serviços prestados, sendo muitas vezes tomadores de pedidos, o custo de transporte também deve ser considerado. Este valor é considerado alto na empresa, praticamente 4,2% do valor faturado.

Outro problema que pode ser citado é a falta de indicadores operacionais para analisar o desempenho das rotas criadas. Existe a preocupação do roteirista quanto à relação peso x volume x valor, porém não são analisadas diariamente como fator limitante de formação de rotas. Este fato, aliado à diretriz imposta pela empresa (menor tempo de entrega para atendimento dos clientes), faz com que o controle dos valores não ocorra como deveria. O setor de roteirização e o departamento de transportes precisam acompanhar indicadores operacionais, para que possam ter uma referência de trabalho, principalmente desta qualidade de rota e usá-los no *benchmarking*. Estas informações são cruciais no planejamento da distribuição física e das rotas.

4.3. Classificação da roteirização da empresa segundo a literatura

Com relação aos problemas de roteirização de veículos, de modo geral, segundo a *origem e destino* do trajeto, os pontos de origem e de destino são coincidentes. O tipo de modelagem o problema de roteirização é por nós, onde os nós representam os depósitos, unidades operacionais (UOs), clientes e/ou fornecedores.

Para as classes de problemas de roteirização das atividades básicas de distribuição comercial citadas por Assad (1991), observa-se à presença de duas das três categorias citadas, sendo:

- *Pura Coleta ou Pura Entrega*, entregas diárias dos clientes e coleta dos produtos nos fornecedores. Conforme descrito no capítulo anterior a empresa possui operações distintas.
- *Precedente com a opção de backhauls*, algumas coletas apresentam esta classificação, geralmente, para as coletas que usam os veículos que passam pelas UOs, nas transferências de mercadorias.
- Com relação à *Coleta combinada com entrega*, a empresa não apresenta esta modalidade.

As atividades da empresa apresentam problemas que podem ser considerados como uma combinação de problemas de roteirização e programação, e ainda, o problema de roteirização e programação de veículos com janelas de tempo (PRPVJT). Observa-se que os clientes possuem variadas janelas de tempo, que são agrupadas em função de facilidade de manutenção em perfil de clientes. Com relação a classificação de Bodin *et al.* (1983) a empresa pode ser enquadrada nas categorias de “Cavalos mecânicos para carretas com carga completa” e “Cavalos mecânicos para carretas com carga parcial”.

Para as características citadas por Cunha (1997), tem-se:

- a roteirização de entregas pode ser dita como roteirização em meio urbano, e;
- as coletas possuem característica de roteirização intermunicipal.

Observa-se que a empresa não trabalha com o conceito de otimização, o máximo que se pode dizer é que ela tenta racionalizar seus recursos. Porém, isto é prejudicado pela diretriz de atendimento da empresa. Já a programação dos veículos é considerada a partir das especificações do conjunto (veículos, motorista e ajudante). Cada conjunto possui suas

especificações de rendimento, onde são consideradas. Para evitar que determinadas rotas e programações não sejam cumpridas, a empresa trabalha com:

- O sistema de fila de chegada (o motorista que chega primeiro é o primeiro da fila para viajar);
- Remuneração com salário composto por parte fixa (salário base, menor valor do sindicato de motoristas ou ajudantes) mais variável. A parte variável do salário é composta pela composição de quatro variáveis: quilometragem, quantidade de viagens, número de entregas realizadas e peso, onde cada variável possui valores que multiplicados pela quantidade total do mês compõem o salário, e;
- Bonificação mensal dada aos motoristas que seguem uma série de exigências de trabalho, que variam de limpeza do veículo, *check list* (lista de verificação) de manutenção, atrasos e/ou problemas no decorrer do dia a dia.

Após a análise dos dados, o próximo capítulo apresenta as conclusões do trabalho.

5. CONCLUSÃO

O objetivo desse trabalho foi analisar a distribuição física e a rotina operacional de roteirização e programação de veículos de uma empresa do setor atacadista. Após uma revisão bibliográfica sobre os principais temas envolvidos, foi realizado um estudo de caso no Atacado Vila Nova, situado no Sul de Minas Gerais, empresa de grande porte com mais de 60 anos de atuação na área e um intenso processo de distribuição física e roteirização. Para a condução do estudo de caso, foram utilizadas como fontes de evidências: documentação, registros em arquivos, observação direta e entrevista estruturada. Como resultado do estudo, foi feita uma descrição geral do processo operacional de distribuição física, buscando-se identificar os fatores considerados críticos para o processo, onde foram criados macrofluxogramas e fluxogramas para facilitar a visualização do processo. Especial atenção foi dedicada ao processo de roteirização e programação de veículos, sempre tendo como referência os conceitos encontrados na literatura especializada. Foi possível identificar que a teoria e a prática, no que tange à idéia de otimização da roteirização e programação, ainda estão distantes.

O escopo da empresa é o atendimento no menor prazo, não se preocupando com os custos em um primeiro instante. Portanto, ainda falta definir claramente qual é o melhor método de trabalho, revisando esta diretriz de atendimento, onde a roteirização da empresa estudada deve rever os conceitos e funções aplicadas ao setor. Deste modo, o setor de roteirização deve trabalhar para se aproximar da proposta de racionalização das rotas criadas, potencializando o uso das ferramentas de trabalho, *software* e com a criação de indicadores de acompanhamento.

Outro ponto de destaque é à visão da roteirização na empresa estudada. Todos os entrevistados parecem entender que a roteirização é importante para a melhoria dos processos e na racionalização dos recursos de transportes. Contudo, o próprio gerente de transportes, na verdade, não aplica estes conceitos considerados de grande importância para a distribuição física, considerando mais a gestão das atividades no fluxo logístico. Isso permite que sejam feitas algumas especulações quando se confronta a realidade prática com o que foi revisado na literatura sobre roteirização. Essa pode ser uma das explicações do porquê o setor de roteirização não está vinculado ao departamento de transportes e, os indicadores de desempenho não são cobrados com maior rigor.

Um dos problemas mais críticos evidenciados nesta pesquisa é a limitação quanto à parametrização do *software*, que afeta diretamente a qualidade das rotas, onde a empresa usa a ferramenta somente para agrupar os pedidos. A experiência do roteirista é considerada como fator decisivo na formação da rota. Cabe ressaltar ainda que há muitas modificações manuais na rota, porém sem documentação. Estas modificações podem estar vinculadas a estas parametrizações ou ao sistema de quadrícula/zonamento criado na empresa.

Mais um fator importante a ser citado é a relação entre o fornecedor do *software* e a empresa, que segundo os entrevistados não mostram todo o potencial do *software*. Um ponto interessante que pode ser ressaltado foi à comparação do *software* da empresa em relação aos pontos descritos por Cunha (1997) e Assad (1991). O *software* apresentou muitas características positivas da literatura e respostas heurísticas de boa qualidade. Porém, a ferramenta não é usada para este fim. No dia-a-dia, o máximo que o setor de roteirização alcança é uma racionalização dos recursos empregados: a otimização ainda se encontra num horizonte distante.

O ambiente externo, caracterizado por filas de espera com os clientes e outros fatores como: quebras não previstas, paradas não programadas etc., imprimem pontos que despertam nos gerentes a resolução isolada do problema. Isto pode ser observado na facilidade da equipe em tomar decisões rápidas e implementá-las, quando surgem mudanças no cenário da empresa. Porém, estas modificações não são documentadas para possíveis comparações futuras do processo de distribuição. Contudo, vários estudos mostram a eficiência da documentação e padronização dos métodos de solução. Se cada departamento busca seus objetivos individuais e nenhum deles possui indicadores ou informações que permitam uma visão sistêmica, as áreas e setores operacionais não conseguirão perceber como o seu desempenho pode influenciar nos resultados da empresas.

As conclusões deste estudo são de natureza qualitativa, em função disto não se pode traçar conclusões de cunho quantitativo, relacionando os parâmetros e fatores usados na descrição do processo de distribuição física ou da roteirização e/ou maior ou menor influência de variáveis envolvidas. A elaboração do roteiro de entrevistas da pesquisa facilitou a coleta e análise de dados sobre as questões fundamentais ao processo de roteirização e programação de veículos. O estudo de caso realizado evidenciou que aspectos teóricos podem ser facilitadores na prática das empresas. A teoria previamente estudada possibilitou que os trabalhos fossem executados analisando as características descritas na literatura como pontos a serem seguidos. Este fato pode ser comprovado pelo resultado deste trabalho, uma vez que foi apresentado aos envolvidos no estudo e no processo de roteirização os ganhos que a

empresa poderia ter com o uso de metodologias estruturadas para a identificação, descrição, documentação e análise do processo, entre outras as vantagens existentes na relação entre empresa e academia.

Como conclusão geral, pode-se afirmar que a empresa, apesar de utilizar diversos conceitos e ferramentas de apoio em seu processo de distribuição física, especialmente um *software* robusto de roteirização, ainda é refém da falta de informações em processos operacionais tecnicamente simples (como as distâncias viárias exatas entre os clientes). Como consequência, o processo acaba por ser excessivamente dependente do fator humano em diversas etapas, ou seja, da experiência prática do profissional envolvido. No entanto, na visão da empresa ela trabalha com o ambiente ideal de distribuição física e roteirização, pois atende as diretrizes impostas pela relação diretoria/clientes/mercado. Para isto, muitas vezes não há a preocupação com custos e racionalizações, mas sim apenas com a satisfação dos clientes.

5.1. Recomendações para Futuros Trabalhos

Como recomendação para pesquisas futuras tem-se:

- Analisar as informações quantitativamente, visto que este trabalho buscou analisar as informações e suas possíveis relações de forma qualitativa;
- Análise do método proposto para pesquisas de múltiplos casos, onde vários atacadistas devem ser considerados;
- Análise quantitativa das rotas geradas pelo *software* da empresa (*NR*);
- Análise das unidades operacionais da empresa (Transbordos);
- Análise e simulação do processo de distribuição física do Vila Nova;
- Criar uma formulação matemática específica para problemas de roteirização e programação em atacadistas;
- Realizar a roteirização e programação dos veículos com auxílio de outros tipos de roteirizadores, preferencialmente aqueles que estejam associados aos Sistemas de Informações Geográficas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, R. R. de; MICHEL, F. D. **Problemas de roteirização em arcos: características e métodos de resolução.** Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha – SPOLM, 18 e 19 de dezembro de 2001, Rio de Janeiro – RJ.

ASSAD, A. A. **Modeling and Implementation Issues in Vehicle Routing.** In: Vehicle Routing: Methods and Studies, edited by: Golden, B.L; Assad, A. A. v.16, p. 127- 148, second impression, 1991.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suplementos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial:** trad. Elias Pereira. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BASTOS, I. D. **Avaliação do Desempenho Logístico do Serviço de Transporte Rodoviário de Cargas – um Estudo de Caso no setor de revestimentos cerâmicos.** 2003. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 168p.

BERMAN, B. **Marketing Channels.** John Willey & Sons, 663p. 1996.

BODIN, L. D.; GOLDEN. B.; ASSAD, A.; BALL, M. **Routing and Scheduling of vehicles and crews: The state of the art.** Computers and Operations Research, v.10, n.2, 1983.

BONOMA, T. V. **Case Research in Marketing: Opportunities, Problems and Process.** Journal of Marketing Research, V. 22. p.203. May, 1985.

BOSE, R. de C. A. **Modelos de Roteirização e Programação de entregas em redes de transportes.** 1990. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo. 171p.

BOTELHO, L. G. **Um Método para o Planejamento Operacional da Distribuição: Aplicação para casos com Abastecimento de Granéis Líquidos.** 2003. Dissertação

(Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Logística Empresarial, PUC, Rio de Janeiro. 100p.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. Tradução da Equipe do Centro de Estudos em Logística, Adalberto Ferreira das Neves; Coordenação da revisão técnica Paulo Fernando Fleury, César Lavalle. São Paulo: Atlas, 2001.

BOWERSOX, D. J. e COOPER, M. B. *Strategic Marketing Channel Management*. McGraw-Hill, New York, 1992.

BRYMAN, ALAN. **Research Methods and Organization Studies**. London: Unwin Hyman, 1995.

CAIXETA-FILHO, J. V. e MARTINS, R. S. (organizadores) **Gestão Logística do Transporte de Cargas**. São Paulo: Atlas, 2001.

CARMO, E. C. do; GOMES, H. A. da S.; NETO, J. F. B. **Roteamento de Veículos no Transporte Rodoviário de Cargas: uma Aplicação para a Distribuição de Jornais**. XXXV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – SBPO, 4 a 7 de novembro de 2003 - Natal – RN.

CASCO, D. O.; GOLDEN, B. L; WASIL, E. A. **Vehicle Routing with Backhauls: Models, Algorithms, and Case Studies**. In: *Vehicle Routing: Methods and Studies*, edited by: Golden, B.L; Assad, A. A. v.16, p. 127-148, second impression, 1991.

CHRISTOFIDES, N. **Vehicle Routing**. In: *The Traveling Salesman Problem*, edited by: Lawler, E.; Lenstra, J. K.; Rinnoy Kan, A. H. G.; Shmoys, D.B. John Wiley, 1985, p. 431-448.

CHIH, W. Y. **Influência dos Custos Fixos e Variáveis na Roteirização de Frotas de Veículos com Capacidades Variadas**. 1987. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo. 128p.

COSTA, L. T. **Gestão Estratégica de Estoques na Distribuição de Material Elétrico**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 116p.

COUTO, P. T. B. **Resolução de Problemas de Transporte Rodoviário de Carga Utilizando Programação Inteira**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, PUC-Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 81p.

CUNHA, C. B. **Um Modelo Matemático para o Problema de Sequenciamento e Programação de Visitas de Gerentes de Banco**. *Gestão & Produção*, v.10, n.2, p.183-196, 2003.

CUNHA, C. B. **Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais**. *Transportes*, v.8, n.2, p.51-74, 2000.

CUNHA, C. B. **Uma Contribuição para o Problema de Roteirização de Veículos Com Restrições Operacionais**. 1997. Tese (Doutorado) – Escola de Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo. 222p.

DAGANZO, C. F. **The Distance Traveled to Visit N Point with a Maximum of C Stops per Vehicle: An Analytic Model and an Application**. *Transp. Science*, V.18, p.331-350, 1984.

DELUQUI, K. K. **Roteirização para Veículos de Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares usando um Sistema de Informação Geográfica – SIG**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos. 222p.

DEMARIA, M. **O Operador de Transporte Multimodal como Fator de Otimização da Logística**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas UFSC, Florianópolis. 87p.

DINIZ, U. L. **Dimensionamento de frotas de veículos para apoio a maquinário de usinas sucroalcooleiras**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos. 163p.

EISENHARDT, K. M. **Building Theories from Case Study Research**. Academic of Management Review, v.14, n.4, p.532-50, 1989.

FLEURY, P. F. **A Logística Brasileira em Perspectiva**. In: Logística Empresarial: A perspectiva Brasileira, organizadores: Figueiredo, K. F.; Fleury, P. F.; Wanke, P. São Paulo, Atlas, 2000.

FLEURY, P. F. **O Sistema de Processamento de Pedidos e a Gestão do Ciclo do Pedido**. <<http://www.cel.coppead.ufjf.br/fr-fleury.htm>>. 2003.

GALVÃO, L. C. **Dimensionamento de Sistemas de Distribuição através do Diagrama Multiplicativo de Voronoi com Pesos**. 2003. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis. 175p.

GOLDEN, B. L. **Route Planning for Coast Guard Ships**. In: Vehicle Routing: Methods and Studies, edited by: Golden, B.L; Assad, A. A. v.16, p. 439-444, second impression, 1991.

GREENWOOD, E. **Métodos Principales de Investigación Social Empírica**. Buenos Aires, Praidós, 1973

HOOBAN, J. M. **Marketing a Vehicle Routing Package**. In: Vehicle Routing: Methods and Studies, edited by: Golden, B.L; Assad, A. A. v.16, p. 447-468, second impression, 1991.

HOLT, J. N. e WATTS, A. M. **Vehicle Routing and Scheduling in the Newspaper Industry**. In: Vehicle Routing: Methods and Studies, edited by: Golden, B.L; Assad, A. A. v.16, p. 347-358, second impression, 1991.

JESUS, G. P. **Estudo de Caso Sobre a Medição de Desempenho da Cadeia de Suprimentos de uma Montadora de Autoveículos**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2003. 156p.

KAMINSKI, L. A. **Proposta de uma Sistemática de Avaliação dos Custos Logísticos da Distribuição Física: o caso de uma Distribuidora de Suprimentos Industriais**. 2004.

Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia – Ênfase em Logística, UFRGS, Porto Alegre. 131p.

KOTLER, P. **Administração de Marketing: a edição do novo milênio**. São Paulo, Prentice Hall, 2000.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões: Modelagem em Excel**. Rio de Janeiro: Elsevier, Editora Campus, 2002 – 4ª Reimpressão.

LADEIRA, M. B. **Gestão da Rede de Suprimentos e Estratégias de Segmentação de Fornecedores na Cadeia Produtiva da Fiat Automóveis S.A.** 2001. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 273p.

LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R.; VANTINE, J. G. **Administração Estratégica da Logística**. São Paulo, Vantine Consultoria, 1998.

LAPORTE, G.; GENDREAU, M.; POTVIN, J.Y.; SEMET, F. **Classical and Modern Heuristics for the Vehicle Routing Problem**. International Transactions in Operational Research, v.7, n. 4/5, p. 285-300. 2000.

LARSON, R. C.; MINKIFF, A.; GREGORY, P. **Fleet Sizing and Dispatching for the Marine Division of the New York City Department of Sanitation**. In: Vehicle Routing: Methods and Studies, edited by: Golden, B.L; Assad, A. A. v.16, p. 395-424, second impression, 1991.

LEVY, L. e BODIN, L. **Scheduling in the Postal Carrier for the United State Postal Service: An Application of Arc Partitioning and Routing**. In: Vehicle Routing: Methods and Studies, edited by: Golden, B.L; Assad, A. A. v.16, p. 359-394, second impression, 1991.

LIMA, Renato S. **Bases para uma metodologia de apoio à decisão para serviços de educação e saúde sob a ótica dos transportes**. 2003. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos.

LORENA, L. A. N. **Análise Espacial de Redes com Aplicações em Sistemas de informações Geográficas.** <<http://www.lac.inpe.br/~lorena/producao/Analiseredes.pdf>>. maio 2003.

MARQUES, V. **Utilizando o Transportation Management System para uma gestão eficaz de transportes.** Revista Tecnológica, ano VI, nº 77, 2002.

MARTINS, B. B. B.; FONSECA, A. P.; SILVA, Edwin P. S. **Análise de sistemas logísticos de distribuição física em indústrias Agroalimentares aplicando Simulação e Sistema de Informação Geográfica.** XXXIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – SBPO, 6 a 9 de novembro de 2001 - Campos do Jordão – SP.

MELO, A. C. da S. e FILHO, V. J. M. F. **Sistemas de Roteirização e Programação de Veículos.** Pesquisa Operacional, v.21, n.2, p. 223-232, julho a dezembro de 2001.

MUTARELLI, F. e CUNHA, C. B. **Modelagem de Redes de Distribuição Aplicada ao Caso de Uma Editora de Revistas.** XVIII ANPET, 8 a 12 de novembro de 2004, Florianópolis.

NARUO, M. K. **O Estudo do consórcio entre municípios de pequeno porte para disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos, utilizando Sistemas de Informação Geográficas.** 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos. 283p.

NAZÁRIO, P. **Intermodalidade: Importância para a Logística e Estágio Atual no Brasil.** In: Logística Empresarial: A perspectiva Brasileira, organizadores: Figueiredo, K. F.; Fleury, P. F.; Wanke, P. São Paulo, Atlas, 2000.

NEVES, M. F. **Um Modelo para Planejamento de Canais de Distribuição no Setor de Alimentos.** 1999. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, USP, São Paulo. 297p.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição.** Rio de Janeiro, Elsevier: Editora Campus, 2004.

NOVAES, A. G. e ALVARENGA, A. C. **Logística Aplicada: Suprimento e Distribuição Física**. São Paulo, Edgard Blucher, 2000.

NOVAES, A.G. N.; CURSI, J. H E. Souza de; GRACIOLLI, O. D. **A Continuous Approach to the Design of Physical Distribution Systems**. *Computers & Operations Research*, v.27, n.3/5, p.877-893, 2000.

NOVAES, A. G. N. e GRACIOLLI, O. D. **Theory and Methodology: Designing multi-vehicle delivery tours in a grid-cell format**. *European Journal of Operational Research*, v.119, p.613-634, 1999.

NOVAES, A. G. **Sistemas Logísticos: Transporte, Armazenagem e Distribuição de Produtos**. São Paulo, Edgard Bluncher, 1989.

PARTYKA, J. G. e HALL, R. W. **On the Road to Service**. *ORMS Today*, v.27, p.26-30, 2000.

PELIZARO, C. **Avaliação de Desempenho do Algoritmo de um Programa Comercial para Roteirização de Veículos**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos. 153p.

PAPE, U. **Car Transportation by Truck**. In: *Vehicle Routing: Methods and Studies*, edited by: Golden, B.L; Assad, A. A. v.16, p.425-438, second impression, 1991.

POLI, R. M. A. **Utilização de Centros de Distribuição como Diferencial Competitivo – um estudo de caso da Fiat Automóveis S.A**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 106p.

RIBEIRO, G. M.; RUIZ, M. D. V.; DEXHEIMER, L. **Programa de Roteamento de Veículos Aplicação no Sistema de Coleta dos Correios**. XIX ENEGEP, 1999.

RIBEIRO, P. C. C.; SILVA, G. P.; SIMÕES, J. M. S.; SILVA, V. **Transporte na Indústria Brasileira de Laticínios: Um Estudo de Caso**. XXIII ENEGEP – Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de outubro de 2003.

RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos Sistemas de transporte no Brasil e à Logística Internacional**. São Paulo, Editora Aduaneiras, 2001.

SARKIS, L. F. P. G. **Resíduos de serviços de saúde em cidades de médio porte: caracterização de sistemas de coleta e aplicação de um sistema de informação geográfica na roteirização e coleta de transporte**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos. 216p.

SILVA, V. **Logística e Transporte na Indústria Brasileira de Laticínios: Estudo de Casos**. 2003. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção, UFOP, Ouro Preto. 109p.

SMIDERLE, A; STEINER, M. T. A.; CARNIERI, C. **Problema de Cobertura de Arcos – Um Estudo de Caso**. XXIII ENEGEP – Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de outubro de 2003

SOLOMON, M. M. **Algorithms for the Vehicle Routing and Scheduling Problems with Time Windows Constraints**. Operations Research, v. 35, n.2, p.254-265, 1987.

STERN, L. W.; EL-ANSARY, A. I; COUGHLAN, A. T. **Marketing Channels**. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. 5th edition, 576p., 1996.

TEIXEIRA, R. G. e CUNHA, C. B. **Heurísticas para o Problema de Dimensionamento e Roteirização de uma Frota Heterogênea utilizando o Algoritmo Out-of-Kilter**. Transportes, v.10, n.2, p.9-30, 2002.

TULL, D. S. e HAWKINS, D. I. - **Marketing Research, Meaning, Measurement and Method**. Macmillan Publishing Co., Inc., London, 1976.

VALENTE, A. M.; PASSAGLIA, E.; NOVAES, A. G. **Gerenciamento de Transporte e Frota**. São Pulo, Editora Pioneira, 2003.

VIEIRA, A. B. **Roteirização de ônibus urbano: escolha de um método para as grandes cidades brasileiras**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos. 148p.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. 2.ed. Thousand Oaks: Sage, 1994.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Trad. Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

ZNAMENSKY, A. e CUNHA, C. B. **Heurísticas para o Problema de Roteirização e Programação do Transporte de Deficientes**. Transporte em Transformação V - Trabalhos Vencedores do Prêmio CNT Produção Acadêmica 2000. Cap. I, p.1-13, 2000.