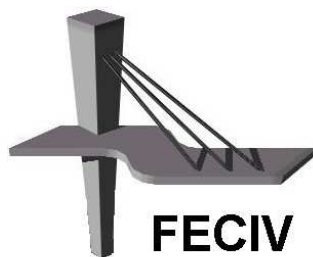


DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Estudo de localização de unidades de
atendimento para os acidentes de trânsito**

LOURIVAL GOMES MENDES

UBERLÂNDIA, 23 de fevereiro de 2011



FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



Lourival Gomes Mendes

Estudo de localização de unidades de atendimento para os acidentes de trânsito

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da
Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de **Mestre em
Engenharia Civil**.

Área de concentração: Engenharia Urbana

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Faria

Uberlândia, 23 de fevereiro de 2011.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU , MG, Brasil

M538e Mendes, Lourival Gomes, 1958-
Estudo de localização de unidades de atendimento para os
acidentes de trânsito [manuscrito] / Lourival Gomes Mendes. -
2011.
159 f. : il.

Orientador: Carlos Alberto Faria.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
Inclui bibliografia.

1. Acidentes de trânsito - Uberlândia (MG) - Teses. 2. Trânsito -
Fluxo - Uberlândia (MG) - Teses. I. Faria, Carlos Alberto. II. Univer-
sidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil. III. Título.

CDU: 656.08(815.1)



**ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

ATA Nº: 080/2011

CANDIDATO: Lourival Gomes Mendes

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Alberto Faria

TÍTULO: "Um estudo de localização de unidades de atendimento para os acidentes de trânsito."

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Urbana

LINHA DE PESQUISA: Planejamento e Infraestrutura Urbana

DATA DA DEFESA: 23 de fevereiro de 2011

LOCAL: Sala de Apoio I

HORÁRIO DE INÍCIO E TÉRMINO DA DEFESA: 09:18 - 11:34

Após avaliação do documento escrito, da exposição oral e das respostas às arguições, os membros da Banca Examinadora decidem que o candidato foi:

☒ APROVADO

☐ REPROVADO

OBS:

Fazer uma reavaliação dos capítulos, revisar no texto com ênfase nas
semelhanças e comentar sobre os locais de maior ocorrência de
acidentes de trânsito com indicadores relacionados com a zona e
população. Revisar definições e termos utilizados com SIG. Observar as
alterações propostas pelos membros da banca.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que está assinada pelos membros da Banca:

Carlos Alberto Faria

Professor Orientador: **Prof. Dr. Carlos Alberto Faria – FECIV/UFU**

Frederico Rodrigues

Membro externo: **Prof. Dr. Frederico Rodrigues – ImTraff Ltda**

Ilce de Oliveira Campos

Membro: **Prof.^a Dr.^a Ilce de Oliveira Campos – FECIV/UFU**

Uberlândia, 23 de fevereiro de 2011.

Aos meus pais Maria e Erondino, pelos primeiros ensinamentos e paciência, aos meus filhos Lourival Filho, Laissane e Luciano Augusto pelo carinho, apoio e presença marcante neste período importante de minha vida. Em especial à minha esposa Nélia, companheira e ajudadora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro e absoluto lugar, a Deus, mentor e inspirador de toda obra que, pelo Seu Espírito, guiou-me, iluminou-me e fortaleceu-me em todos os instantes dessa caminhada, conduzindo-me ao aperfeiçoamento intelectual e moral.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Alberto Faria, pela amizade e afinidade, pelas ideias, paciência e empenho no desenvolvimento da dissertação, contribuindo de forma ímpar para meu aperfeiçoamento e crescimento profissional.

A todos os meus amigos pela força e paciência durante todo este período. Em especial ao Prof. Dr. Adailson Pinheiro Mesquita, à Msc Patrícia de Almeida Villela, os quais me incentivaram e não permitiram que eu desistisse desse propósito. Ao Flávio Pereira, companheiro da Settran, o qual me ajudou na tabulação dos dados.

Aos meus colegas da Faculdade de Engenharia Civil, em especial à Tatiane de Castro, pela ajuda no desenvolvimento dos trabalhos das disciplinas, convivência sadia, troca de experiências de vida, conhecimento e cultura. Todos foram importantes, desde o início, e continuam sendo. São demais.

Aos professores e funcionários da Feciv, em especial os professores José Aparecido Sorratini, Iridalques, Ana Luiza, Maria Elisa, Laerte, Camila; Beatriz e Geisa (ambas do Instituto de Geografia/UFU), pela troca de experiências, atenção dispensada e convivência no mestrado, que contribuíram para o amadurecimento acadêmico e profissional. À Sueli, secretária da pós-graduação, sempre atenciosa, educada e prestativa.

Ao 5º Batalhão de Bombeiros Militar de Uberlândia, na pessoa de seu comandante, Ten.-cel. Felipe José Aidar Martins, pelos dados estatísticos fornecidos, sem os quais não seria possível este trabalho.

Ao meu avô Celino Alves Mendes (em memória), que sempre depositou em mim a confiança para todas as horas. Sei que se estivesse aqui, estaria cheio de orgulho do “netão” por ter atingido mais uma etapa da vida acadêmica. Este orgulho, manifestado desde quando eu era garoto, converto em obrigação de a cada dia ser mais digno e merecedor.

À Universidade Federal de Uberlândia e à Faculdade de Engenharia Civil, que forneceram o apoio necessário à realização da pesquisa.

Todo dia Deus nos dá oportunidades de mudarmos tudo o que nos deixa tristes ou infelizes. Mas, é preciso entender o que Ele nos fala. Um simples sim ou não como escolha pode mudar toda a nossa existência. Esteja em paz com Deus como quer que você o conceba.

MENDES, Lourival G. Estudo de Localização de Unidades de Atendimento para os Acidentes de Trânsito. 159 p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2011.

RESUMO

Os acidentes de trânsito (AT) têm assumido números elevados, registrando uma grande quantidade de mortos, feridos (com sequelas permanentes ou temporárias) e danos materiais. O tempo é fator crucial no atendimento às vítimas de AT. Existe uma associação positiva entre a demora do resgate e a proporção de casos fatais e graves. Vários estudos têm demonstrado o relacionamento entre a redução do tempo-resposta e a correspondente redução da mortalidade. O tempo que o socorro leva para chegar até a vítima é uma das variáveis mais importantes no Atendimento Pré-hospitalar (APH). Esse espaço de tempo, conhecido como tempo-resposta, é um dos principais indicadores da eficiência do sistema. Neste contexto, o presente trabalho analisa os acidentes de trânsito com vítima ocorridos na área urbana de Uberlândia – MG, no período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2007, com base nas informações geradas pelos relatórios do 5º Batalhão de Bombeiros Militar. São analisados os meses, a semana, o dia, as faixas horárias e as áreas mais críticos. Com a utilização das ferramentas do programa TransCAD, a partir da caracterização da problemática dos transportes, esse trabalho busca obter as localizações ótimas para as Unidades de Atendimento (UA) do Corpo de Bombeiros de Uberlândia, com base em um conjunto selecionado de possíveis localizações; definir as rotas preferenciais para o APH a partir de dois cenários. Para cada cenário foram gerados *outputs* nos quais se podem verificar as melhores configurações de itinerários e rotas para o problema de resgate à vítima de acidentes de trânsito. Mesmo com algumas limitações do TransCAD na busca por soluções ótimas para o atendimento pré-hospitalar e na roteirização dos veículos de resgate, este contribuiu para se chegar aos objetivos propostos.

Palavras-chave: acidentes de trânsito, atendimento pré-hospitalar, rotas, unidades de atendimento, TransCAD.

MENDES, Lourival G. Study of Location of Units of Service for Traffic Accidents. 159 p. Dissertation (Master Thesis), Faculty of Civil Engineering, Federal University of Uberlandia, 2011.

ABSTRACT

Traffic accidents (TA) have assumed high numbers, registering a large amount of dead, wounded (with temporary or permanent sequels) and material damage. Time is crucial in caring for victims of TA. There is a positive association between the delay of the rescue and the proportion of fatal and serious accidents. Several studies have demonstrated the relationship between the reduction in the time-response and the corresponding reduction of mortality. The time the succor leads to reach the victim is a most important variable in Pre-hospital Care (PHC). This time, known as time-response is a key performance indicator system. In this context, this paper analyzes the traffic accidents with victims occurred in the urban area of Uberlandia - MG, from January 1 to December 31, 2007, based on information generated by the reports of the 5th Battalion Military Fire. There are analyzed the month, the week, the day, the slots and areas more critical. With the TransCAD tools were done the characterization of the problem of transport, this work seeks optimal locations for the Care Units (CU) of Fire Department of Uberlandia, based on selected possible locations; to define routes for the preferential PHC from two scenarios. For each scenario were generated outputs in which there will be check the best settings of routes to the problem of rescuing the victims of traffic accidents. Even with some limitations of TransCAD in the search for solutions to the optimal pre-hospital care and routing of vehicles of rescue, this work contributed to reach the proposed objectives.

Keywords: traffic accidents, pre-hospital care, routes, service units, TransCAD.

SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E SIGLAS

SÍMBOLOS

C_{ji}	- Custo
$E(K)$	- Subconjunto de todos os arcos
H	- Hora
$J(j)$	- Conjunto de todos os arcos
K	- Subconjunto não vazio
Km	- Quilômetro
Km^2	- Quilômetros quadrados
Km/h	- Quilômetro por hora
$M(m-1)$	- Variáveis
Min	- minutos
$R\$$	- Real
$U\$$	- Dólar

ABREVIATURAS

EXT	- extensão
HAB	- habitantes
$VEIC$	- veículo
$VMED$	- velocidade média de deslocamento

SIGLAS

ANFAVEA	– Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANTP	– Associação Nacional dos Transportes Públicos
AT	– Acidentes de Trânsito
APH	– Atendimento Pré-Hospitalar

BO – Boletim de Ocorrência

BBMMG – Batalhão de Bombeiros Militar de Minas Gerais

CAD – *Computer Aided Design*

CB – Corpo de Bombeiros

CGIS – *Canadian Geographic Information System*

CID – Código Internacional de Doenças

CCO – Centro de Controle de Operações

CPRV – Classificação dos Problemas de Roteirização de Veículos

DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

DEA – Desfibriladores Externos Automáticos

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

DNIT – Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes

EUA – Estados Unidos da América

GPS – *Global Position System*

GIS – *Geographic Information System*

GV – Geração da Vizinhança

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas

INSS – Instituto Nacional de Seguridade Social

ID – Identificador de nós da rede

LI – Localização de Instalações

MG – Minas Gerais

NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos

OMS – Organização Mundial da Saúde

OD – Origem e destino

OPS – Organização Pan-americana da Saúde

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PIB – Produto Interno Bruto

PCV – Problema do Caixeiro Viajante

PRV – Problema de Roteirização de Veículos

PRVT – Problema de Programação de Veículo e Tripulação

PRPV – Problema de Roteirização e Programação de Veículos

PRVJT – Problema de Roteirização de Veículos com Janela de Tempo

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

PLI – Problema de Localização de Instalações

RENAVAM – Registro Nacional de Veículos Automotores

REFORSUS – Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde

RV – Roteirização de Veículos

START – Simples Triagem e Rápido Tratamento

SADE – Sistema de Apoio à Decisão Espacial

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SIG-T – Sistema de Informação Geográfica para Transportes

SV – Soluções Vizinhas

SBV – Suporte Básico de Vida

TMDLA – Tempo Médio de Deslocamento para o Local do Acidente

UTI – Unidade de Terapia Intensiva

UA – Unidade de Atendimento

UR – Unidade de Resgate

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Comparativo de mortes no trânsito em alguns países, 2007.....	25
Figura 2.2 – Internações por acidentes de trânsito 1998 a 2007.....	29
Figura 2.3 – Valores médios em reais de dias perdidos de trabalho/vítima, em 2008.....	30
Figura 2.4 – Custos dos acidentes de trânsito.....	31
Figura 2.5 – Procedimentos emergenciais no SBV à vítima de AT.....	36
Figura 2.6 – Procedimentos adotados na Simples Triagem e Rápido Tratamento.....	37
Figura 2.7 – Tecnologias integradas em um SIG.....	41
Figura 3.1 – Rede viária com indicação de sentido de fluxo.....	50
Figura 3.2 – Tela TransCAD – Caixa <i>Cost Matrix</i>	53
Figura 3.3 – Tela TransCAD – Caixa de diálogo do procedimento <i>Facility Location</i>	54
Figura 3.4 – Caixa TransCAD – Configuração dos parâmetros de roteirização.....	70
Figura 3.5 – Problemas do Caixeiro Viajante.....	75
Figura 3.6 – Entrada e saída de uma seta para cada nó.....	78
Figura 3.7 – Movimento 2-opt.....	82
Figura 3.8 – Alternativas de movimentos 3-opt.....	83
Figura 4.1 – Localização do município de Uberlândia.....	85
Figura 4.2 – Rede viária com locais de acidentes de trânsito, 2007.....	88
Figura 4.3 – Uberlândia: Número de acidentes de trânsito por bairro, 2007.....	89
Figura 4.4 – Uberlândia: Acidentes de trânsito por faixa etária, 2007.....	92
Figura 4.5 – Uberlândia: Número de acidentes de trânsito por faixa horária, 2007.....	93
Figura 4.6 – Uberlândia: Acidentes de trânsito ao longo do ano, 2007.....	94
Figura 4.7 – Uberlândia: Acidentes de trânsito por semana, 2007.....	94
Figura 4.8 – Uberlândia: Número de acidentes de trânsito por dia da semana, 2007.....	96
Figura 4.9 – Unidades de bombeiros existentes e locais candidatos.....	97
Figura 4.10 – Unidades selecionadas pelo TransCAD.....	99
Figura 4.11 – Rotas de atendimento das unidades de bombeiros existentes – cenário um (atual).....	103

Figura 4.12 – Rotas das unidades de bombeiros existentes e seleccionadas – cenário dois
(proposto).....104

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Total da frota brasileira e habitantes/veículo, 1960 a 2009.....	13
Tabela 2.2 – Frota de veículos, segundo as Grandes Regiões, 2006 a 2009.....	14
Tabela 2.3 – População brasileira residente nas áreas urbana e rural de 1970 a 2009.....	17
Tabela 2.4 – Percentual de veículos no Brasil, segundo o tipo, dezembro de 2009.....	27
Tabela 3.1 – Objetivos básicos para o Problema de Localização de Instalações.....	55
Tabela 3.2 – Tipo e características dos veículos.....	69
Tabela 3.3 – Caracterização de problemas de roteirização.....	74
Tabela 4.1 – Faixas etárias das vítimas de acidentes de trânsito em Uberlândia, 2007.....	91
Tabela 4.2 – Distribuição de acidentes por mês para todos os dias da semana, 2007.....	95
Tabela 4.3 – Informações coletadas junto ao Corpo de Bombeiros.....	100
Tabela 4.4 – Custo semanal de deslocamento para o Atendimento Pré-hospitalar.....	101
Tabela 4.5 – Número de atendimentos por Unidades de Bombeiros.....	102
Tabela 5.1 – Cenários analisados.....	106

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Caracterização do problema.....	1
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo geral.....	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
1.3 Justificativa.....	4
 CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	 6
2.1 O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO E A MOBILIDADE DIANTE DOS CONFLITOS INTRA – URBANOS.....	6
2.2 A URBANIZAÇÃO E SUAS CONSEQUÊNCIAS.....	11
2.3 O ESPAÇO URBANO E A CIRCULAÇÃO.....	17
2.3.1 A relação dos diversos participantes do trânsito e os conflitos no espaço urbano.....	17
2.3.2 Transporte urbano e cidade.....	19
2.3.3 Organização do espaço urbano e transporte.....	20
2.4 ACIDENTES DE TRÂNSITO.....	21
2.4.1 A evolução dos automóveis e os acidentes de trânsito.....	21
2.4.2 Resultados negativos da crescente motorização.....	26
2.5 ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR (APH).....	32
2.5.1 Relação entre o tempo de resposta e a redução de mortalidade nos AT.....	34
2.6 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG).....	38
2.6.1 Descrição geral e aplicação.....	38
2.6.2 A evolução dos Sistemas de Informações Geográficas.....	42
2.6.3 As informações no contexto da gestão estratégica.....	44
 CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA.....	 47
3.1 TÉCNICAS EMPREGADAS.....	47
3.2 TRANSCAD.....	48

3.2.1 Network (rede de trabalho).....	49
3.3 PROBLEMAS DE LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES (PLI).....	51
3.3.1 Modelo de Localização de Instalações/Facilidades.....	51
3.3.2 A importância dos estudos de localização de instalações.....	57
3.4 ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS (RV).....	61
3.4.1 Definição e objetivo.....	61
3.4.2 Evolução dos Sistemas de Roteirização.....	62
3.4.3 Problema de Roteirização de Veículos (PRV).....	64
3.4.4 Preparação da entrada de dados.....	67
3.4.5 Caracterização dos veículos.....	69
3.4.6 Matriz de roteirização.....	70
3.4.7 Resolução do Problema de Roteirização de Veículos.....	71
3.4.8 Classificação dos Problemas de Roteirização de Veículos (CPRV).....	72
3.4.9 Variações e condicionantes dos Problemas de Roteirização de Veículos (PRV).....	73
3.5 O PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE (PCV).....	74
3.5.1 Formulação gráfica do PCV.....	76
3.5.2 Métodos para resolução do PCV.....	79
3.5.3 Métodos de Construção de Circuitos para PCV.....	80
3.5.4 Métodos de Melhoria de Circuitos para PCV.....	81
CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO.....	84
4.1 CARACTERIZANDO A ÁREA DE ESTUDO.....	84
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS AT.....	87
4.2.1 Distribuição espacial dos AT.....	88
4.2.2 Perfil dos envolvidos nos AT.....	90
4.2.3 Distribuição temporal dos AT: faixa horária, meses do ano, dias da semana..	92
4.3 LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES (LI).....	96
4.4 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ATENDIMENTO.....	100
4.5 CENÁRIOS.....	101
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	105
5.1 RESULTADOS E ANÁLISES DOS PROBLEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO DE	

VEÍCULOS E LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES.....	106
5.2 ANÁLISES DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO.....	107
5.2.1 A assistência à vítima de acidente de trânsito.....	108
5.3 SUGESTÕES.....	110
REFERÊNCIAS.....	112
ANEXOS.....	127
ANEXO A – Quadro de definições dos diversos veículos existentes no Brasil.....	127
ANEXO B – Países com as maiores frotas de veículos, 2003 a 2009.....	128
ANEXO C – Acidentes de trânsito com vítimas e o APH do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais.....	129
ANEXO D – Relatório de Atendimento Pré-hospitalar do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais.....	130
ANEXO E – <i>Itinerary Report da Roteirização de veículos a partir das Unidades de Atendimento existentes.....</i>	133
ANEXO F – <i>Itinerary Report da Roteirização de veículos a partir das Unidades de Atendimento existentes e selecionadas.....</i>	146
ANEXO G – Rede viária de Uberlândia exibindo o conjunto de seleção no <i>layer</i> das unidades públicas de saúde.....	159

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O acelerado processo de urbanização, com crescimento populacional expressivo, e o padrão de ocupação desordenado do solo observado, principalmente, nas últimas décadas nos países em desenvolvimento, produziram efeitos negativos sobre a qualidade do ambiente nas grandes cidades e regiões metropolitanas (SANTOS 2008).

No movimento de reorganização do espaço urbano foram projetadas modificações que tiveram o propósito de facilitar o fluxo e a circulação dos veículos, em número crescente, decorrente da industrialização, da expansão das atividades comerciais e o consequente aumento da frota de veículos que ocorreram nesses países no século XX, especialmente a partir da década de 1950. Para isso, adotou-se um modelo de planejamento que privilegiou o automóvel, como ocorreu em alguns países desenvolvidos, a exemplo dos Estados Unidos da América.

Além disso, a necessidade, cada vez maior, de superar distâncias tem feito com que os veículos automotores se tornem amplamente difundidos, pois representam a conquista da liberdade no deslocamento (DUPUD, apud BRASILEIRO et al., 1999). Contudo, a intensificação no uso dos veículos automotores está intrinsecamente ligada a uma série de problemas que afetam seus usuários e o meio ambiente. Dentre os desafios que o crescente trânsito de veículos ocasiona estão as dificuldades de adaptação dos espaços urbanos, que

interferem diretamente na sua fluidez; o aumento contínuo da frota, além da violência decorrente de sua utilização.

O caráter violento do fluxo de veículos é ilustrado pelos alarmantes números de acidentes, fatais ou não, que este enseja. Os acidentes de trânsito (AT), de modo geral, representam um problema social de consideráveis repercussões no Brasil, pois revelam aspectos da violência e mortalidade, expressivamente presentes na sociedade brasileira. A contribuição percentual dos elementos via, veículo e usuário para a ocorrência de acidentes de trânsito traduzem sempre uma maior participação do último (MESQUITA, 1994).

Nesse contexto, observa-se também que as atividades humanas foram estabelecidas pelos espaços adaptados, quando interagem dentro dos vários sistemas de atividades urbanas, ou seja, o local da residência e o local de trabalho. Desta forma, as redes de transportes facilitam as interações dos sistemas de atividades. A apropriação do espaço por veículos reduz bastante o espaço disponível para outros usos urbanos, podendo também somar entre os fatores provocadores de acidentes de trânsito.

A indústria automobilística assegura, cada vez mais, o monopólio da circulação, e as pessoas estão cada vez mais dependentes de deslocamentos motorizados, o que Wright (1988) chama de “cultura do automóvel”. De 40 a 60% do solo urbano são utilizados para circulação, estacionamento, venda, conserto e manutenção de veículos. Em cidades como Los Angeles, nos Estados Unidos, o espaço destinado aos veículos na área central já chega a 70% de seu total.

A denominada “cultura do automóvel” provoca uma série de impactos negativos na sociedade, como ameaça à segurança e conforto para o pedestre, poluição ambiental, destruição dos espaços públicos de convivência. Especificamente em relação aos acidentes de trânsito, destaque-se não apenas o seu expressivo crescimento nos últimos anos, mas, sobretudo, o fato de serem protagonizados por vítimas, muitas vezes, fatais. Tais eventos têm impactos que transcendem as perdas pessoais, representando significativos prejuízos materiais, consubstanciados na forma da perda ou incapacitação de indivíduos para atividades produtivas, sobrecarga nos sistemas públicos e privados de saúde, prejuízos para as companhias seguradoras, dentre outros (MARÍN e QUEIROZ, 2000).

A *World Health Organization* (WHO, 2004) relata que mais de três mil pessoas morrem em estradas no mundo todos os dias. Estima-se que cerca de 1,2 milhão de pessoas morrem e 50 milhões são lesionadas por ano. Crianças, pedestres, ciclistas e idosos são os usuários mais vulneráveis. De todas as causas de mortalidade, o sistema de tráfego é o mais complexo e perigoso. As projeções indicam que o número de acidentes de trânsito aumentará aproximadamente 65% nos próximos 20 anos, a menos que haja compromisso com a sua prevenção.

No Brasil a falta de infra-estrutura e a situação precária da segurança nas rodovias e vias urbanas, aliados à imprudência dos usuários, revelam altos números, onde as estimativas correspondem a aproximadamente 35 mil vítimas fatais, 490 mil feridos no local do acidente, 408 mil vítimas não fatais por ano, segundo as estatísticas do Registro Nacional de Acidentes e de Estatísticas (RENAEST) mais atualizadas e estabelecidas para todo o Brasil, realizada pelo Departamento Nacional de Transito - Denatran (2006).

Também, conforme dados do Denatran, a frota brasileira de veículos motorizados, em 2007, alcançou 49.644.025 unidades, média de quatro habitantes/veículo. Desse total, 29.644.025 são automóveis e 10.985.864 são motocicletas, motonetas, ciclomotos e quadriciclos. Neste ano, a região Sudeste ficou em primeiro lugar no número de veículos, com um total de 28.619.576 unidades. Em 2009, a frota brasileira chegou a 59.361.642 unidades, média de 3,2 habitantes/ veículo. A região Sudeste, mais uma vez, apresentou a maior frota, com 30.843.618, em seguida ficou a região Sul com 12.435.607. O **Anexo A** mostra as definições dos diversos veículos existentes no Brasil.

O aumento do número de veículos circulando, principalmente, nas áreas urbanas, causa confronto direto com os demais usuários das vias, como o pedestre, o qual fica exposto a possíveis acidentes pelas condições inadequadas e inseguras em relação aos diversos modais de transporte, demonstrando o desequilíbrio de forças nos diferentes momentos, durante seu trajeto. Reconhecendo a grave situação dos acidentes de trânsito, relevante sob o ponto de vista do atendimento pré-hospitalar à vítima, o estudo de caso será baseado nos relatórios de atendimentos gerados pelo Corpo de Bombeiros de Uberlândia.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Mapear os acidentes de trânsito com vítima (registros dos boletins do Corpo de Bombeiros) para otimizar as localizações de Unidades de Atendimento (UA) com base em um conjunto de locais candidatos estabelecidos conforme critérios de disponibilidade de áreas, facilidade de acesso, e proximidade com unidades públicas de atendimento hospitalar.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar, com base no banco de dados, a situação mensal, semanal e diária mais críticas dos acidentes de trânsito com vítima no ano de 2007;
- Realizar estudo de localização ótima e definir as rotas preferenciais para o Atendimento Pré-hospitalar (APH) a partir de dois cenários (atual e proposto).

1.3 JUSTIFICATIVA

A modernização das cidades tem trazido uma substancial melhoria na vida da população urbana, embora as consequências negativas pesem consideravelmente. Muitas vezes os resultados positivos não se mostram tão marcantes como os efeitos negativos, já que estes últimos são muito mais incômodos e evidentes.

Com a modernização dos transportes no último século, e mais especificamente no transporte urbano, as cidades conheceram uma facilidade no ir e vir de pessoas e mercadorias sem precedentes. Em pouco mais de 100 anos, as mudanças foram rápidas e significativas, de tal forma que não se encontra nada parecido na história da humanidade.

A intensidade com que vem acontecendo o processo de urbanização no Brasil nos últimos 60 anos tem gerado uma preocupação crescente com o futuro das cidades brasileiras, visto que o crescimento destas vem ocorrendo sem um controle sistemático, o que pode ser desastroso. A falta de planejamento urbano ocasiona muitos problemas que, quando já

estabelecidos, implicam em alto custo para serem eliminados (SILVA, apud CARRARA, 2004).

Em todo tipo de transformação, os efeitos negativos nem sempre são considerados e tratados de maneira a extinguí-los ou, ao menos, minimizá-los. O trânsito é uma das áreas que mais preocupa e influencia a vida cotidiana da população. O rápido crescimento da frota de veículos tem gerado inúmeras consequências, tais como: congestionamentos, redução da mobilidade, poluição ambiental e o aumento significativo do número de acidentes, muitos destes com vítimas fatais ou com sequelas irreparáveis aos vitimados.

O transporte das vítimas de acidentes de trânsito é fator essencial para o seu salvamento. Portanto, quanto mais rápido for o atendimento pré-hospitalar e o deslocamento para o hospital, mais chances elas terão de sobreviver ou de ter menores sequelas. Para que isso aconteça, o planejamento do sistema viário para os diversos modais de transporte, mesmo para aqueles com pequenas matrizes de tráfego, deve considerar as interfaces relacionadas à teoria da localização espacial dos acidentes.

Considerando que cada cidade tem o trânsito com características muito próprias, é interessante conhecer a particularidade de cada uma delas, para que medidas específicas e políticas diferenciadas possam ser aplicadas, principalmente, no resgate de vítimas de acidentes de trânsito, os quais variam entre os meses do ano, dias da semana, períodos de um mesmo dia. O conhecimento dos dias, horários e datas dos acidentes, além dos locais mais críticos, favorece a análise da evolução da frequência dos casos em geral e sua gravidade.

Dados desta natureza permitem ações setORIZADAS e DIRECIONADAS do poder público para as áreas de maior incidência de acidentes, levando a uma melhor distribuição e emprego de ações de resgate às vítimas envolvidas em sinistros de trânsito.

Este estudo trata do modelo de localização das unidades de resgate como um Problema de Localização de Instalações (PLI) que, de acordo com Ballou (2001), é um dos mais importantes a considerar na área da logística. Trata também da definição de rotas preferenciais como um processo para otimização do atendimento pré-hospitalar às vítimas de acidentes de trânsito.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO E A MOBILIDADE DIANTE DOS CONFLITOS INTRA – URBANOS

A urbanização resulta fundamentalmente da transferência de pessoas do meio rural para o meio urbano. Assim, a idéia de urbanização está intimamente associada à concentração de muitas pessoas em um espaço restrito (a cidade) e na transferência dos trabalhadores das atividades primárias (agropecuária) para as atividades secundárias (indústrias) e terciárias (serviços). Entretanto, por se tratar de um processo, costuma-se conceituar urbanização como sendo "o aumento da população urbana em relação à população rural", e nesse sentido só ocorre urbanização quando o percentual de aumento da população urbana é superior a da população rural (SANTOS, 1993).

A partir de meados do século XVIII, foram observadas profundas alterações na distribuição espacial da população. O modelo econômico vigente evoluía para um estágio mais eficiente de acumulação de capital e, com isso, toda a sociedade se reestruturava aos moldes industriais. Desencadeou-se um processo de crescimento das aglomerações urbanas, concomitantemente ao esvaziamento demográfico das áreas rurais.

O advento da indústria imprimiu novas configurações espaciais em várias regiões do globo, com a aparente consumação da separação entre as áreas urbanas e rurais (REIS, 2006). A produção agrícola tornou-se um setor da produção industrial (adoção de

máquinas e equipamentos de alta tecnologia), o que fez com que as áreas rurais ficassem submissas às exigências do capital urbano-industrial.

O tecido urbano prolifera, estende-se, corrói os resíduos da vida agrária (LEFEBVRE, 1999). O espraiamento do fenômeno urbano foi acionado pela expansão do capital industrial. A explosão do urbano determina o predomínio das manifestações da cidade sobre a não-cidade. Tais manifestações são encontradas, contudo, em diferentes graus de densidade.

Diante disso, a realidade sócio-espacial torna-se cada vez mais complexa. Os espaços rural e urbano não podem ser compreendidos separados um do outro, visto que são realidades que não existiriam isoladamente. Tais espaços se relacionam e se interpenetram, levando estudiosos, como Milton Santos, a formular abordagens que considerem os diferentes níveis de integração ou distanciamento.

As definições existentes do que seja rural e urbano, de uma forma geral, são associadas a duas grandes abordagens: a dicotômica e a de *continuum*. Na primeira, a ênfase recai sobre as diferenças que se estabelecem entre estes dois espaços, sendo o campo pensado como algo que se opõe à cidade. Na segunda, ocorre uma aproximação entre o espaço rural e a realidade urbana (BERTRAND, 1973).

A dicotomia entre rural e urbano procurava representar, portanto, as classes sociais que contribuíram para o aparecimento do capitalismo industrial ou que a ele se opunham na Europa do século XVII e não a um corte geográfico propriamente dito. A partir disso, o urbano passa a ser associado ao novo, ao progresso capitalista das fábricas, e o rural, ao velho, ou seja, à velha ordem social vigente (SILVA, 1996).

A Inglaterra foi o primeiro país do mundo a se urbanizar. Em 1850 já possuía mais de 50% de sua população vivendo nas cidades. Entretanto, a urbanização acelerada da maior parte dos países desenvolvidos industrializados só ocorreu a partir da segunda metade do século XIX. Além disso, esses países demoraram mais tempo para se tornar urbanizados que a maioria dos atuais países subdesenvolvidos industrializados.

O processo de urbanização brasileira começou com o ciclo da industrialização, a partir de 1930, quando a cidade passou a ter predomínio econômico e político, levando as regiões de maior atratividade a se desenvolverem, repercutindo em um crescimento demográfico superior às demais.

Assim, o processo de crescimento populacional urbano, no Brasil, apresentou, nas últimas décadas, uma intensa transformação, quando as cidades brasileiras sofreram uma inversão na taxa de urbanização entre as décadas de 1940 e 1980. Nesse período, a população total triplicou e a população urbana duplicou (BERNARDINO, 2007).

A partir dos avanços tecnológicos realizados nos anos 70, houve uma forte reestruturação territorial e da divisão social do trabalho: a indústria se dispersou, a agricultura se mecanizou e se cientificizou, o terciário centralizou decisões e criou atividades altamente especializadas. Nesse contexto se estabeleceu a formação de uma região concentrada, densificada, quanto à instalação de redes voltadas a fluidez espacial, como transportes, informações, energia (QUEIROGA, 2001).

A cidade pode ser considerada, ao mesmo tempo, um fato econômico e uma relação política. O conhecimento do fato urbano, muitas vezes condicionado ao estudo de sua morfologia, necessita ser ampliado para conter uma análise que procure encarar as transformações espaciais a partir do comportamento social e vice-versa.

“As transformações estruturais da sociedade, ocorridas durante os anos 1945 e 1980, possuem uma intrínseca ligação com o crescimento das cidades contemporâneas. Esse processo deu-se em virtude da implementação e desenvolvimento de projetos técnico-científicos, que conduziram ao aumento das taxas de urbanização em face da industrialização dos grandes centros (SANTOS, 1996)”.

As diversas fragmentações do impacto da modernização sobre o território levaram ao revigoramento do processo de urbanização em todas as regiões brasileiras, mesmo que em níveis e formas diferentes, ganhando um novo conteúdo e uma nova dinâmica por esse processo estabelecido.

Ocorre, desta forma, uma reorganização do espaço urbano, que vem acompanhada de uma grande especialização de tarefas e de vários tipos de serviços e produtos, não só devido aos

aspectos culturais, mas também aos sócio-econômicos. São as especializações do território que, assim concebidas e originadas, se estabelecem, dando base para a nova divisão territorial do trabalho, que vem consolidar as diferenças econômico-sociais entre as categorias de classes, formando um novo ambiente urbano.

Diante da intensificação da urbanização brasileira, o desafio das cidades foi e permanece em enfrentar questões que envolvem, principalmente, condições sociais e econômicas. Dentre as diversidades das questões sócio-econômicas, pode-se enfatizar a circulação de pessoas, principalmente de casa/trabalho, de casa/escola, de casa/serviços, de casa/lazer, entre outros.

As aglomerações urbanas vêm conduzindo as relações humanas e uma complexidade social nunca antes atingida. São exigências que a população estabelece, contribuindo, cada vez mais, para dimensões de deslocamentos complexos e distantes daqueles que os órgãos municipais responsáveis podem ou querem oferecer (BERNARDINO, 2007).

Ao se discutir as principais tendências na dinâmica interna das cidades é preciso, em primeiro lugar, falar do aumento do número de automóveis utilizando as mesmas ruas e avenidas. Isso provoca a redução da velocidade média dos veículos, aumentando o tempo real dos deslocamentos, gerando tensão e cansaço nas pessoas (SPÓSITO, 1994).

O crescimento da população, aliado ao do número de veículos motorizados, exige o desenvolvimento do sistema viário para o transporte urbano que se integre ao reordenamento urbano, da mesma forma que atenda às necessidades de mobilidade da população.

A necessidade do ser humano de se deslocar modifica o mundo e torna pequenas as distâncias ao se inventar e reinventar os modos de deslocamento. A capacidade dos transportes na estruturação do território pode ter como exemplo a configuração das cidades antes e depois do advento do automóvel.

O desenvolvimento urbano sofre diferentes influências à medida que as tecnologias transformam os meios de deslocamentos. A evolução dos modos de transportes presente

nos atributos flexibilidade e velocidade levam a diferentes configurações urbanas. Desde os primeiros veículos de tração humana ou animal, passando pelas modalidades ferroviárias ou rodoviárias, a cidade molda-se às possibilidades de mobilidade (MESQUITA, 2006).

A forma da cidade pode definir a sua eficiência e eficácia em vários aspectos. Os transportes continuam a ter um papel fundamental, não somente sob o ponto de vista espacial, mas econômico e social.

Esse entendimento do sistema de transportes insere-se também no contexto da compreensão da cidade sob suas várias dimensões, valores, tradições e modos de vida. Tal compreensão traduz a cidade como resultante da divisão do trabalho, marcada por formas específicas de socialização das forças produtivas, em cada momento histórico.

Soares (1993), abordando a questão da urbanização diz que na cidade se concentram espacialmente os processos de produção, circulação e consumo, que condicionam a produção e circulação de capital e reprodução da força de trabalho.

“A explicitação espacial dos conflitos marca a cidade indelevelmente e o sistema de transportes passa a ser um elemento de vital importância nesse processo, contribuindo tanto para sua vitalidade como para sua degradação (SOARES, 1993)”.

A significativa presença dos transportes na vida dos habitantes da cidade não é denotada apenas pela grande mobilidade proporcionada pela chegada dos modos de transportes modernos, mas também pelas grandes alterações na paisagem urbana condicionada por estes. O aumento das taxas de motorização conduziu a uma contradição à liberdade anteriormente debitada aos automóveis devido à limitação dos espaços urbanos disponíveis para dispositivos de tais dimensões e seu grande impacto ambiental.

Por outro lado, a priorização dos espaços dedicados à circulação de automóveis tem levado ao comprometimento da paisagem urbana e da qualidade de vida. Embora sejam necessárias várias obras para que o sistema de transportes funcione adequadamente, a sua arquitetura, na maioria das vezes, foi condicionada, prioritariamente, aos aspectos técnico-funcionais, relegando-se o seu caráter de elemento componente da paisagem urbana.

2.2 A URBANIZAÇÃO E SUAS CONSEQUÊNCIAS

O crescente processo de urbanização verificado em todo o mundo, principalmente depois da Revolução Industrial, proporcionou melhores condições de vida à população. Entretanto, o crescimento das cidades, aliado à modernidade, resultou em aumento da frota de veículos, causando diversos problemas: trânsito caótico, conflitos por espaço, poluição ambiental e maior número de acidentes de trânsito (FERREIRA, BERNARDINO, 2006).

Segundo Mello Jorge e Latorre (1994), o aumento do número de acidentes de trânsito está relacionado com o grau de motorização da sociedade. Este fato ocorreu devido ao avanço tecnológico, ocorrido após a segunda metade do século XX, quando o automóvel tornou-se fenômeno de massa, objeto de consumo e símbolo de *status* social, impulsionado pelo forte aparato de propaganda que destaca a mobilidade individual e a prosperidade material.

Com o aumento das taxas de motorização, as cidades foram ampliando os espaços destinados à circulação de veículos, sem garantir a segurança necessária aos condutores e, principalmente, aos pedestres (VILLAÇA, 1999). As consequências são os congestionamentos, o tempo maior de viagem, a diminuição da qualidade de vida no meio urbano, e a agressividade dos condutores, o que pode aumentar a ocorrência de acidentes (MELLO JORGE e KOIZUMI, 2006; OLIVEIRA e SOUZA, 2003) e criar graves problemas de tráfego nas cidades de médio e grande porte, onde parte da população tem preferência pelo transporte individual em detrimento do público (TÁPIA – GRANADOS, 1998).

No Brasil, segundo Passafaro (2006), o crescente aumento da frota é o resultado de décadas de estímulo à aquisição do veículo particular, e o automóvel se transformou no maior sonho de consumo dos brasileiros, representando *status*, poder e, em alguns casos, a única forma de acesso às viagens diárias.

Conforme Pons e Reunés (2004), o modelo de desenvolvimento descentralizado, genuinamente americano e reproduzido em muitos países europeus, transfere a população, o comércio e os serviços, em direção às áreas periféricas, além de levar a atividade industrial para os espaços “rururbanos”, deixando o centro tradicional com uma função

meramente simbólica e gerando grandes distâncias que, para ser percorrida, necessita de veículos automotores. Dentro desse processo, cresce o número de deslocamentos e aumentam progressivamente as distâncias, expandindo as estruturas viárias. Em consequência disso, os deslocamentos a pé vêm perdendo importância frente aos automóveis.

De acordo com Moreira (2006), os países desenvolvidos possuem 70% da frota mundial de veículos automotores e apresentam apenas 30% dos acidentes. Já nos países em desenvolvimento, ocorre o contrário: a frota total de veículos motorizados representa 30% e os índices de acidentes de trânsito 70%.

Entre 2001 e 2009, o Brasil ganhou mais de 24 milhões de carros, caminhões, motocicletas e outros veículos, uma alta de 76% na frota total. Mas em algumas das maiores cidades brasileiras, a expansão foi bem mais elevada: supera os 240%, segundo dados do Denatran (2010). Em Aparecida de Goiânia (GO), a frota de veículos registrou incremento de 247% em oito anos. A capital de Tocantins, Palmas, teve alta de 239% no mesmo período. Em São Paulo (SP), a frota de veículos aumentou 47% e, no Rio, 34%.

Uma reportagem publicada pelo Jornal O Tempo (2010), afirmou que o Brasil seria o quarto país no mercado de carros em 2010. Conforme a reportagem, este seria o novo *ranking* mundial de vendas de carros neste ano: China, Estados Unidos, Japão e Brasil. Na lista de maiores mercados, o Brasil passaria a ocupar a posição da Alemanha, país dono do quarto lugar há sete anos. No **Anexo B** são apresentados os países com as maiores frotas de veículos nos anos de 2003 a 2009.

Essa reportagem se baseou na projeção da consultoria alemã *Roland Berger* que elaborou estudo sobre a indústria automobilística brasileira. De acordo com a projeção, em dez anos o Brasil saiu do décimo para o quarto lugar na lista. O estudo projetou vendas de 3,2 milhões de automóveis e veículos leves¹ em 2010 e potencial de chegar a seis milhões de

¹ Veículos leves correspondem a ciclomotor, motoneta, motocicleta, triciclo, quadriciclo, automóvel, utilitário, caminhonete e camioneta. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_CONTRAN_340_10.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2010.

unidades em 2015. O número deste ano aumenta para 3,4 milhões se forem contabilizados caminhões e ônibus. A Alemanha deve vender 2,8 milhões de unidades.

Entre os emergentes, os principais concorrentes do Brasil, a China lidera na produção e vendas. A Coreia do Sul é a quinta maior fabricante, mas não está entre os 10 maiores mercados. A Índia está na oitava posição em vendas e na sétima, em produção, conforme o estudo da *Roland Berger*.

O estudo mostra ainda que a produção de veículos no Brasil poderia ser bem maior se os custos de produção não fossem tão elevados. De acordo com o estudo, um veículo produzido no Brasil tem um custo de 37% maior que na Índia e o dobro de um chinês da mesma categoria. Em relação ao México, a diferença chega a 82%.

O aumento crescente da frota brasileira está relacionado, principalmente, ao crescimento populacional, além do aumento do poder aquisitivo das pessoas. De acordo com os dados censitários do IBGE, a população urbana brasileira passou de 55,9% para 83,5% entre 1970 e 2007. Em 2010, a população urbana do Brasil chegou a 85%. Portanto, o Brasil ficou mais urbano e os problemas advindos desse processo ficaram maiores. A Tabela 2.1 ilustra a relação da população brasileira com o número de veículos existentes no país.

Tabela 2.1 – Total da frota brasileira e habitantes/veículo, 1960 a 2009.

Ano	População	Veículos	Habitantes/Veículo
1960	70.191.370	987.613	71 ⁿ
1970	93.134.846	3.111.890	30 ⁿ
1980	119.011.052	10.731.695	11 ⁿ
1991	146.825.475	15.932.848	9 ⁿ
2000	169.799.170	33.707.640	5 ⁿ
2007	189.820.000	49.644.025	3,8 ⁿ
2010	190.732.694	59.361.642 ^a	3,2 ⁿ

Fonte: Ministério das Cidades – Denatran; IBGE.

(n) – dado obtido dividindo-se o n° de habitantes (IBGE) pelo n° de veículos

(a) refere-se ao ano de 2009

O intenso processo de urbanização, verificado no Brasil principalmente a partir da década de 1960, foi o principal responsável pela escala ascendente do número de automóveis. Esse aumento da frota de veículos refletiu-se na queda do uso do transporte público em decorrência da redução da mobilidade, aumento dos tempos de viagens, acréscimo do número de acidentes nas grandes cidades.

Mantidas as estimativas de crescimento de 2,5% da população urbana brasileira e 4% da frota de veículos, constata-se valores extremamente preocupantes, tendo como base o ano de 2000, quando a frota era de quase 34 milhões, hoje de 59 milhões e, estima-se que, em 2015 chegue a 74 milhões, para uma população estimada de 227 milhões de habitantes. A proporção seria de três habitantes por veículo.

Considerando esses números e tendo como base que os congestionamentos crescem geometricamente em relação ao crescimento da frota, em um quadro já crítico nas principais cidades brasileiras, percebe-se que o modelo de mais carro e mais sistema viário está esgotado, sendo praticamente impossível ser suprido com os recursos do país. Na Tabela 2.2 pode-se observar o total de veículos entre as diversas regiões do país.

Tabela 2.2 – Frota de veículos, segundo as Grandes Regiões, 2006 a 2009

Região	Ano – Veículos			
	2006	2007	2008	2009
Norte	1.699.302	1.927.008	2.205.629	2.506.253
Nordeste	5.797.638	6.502.135	7.330.933	8.294.569
Sudeste	24.173.136	26.272.123	28.619.576	30.843.618
Sul	9.842.584	10.659.526	11.561.066	12.435.607
Centro-Oeste	3.859.980	4.283.233	4.789.457	5.281.595
Total	45.372.640	49.644.025	54.506.661	59.361.642

Fonte: Ministério das Cidades – Denatran/2006, 2007, 2008, 2009.

Torna-se cada vez mais evidente que não há como fugir ao progressivo aumento de viagens motorizadas, seja aproximando os locais de moradia dos locais de trabalho ou de acesso aos serviços essenciais, seja por simples prazer ou *status*. Como não se pode reconstruir as

cidades (no sentido literal), os espaços ficam, cada vez mais, reduzidos em relação à quantidade de veículos automotores.

Evidentemente que, não havendo como se reconstruir as cidades, outras medidas devem ser adotadas para minimizar as consequências da urbanização acelerada. As medidas a serem implementadas são: a formação e consolidação de novos centros urbanos, com a descentralização de equipamentos sociais², a informatização e descentralização de serviços públicos e, sobretudo, com a ocupação dos vazios urbanos, modificando-se, assim, os fatores geradores de viagens e diminuindo-se as necessidades de deslocamentos, principalmente motorizados (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

Os modos de transporte motorizados custam à sociedade em termos ambientais, principalmente, o individual. Segundo dados da Secretaria de Transporte e da Mobilidade Urbana, do Ministério das Cidades (2007), o transporte de baixa demanda produz o dobro da poluição lançada, diariamente, na atmosfera. No caso dos poluentes locais (CO, hidrocarbonetos e NOx), esta relação passa de cinco vezes. Na mobilidade urbana são emitidas 1,6 tonelada/ano de poluentes locais, sendo 84% atribuídos ao transporte individual. São emitidas, ainda, 22,7 milhões de toneladas/ano de CO₂, sendo 66% atribuídos ao transporte individual.

O total de emissões por habitante apresenta uma média de 225 quilos por ano, sendo que os municípios maiores emitem cerca de seis vezes mais poluentes por habitante do que os municípios menores. O custo das emissões atinge um total de 4,5 bilhões de reais por ano, representando um valor médio de R\$ 41,80 por habitante (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

Ainda conforme o Ministério do Meio Ambiente (2003), os modos de transporte em geral são responsáveis por cerca de 30% do consumo comercial de energia e cerca de 60% do consumo total mundial de petróleo. Há uma rápida motorização, principalmente nos países em desenvolvimento, não havendo investimentos em quantidade suficiente para o

² Espaço físico onde são desenvolvidas respostas sociais e serviços, no âmbito de ação social. Por exemplo, as instalações de uma creche, de um lar de infância e juventude, de um lar residencial, de um centro de acolhimento temporário, de estruturas residenciais para idosos, ou de um centro de dia. Disponível em: <<http://www.ipac.pt/docs/publicdocs/regras/oec003.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2010.

adequado planejamento de transportes, nem tampouco para a gestão e infra-estrutura para o tráfego.

Essa situação agrava a cada dia os problemas relacionados aos acidentes de trânsito e danos à saúde pela poluição sonora e do ar. Todos esses problemas causam grande impacto nas populações urbanas, especialmente sobre os grupos de baixa renda ou sem rendimento, os quais têm menos acesso às inovações tecnológicas e, geralmente, residem nas áreas periféricas das cidades.

Além disso, os problemas relacionados à mobilidade urbana podem derivar do crescimento populacional das cidades, da instalação de empreendimentos cuja demanda por tráfego é intensa e também de fatores sociológicos e culturais (ANTP, 2004).

O padrão de crescimento das regiões metropolitanas brasileiras tem como base fatores aglomerativos e desaglomerativos, com suas fragilidades e vantagens que tornam estes centros urbanos pontos nodais na estruturação do sistema de cidades da rede urbana do país (LEMOS e FERREIRA, 2001).

O Brasil apresentou nas últimas décadas uma intensa transformação, quando as cidades brasileiras sofreram uma inversão na taxa de urbanização entre as décadas de 40 e 80.

Em 1940, 74% da população nacional residiam no campo; em 1970, 56% habitavam as cidades. Em 1940, as nove maiores aglomerações metropolitanas do país detinham 15% do total da população brasileira; em 1980, esse número chegou a 29%. Frente às cidades de pequeno e médio porte, as metrópoles brasileiras, com mais de um milhão de habitantes, vêm crescendo menos nas últimas duas ou três décadas. A Tabela 2.3 mostra a distribuição da população brasileira nas áreas urbana e rural, nos períodos compreendidos entre 1970 e 2010, caracterizando a grande urbanização do país.

Tabela 2.3 – População brasileira residente nas áreas urbana e rural, 1970 a 2010

População	1970	1980	1991	2000	2007	2010
Urbana	52.097.260	80.437.327	110.990.990	137.953.959	158.499.000	160.879.708
Rural	41.037.586	38.573.725	35.834.485	31.845.211	31.321.000	29.852.986
Total	93.134.846	119.011.052	146.825.475	169.799.170	189.820.000	190.732.694

Fonte: Censos demográficos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, PNAD³ 2007, do IBGE.

A segurança viária é um problema mundial e, no Brasil, a questão se torna ainda mais grave. Baseando-se nos números de acidentes ocorridos, fornecidos nos quadros estatísticos, têm-se mais vítimas em acidentes de trânsito do que em outros fatores, tais como doenças graves (MEIRELLES, 2001).

Em muitas situações de grave conflito com veículos, existem passagens subterrâneas ou elevadas – passarelas – para os pedestres. O uso elimina a possibilidade de acidentes, mas, na maior parte das situações, somente pode ser garantido com a colocação de barreiras físicas no cruzamento em nível da via, como as barreiras de concreto nas rodovias (VASCONCELLOS, 2005).

Isso ocorre porque na maioria dos casos as travessias são inseguras ou sujas, ou então impõem às pessoas um desconforto excessivo, como distâncias muito grandes ou escadas muito longas e íngremes.

2.3 O ESPAÇO URBANO E A CIRCULAÇÃO

2.3.1 A relação dos diversos participantes do trânsito e os conflitos no espaço urbano

Quando se discute espaço urbano é importante considerar fatores sociais, históricos, políticos e econômicos, para uma melhor compreensão geral. E, ao se discutir alternativas viáveis para adequar o espaço às necessidades do mundo atual, deve-se procurar

³ Ampla pesquisa realizada anualmente pelo IBGE com o objetivo de coletar dados econômicos, sociais e demográficos das famílias brasileiras. A PNAD abrange três tipos de pesquisa: básica (para conhecer a situação socioeconômica do Brasil), suplementar (aprofundamento de temas relevantes no ano da pesquisa) e especial (temas julgados relevantes, mas que não são cobertos pela pesquisa básica).

estabelecer uma relação equilibrada entre os anseios da sociedade e a preservação do meio baseando-se em uma perspectiva sustentável.

O crescimento das cidades, observado por meio do processo de urbanização da sociedade, é um fenômeno recente no contexto histórico da humanidade.

“[...] foi alterando-se a partir da Revolução Industrial, quando a população mundial teve sua curva de crescimento alterada bruscamente, motivada pelo surgimento das sociedades com base na economia industrial, quando se registrou grande expansão urbana antes nunca verificada, numa evolução acelerada e de grande significância (SILVEIRA, 2003)”.

A partir da segunda metade do século XVIII, a urbanização se intensificou, e o número e o tamanho das cidades aumentaram de forma significativa. E, com o crescimento populacional e a consequente urbanização das cidades, o espaço urbano sofreu alterações consideráveis.

Rezende (1982) ressalta que a cidade representa o espaço onde são reproduzidos os principais meios da própria produção capitalista. Como local de produção, organiza-se com os espaços destinados à força de trabalho, habitação e acumulação do capital. Neste sentido, a produção do espaço organizado efetua-se de maneira coerente com o modo de produção dominante. A cidade é resultante inacabada e em transformação, de intervenções reguladas por diferentes sistemas sociais e econômicos.

A grande metropolização proporcionou o aumento do individualismo entre as pessoas, o que tornou a visão coletiva algo cada vez mais distante. Esta idéia é refletida nos estudos de Silveira (2003) que acredita que a cidade representa, na estrutura capitalista, um espaço onde é permitida a criação dos principais meios da própria produção desse sistema.

A crescente circulação urbana apresenta problemas relativos à questão das relações que ocorrem entre os diversos participantes do trânsito, que se traduzem em conflitos no espaço urbano e que tem como resultante maior os acidentes.

“[...] as pessoas deslocar-se-ão entre todos esses lugares com mobilidade crescente, exatamente devido à flexibilidade recém-conquistada pelos sistemas de trabalho e integração social em redes. Como o tempo fica mais flexível, os lugares tornam-se mais

singulares à medida que as pessoas circulam entre eles em um padrão cada vez mais móvel (CASTELLS, 1999)”.

2.3.2 Transporte urbano e cidade

O desenvolvimento de sistemas de circulação possibilita a melhoria do sistema de transportes e viabiliza o deslocamento das pessoas no espaço urbano, adquire cada vez mais importância. Partindo desse princípio, se faz necessário uma nova concepção para que o espaço se adeque à nova forma de organização socioeconômica, agora mais urbanizada (VILELLA, 2006).

Essas mudanças ocorrem em diversas partes do mundo. A partir do ano de 1929, os Estados Unidos fizeram modificações evoluindo para a organização de sistemas viários mais amplos, colocando o veículo automotor como expressão de dominação. Em alguns países europeus, as adaptações começaram a existir de forma mais acelerada a partir da Segunda Guerra Mundial. Com isso, segundo Vasconcellos (1996), o automóvel adquiriu importância crescente, na medida em que o desenvolvimento econômico diversificava as atividades e gerava novas classes médias ávidas por mobilidade social.

Na América Latina, em função das constantes crises econômicas das décadas de 1950 a 1970, os sistemas de ônibus e as políticas de transportes reforçaram as desigualdades, possibilitando aos automóveis a ocupação de grande parte do espaço disponível para a circulação, proporcionando diferenças expressivas em relação às condições de transporte e acessibilidade entre as pessoas.

Na década de 1980, em função, principalmente, da globalização da economia, o espaço urbano e as condições de vida nas cidades foram novamente alteradas, contribuindo para que as pessoas migrassem do transporte público para o transporte particular.

À medida que a necessidade de deslocamentos foi aumentando, o espaço urbano foi se modificando e, de acordo com Vasconcellos (1996), essas intervenções no espaço foram feitas, beneficiando setores específicos da sociedade.

“Assim as classes médias tiveram suas necessidades de deslocamentos atendidas com mais presteza e eficiência, ao passo que os setores dependentes do transporte público permaneceram submetidos a más condições médias de circulação. A forma mais direta

de atendimento das necessidades das classes médias se deu pela adaptação do espaço urbano para a vida desses grupos sociais. Assim, as cidades forma adquirindo contornos de espaços da classe média, onde ela podia exercer seu estilo com conforto e eficiência”.

O automóvel transformou-se, então, num meio de reprodução de grupos sociais, principalmente de renda média (renda de 6 a 16 salários mínimos – R\$ 3.060,00 a R\$ 7.650,00, com base no salário mínimo de R\$ 510,00) que, para se auto-afirmar, necessitam de um conjunto de atividades sociais, culturais e econômicas, incluindo a aquisição de um veículo automotor que, evidentemente, proporciona maior mobilidade. Dessa forma, as políticas públicas implantadas priorizaram o atendimento das demandas dos grupos sociais de renda média em detrimento da maioria da população que depende do transporte público.

Uma vez que a política de transporte, sobretudo no Brasil, não se mostra eficiente no que diz respeito ao transporte público, o uso do modal motorizado, principalmente o automóvel, se torna cada vez mais frequente.

A infra-estrutura de circulação reforça a utilização do carro. O transporte público de baixa qualidade e pouca confiabilidade, aliado a tarifas elevadas desse tipo de serviço, pouca infra-estrutura para ciclistas, e grandes distâncias para os deslocamentos a pé, estimulam a opção pelo veículo automotor individual, causando vários problemas no que diz respeito à circulação viária, ou seja, ao trânsito em geral (VILELLA, 2006).

2.3.3 Organização do espaço urbano e transporte

O espaço urbano é organizado de acordo com as necessidades da sociedade. Conforme Corrêa (1989), o espaço urbano é o conjunto de usos da terra, justapostos entre si, simultaneamente fragmentado e articulado. Desta forma, pode-se afirmar que o espaço urbano sofreu alterações em função desse processo de organização.

Com o crescimento da população, também cresceu o número de deslocamentos diários na zona urbana, uma vez que as pessoas necessitam se deslocar na cidade para exercer suas atividades diversas.

Grande parte dos deslocamentos é realizada a pé. Entretanto, isso pode variar de acordo com a cidade analisada. Geralmente, em cidades de porte maior, estes números são menos significativos, em função do aumento das distâncias. Outro fator que também contribui

para alterar esse quadro é a distribuição de renda: quanto maior for a renda da pessoa, menor a chance do seu deslocamento ser realizado a pé ou por transporte coletivo.

As cidades brasileiras enfrentam, a cada dia, problemas crescentes em função da ocupação desordenada e da grande urbanização ocorrida, principalmente, nos últimos anos. Para que as pessoas possam se deslocar, é necessário haver uma infra-estrutura física adequada, que permita a circulação sem maiores conflitos (SILVERIA, 2003).

Numa sociedade em que o tempo é escasso e as pessoas se deslocam por diversos fins e necessitam fazer isso com rapidez, o veículo automotor apresenta-se como uma alternativa mais eficiente, e vem ocupando um lugar considerável no espaço urbano. O modal⁴ de transporte motorizado, sobretudo o automóvel particular, exerce uma grande influência na ocupação do espaço urbano.

Há, no entanto, um comprometimento da mobilidade como um todo em função da prioridade que o veículo possui no sistema viário. A produção do espaço de circulação ocorre de maneira a atender basicamente a demanda da sociedade automotiva, em detrimento dos outros modos de transporte (VILELLA, 2006).

2.4 ACIDENTES DE TRÂNSITO

2.4.1 A evolução dos automóveis e os acidentes de trânsito

Na antiguidade as pessoas transitavam por trilhas traçadas pelas pegadas na terra que precisavam conquistar, ou abrir espaços para o alongamento de seus braços familiares. Os caminhos percorridos se transformaram nas ruas, avenidas, estradas e rodovias de hoje, construídas para conforto e fluidez de seus usuários (SANTOS, 2009).

Os acidentes de trânsito e transporte terrestres já ocorriam desde tempos remotos, principalmente, os que envolviam animais e diligências. Com a invenção do vapor e, posteriormente, do trem, do automóvel e de outros veículos a motor e, seu consequente

⁴ Conforme Novaes (2001) existem cinco tipos de modais de transporte. São eles: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo.

incremento, tal fenômeno passou a ser encarado como um problema de saúde pública (FERREIRA e RIBEIRO, 2006).

A partir do final do século XVIII, com a introdução do sistema capitalista em alguns países europeus, fez-se imprescindível uma revolução simultânea nos transportes que pudesse dar sustentação à necessidade de ampliação das relações comerciais internas e externas. Nessa época, as estradas eram praticamente intransitáveis, o que constituía um sério obstáculo para os fabricantes, ansiosos em atender a um mercado em franco desenvolvimento (ANDRADE, 1998).

O primeiro automóvel foi feito em 1769, por Nicolas Joseph Cugnot, na França. Foi usado um motor a vapor para andar um *Fardier* de três rodas, até hoje conhecido como *Fardier-Cugnot*. Mas, um automóvel com motor de combustão interna só foi inventado em 1885 na Alemanha, por Karl Benz (Mercedes) e Gottlieb Daimler (ABRIL, 2009).

Em 1896, foram vendidos 13 *Duryea Motor Wagons* em *Detroit*. A invenção do automóvel passou a ser o brinquedo irresistível das classes ricas, primeiramente, e depois de toda a classe média. Esse dia foi comemorado 100 anos depois, com uma passeata de dois mil carros, criando um novo tipo de congestionamento em *Detroit* (AFFONSO, 2000).

No ano de 1899, inicia-se a produção em larga escala de automóveis, principalmente, nos Estados Unidos, primeiramente pela montadora Ford e, em seguida, pela General Motors. Mas é com a Ford e seu modelo T (apelidado de Ford Bigode), criado por Henry Ford, que o carro vai tomando conta da paisagem urbana e, em 1908, fabrica 10 mil veículos. Cinco anos depois os modelos TS introduzem a linha de montagem e fabricam 150 mil veículos/ano. Foi fabricado de 1908 a 1927 e vendeu mais de 15 milhões por ser o "carro popular" da época.

Quarenta e sete anos depois, o mundo tinha uma população de 2,6 bilhões de pessoas e 50 milhões de automóveis. No centenário dos automóveis, a população era de 5,5 bilhões e os carros de 500 milhões. A frota automobilística crescia dez vezes mais que a população e, no ano do centenário, 50 milhões de veículos foram produzidos, atingindo vendas de US\$ 1 trilhão.

Na primeira corrida esportiva organizada em 1894, entre Paris e Rouen, os carros atingiam a velocidade máxima de 20 quilômetros por hora, sendo acompanhados por jornalistas, em bicicletas. Apesar disso, duas vítimas fatais de acidentes por esses veículos foram registradas na Grã-Bretanha em 1896. Em 1899, é registrada a primeira morte nos Estados Unidos em decorrência de acidente de trânsito: um pedestre de 68 anos atingido por um automóvel. Desde então, até o começo da década de 1990, quase três milhões de óbitos por acidentes de veículo a motor já haviam sido registrados naquele país (ANDRADE, 1998).

Nos países industrializados, o problema do acidente de trânsito começou a tornar-se grave nas primeiras décadas do século XX nos Estados Unidos, à medida que o número de automóveis em circulação cresceu muito. Depois da segunda Grande Guerra, o problema se tornou grave nos países europeus e também no Japão (VASCONCELLOS, 2005).

Nos países em desenvolvimento, como afirma o mesmo autor, o problema do acidente de trânsito tem aumentado de gravidade desde os anos 70, quando vários países tornaram-se dependentes do transporte motorizado em geral e dos automóveis em particular. O problema está atingindo proporções de epidemia.

Vasconcellos comenta que se as condições de segurança de trânsito nos países em desenvolvimento já são extremamente graves, elas poderão piorar no futuro próximo, frente ao crescimento rápido do uso de meios motorizados de transporte, dentro de um ambiente de circulação que não está preparado para essas mudanças.

“O aumento nos meios motorizados, principalmente automóveis e motocicletas, tem sido promovido intensamente pela maioria dos países em desenvolvimento de forma irresponsável e socialmente inaceitável (VASCONCELLOS, 2005)”.

No Brasil, consta que o primeiro carro que circulou no país foi em São Paulo, em 1893, conduzido por Henrique Santos Dumont, e movido a vapor, com fornalha, caldeira e chaminé, causando grande estranheza à população. O carro era um Peugeot, com motor Daimler a gasolina, de 3,5 cv e dois cilindros em V, conhecido pelos franceses como *voiturette*, por ser muito parecida com uma charrete. Seu proprietário o comprou por 6.200 francos, em Valentigney, cidade perto de Paris, e o trouxe diretamente para Santos. Mais

tarde, o veículo foi levado a São Paulo, permanecendo na residência de Santos Dumont (MELLO JORGE, apud FERREIRA e RIBEIRO, 1979).

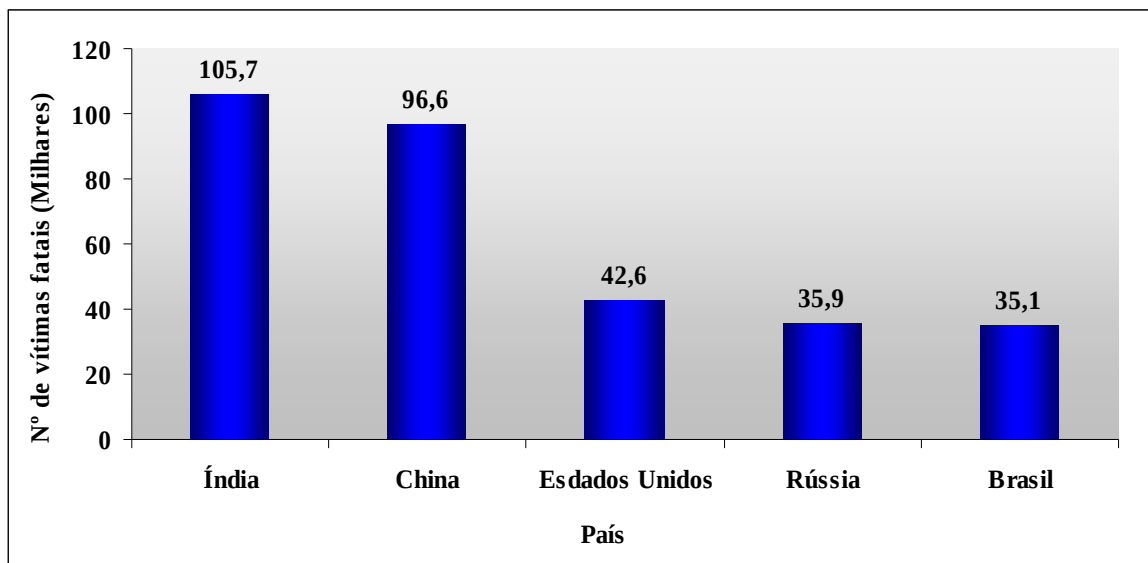
Esse Peugeot foi o primeiro carro a chegar no Brasil, asseguram os historiadores. Dessa maneira, a cidade teve a primazia de ver circular por suas ruas o primeiro automóvel do País, como confirmou a Câmara Municipal, um século depois. Já o primeiro carro fabricado em território brasileiro foi a Romi-Isetta, produzida pelas indústrias Romi na cidade de Santa Bárbara d'Oeste, no interior paulista.

Quatro anos mais tarde, no Rio de Janeiro, o poeta Olavo Bilac transformaria em sucata o veículo de seu amigo José do Patrocínio. Bilac colidiu contra uma árvore na estrada da Floresta da Tijuca, sendo este conhecido como o primeiro acidente de trânsito brasileiro envolvendo um automóvel.

Hoje, verifica-se um elevado índice de AT urbano, relacionado a fatores, entre outros, como o urbanismo, ou seja, com a forma como as cidades são planejadas e construídas. A maioria das cidades, enquanto espaço público, apenas atende as necessidades de lazer da população, através da construção de praças. No entanto, as pessoas também precisam andar nas ruas com segurança (PIRES, 2008).

Os estudos sobre AT no Brasil são escassos, as ações de prevenção e controle estão apenas iniciando e pouco se conhece a respeito do comportamento do motorista e do pedestre, das condições de segurança das vias e veículos, da engenharia de tráfego, dos custos humanos e ambientais, do uso de veículos motorizados e das consequências traumáticas resultantes dos AT.

Com a incorporação do automóvel no cotidiano das comunidades, os AT passam, cada vez mais, a serem um problema social. Enquanto no mundo desenvolvido se faz um esforço considerável no sentido de controlar, ou diminuir, o índice de acidentes de trânsito, nos países em desenvolvimento eles aparecem como um problema cada vez maior. No caso do Brasil, o trânsito é considerado um dos piores e mais perigosos do mundo, com elevado número de vítimas fatais, anualmente (Figura 2.1), o que o coloca na quinta posição do *ranking* dos países com o maior número de mortes por AT.



Fonte: Portal do Trânsito

Figura 2.1 – Comparativo de mortes no trânsito em alguns países, 2007.

Acrescenta-se que os milhares de acidentes de trânsito, constatados todos os anos, são consequências de como os usuários utilizam os modos de transportes disponíveis e as vias públicas para seus deslocamentos. Aliados a esses fatores, outros são considerados determinantes nesta nova conjuntura: a política estatal nacional, a infra-estrutura de transporte, e o sistema de comunicação que contribuíram para intensificar o fluxo migratório e o caráter de dependência da economia local ao capitalismo internacional (MENEZES, 2000).

A percepção que o cidadão tem do meio ambiente de tráfego vai influenciar seu comportamento no trânsito e seu relacionamento com os outros usuários. As informações das quais se dispõe indicam uma relação de conflito entre os diversos usuários do sistema de tráfego que se traduz, em parte, em acidentes (BRAGA, 1989).

Com o declínio do transporte por linhas férreas, após o fim da Segunda Guerra Mundial, automóveis, caminhões e ônibus foram assumindo a posição, de modo predominante, do transporte humano e de bens nos países industrializados, levando a tal situação que Andrade (1998), citando Wolf, chegou a denominar *the car society*.

2.4.2 Resultados negativos da crescente motorização

O AT é um dos resultados negativos do crescimento desordenado nos níveis de motorização em escala mundial. Dificilmente encontra-se uma cidade ou país que não apresente problemas relativos a acidentes de trânsito. Mais difícil ainda é encontrar políticas públicas eficientes que amenizem tais problemas. O cenário nas principais cidades do mundo apresenta uma visão catastrófica: milhares de mortes e milhões de feridos que, em muitos casos, resultam em lesões permanentes (VASCONCELOS, 2005).

Segundo Ferraz e Raia Jr. (2007), acidente de trânsito é “um evento envolvendo um ou mais veículos, motorizados ou não, em movimento por uma via, que provoca ferimentos em pessoas, e/ou danos físicos em veículos e/ou objetos de outra natureza (poste, muro, casa, sinal de trânsito, propaganda, entre outros).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define acidente como sendo um evento independente do desejo do homem, causado por uma força externa, alheia, que atua subitamente e deixa ferimentos no corpo e na mente. Pode-se considerar o acidente como sendo um evento não intencional que produz ferimentos ou danos. Acidente de trânsito é todo acidente com veículo ocorrido na via pública. Gold estabelece o seguinte conceito para acidente de trânsito:

“[...] assim, um acidente de trânsito pode ser definido como um evento que envolve ao menos um veículo que circula, normalmente, por uma via para trânsito de veículo, podendo ser este motorizado ou não. (GOLD, 1998)”.

Os AT estão relacionados com os números das frotas de veículos, já que o nível de desenvolvimento de um país está, frequentemente, associado ao tamanho e qualidade de sua frota veicular. Geralmente, países em desenvolvimento, como o Brasil, apresentam uma frota com veículos muito velhos; falta de manutenção da frota, das estradas e da sinalização; fiscalização precária, sem policiamento e equipamentos adequados; ineficiência no atendimento médico especializado, etc (SOARES, 2007). A Tabela 2.4 mostra o percentual de veículos existentes no Brasil, conforme o tipo, até dezembro de 2009.

Tabela 2.4 – Percentual de veículos no Brasil, segundo o tipo, dezembro/2009

Tipo de veículo	Total	(%)
Automóvel	34.536.667	58,1800
Motocicleta	12.415.764	20,9200
Caminhonete	3.835.242	6,4600
Motoneta	2.183.564	3,6800
Caminhão	2.026.269	3,4100
Camioneta	1.704.130	2,8700
Reboque	679.968	1,1500
Semi-Reboque	588.327	0,9911
Ônibus	424.068	0,7144
Caminhão Trator	367.189	0,6186
Microônibus	249.016	0,4195
Utilitário	216.415	0,3646
Ciclomotor	89.350	0,1505
Trator Rodas	18.711	0,0315
Side-car	8.405	0,0142
Outros	7.116	0,0120
Triciclo	6.417	0,0108
Chassi Plataforma	4.620	0,0078
Quadriciclo	152	0,0003
Bonde	137	-
Trator Esteira	115	0,0002
	59.361.642	100,0000

Fonte: Ministério das Cidades – Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN),
Registro Nacional de Veículos Automotores (RENAVAM).

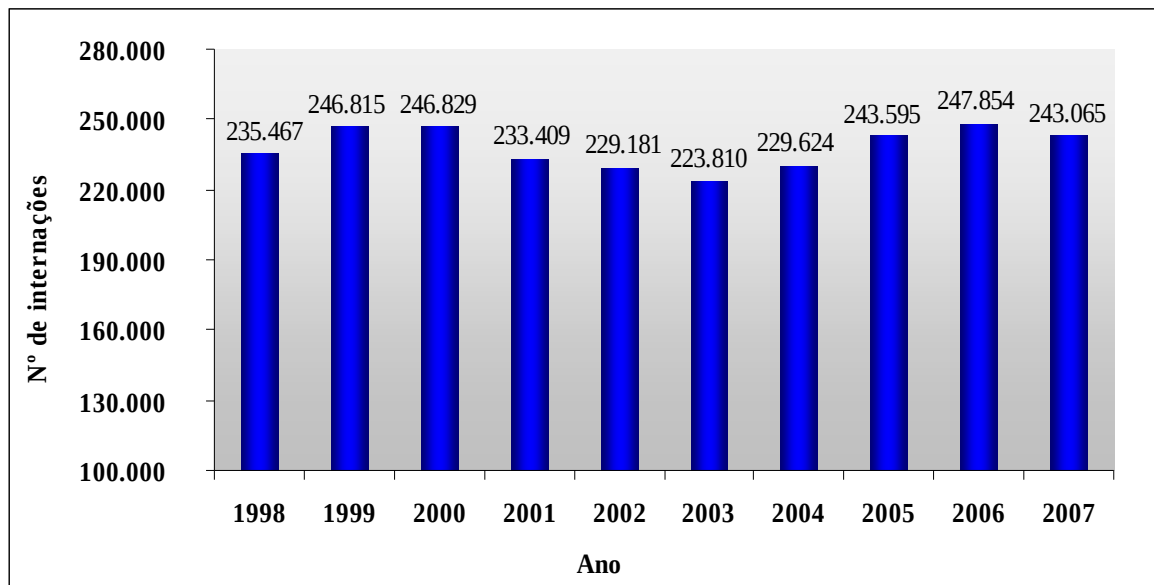
Em relação às causas dos acidentes, Vasconcellos (2005) descreve que o “planejamento da circulação organiza a divisão do espaço e a mediação dos conflitos, através da sinalização”, a qual, supostamente, seria respeitada pelas pessoas, porém ao analisar as características da via no momento do AT, percebe-se que a geometria e as condições da pavimentação da via influenciam de forma irrelevante as ocorrências, pois, na maior parte desses acidentes, a via apresenta boas condições de tráfego e acontecem em cruzamentos sinalizados. Logo, os AT acontecem, em sua grande maioria, por culpa do ser humano.

Em países em desenvolvimento como o Brasil, uma das características dos acidentes de trânsito é que a maioria das vítimas são pedestres e ciclistas, os quais são os participantes mais vulneráveis do trânsito. Nestes países, de 50% a 65% das vítimas fatais são pedestres, em comparação com 25% nos países desenvolvidos. Esta característica mostra o grau de violência no trânsito, na medida em que uma minoria, conduzindo veículos, impõe perdas sociais e econômicas à maioria que anda a pé ou de bicicleta.

Conforme Barbosa (2009) há divergências entre os técnicos e especialistas a respeito da importância relativa das várias causas dos acidentes de trânsito. Entretanto, existe consenso sobre o fato dos acidentes raramente terem uma causa única. Na realidade, eles acontecem em decorrência de duas ou três concomitantes, como desrespeito às normas de circulação, falta de atenção à sinalização e excesso de velocidade.

As estatísticas atuais não evidenciam a priorização de políticas governamentais. A maior evidência do nível de interesse ou de prioridade do governo para com o trânsito está no tipo de organização que possui para administrá-lo: uma estrutura desatualizada, com algumas poucas dezenas de funcionários, que não desempenham adequadamente seu papel (CORRÊA, 2009).

Este mesmo autor enfatiza que o trânsito é tema de vital importância para diversos setores da vida do país, de enormes proporções, pois, mata mais de 35 mil pessoas a cada ano, deixando cerca de 500 mil feridos todos os anos. Além disso, é um problema econômico com custo altíssimo para a sociedade, tendo gastos de 28 bilhões de reais por ano, somente com os chamados custos diretos dos acidentes de trânsito. A Figura 2.2, apresenta o total de internações por acidentes de trânsito nos anos de 1998 a 2007.



Fonte: DATASUS, 2007

Figura 2.2: Internações por acidentes de trânsito 1998 a 2007.

O aumento da mortalidade por AT, bem como a gravidade das lesões que os mesmos causam, começaram a ser destacados pelos pesquisadores de países desenvolvidos a partir da década de 60. O índice de mortalidade entre pedestres com mais de 14 anos de idade diminuiu, aumentando significativamente entre motoristas e ocupantes de veículos, principalmente após os 17 anos de idade (WHO, 1976). No Brasil, Mello-Jorge e Latorre (1994), considerando apenas as áreas geográficas de melhor qualidade de informação, observaram que os atropelamentos ocupam entre 50% e 85% das mortes por AT.

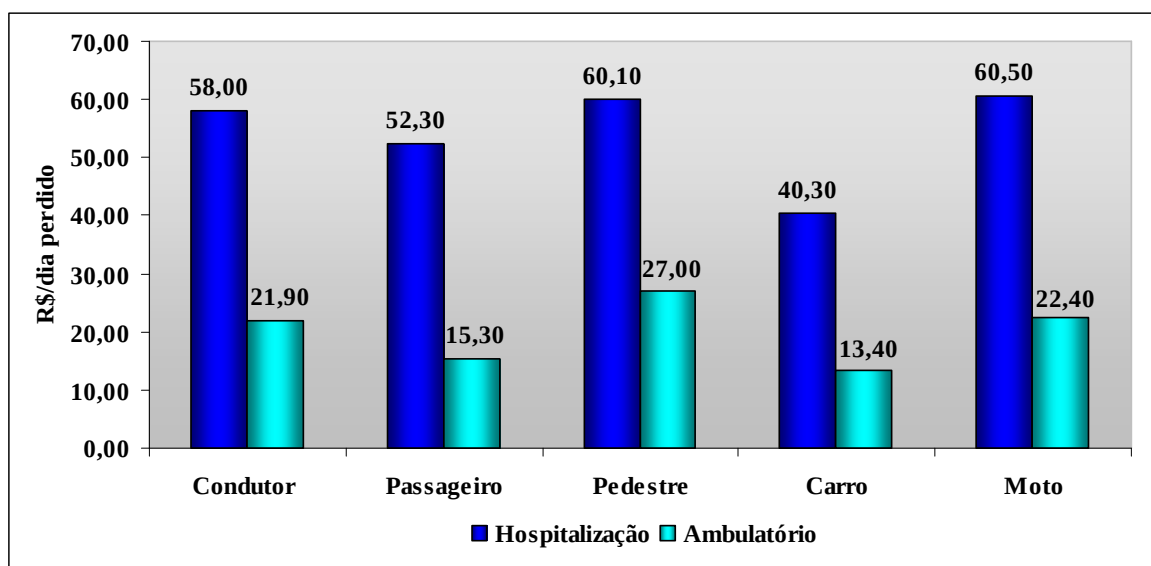
Soderlund & Zwi (1995) analisaram dados relativos às mortes por AT em 83 países durante o ano de 1990 e observaram que, quanto maior o Produto Nacional Bruto (PNB) *per capita*, maior é o orçamento destinado ao atendimento de saúde e menores são as taxas de letalidade entre as vítimas de AT. Havendo melhor qualidade de tratamento, haverá maior probabilidade de sobrevivência (WHO, 1976).

As deficiências físicas resultantes de AT trazem graves prejuízos ao indivíduo (financeiros, familiares, de locomoção, profissionais etc.) e para a sociedade (gastos hospitalares, diminuição de produção, custos previdenciários etc.). As estimativas da Organização Pan-Americana de Saúde (OPS) apontam que 6% das deficiências físicas são causadas por AT

no mundo. No Brasil, do total de portadores de deficiências atendidos pelo Hospital das Clínicas de São Paulo, 5,5% são casos de vítimas de AT (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1993).

Também no Brasil, os dados mostram que cerca de dois terços dos leitos hospitalares dos setores de ortopedia e traumatologia são ocupados por vítimas de AT, com média de internação de vinte dias, gerando um custo médio de U\$ 20 mil por ferido grave (PIRES et al., 1997).

Segundo o IPEA (2008), elevados custos econômicos são identificados no que diz respeito à ocorrência dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas: cerca de R\$ 5,3 bilhões ao ano (U\$ 3 bilhões, em valores atuais), considerando despesas materiais, médico-hospitalares, perdas de dias de trabalho (Figura 2.3), aposentadorias precoces e custos policiais e judiciários.



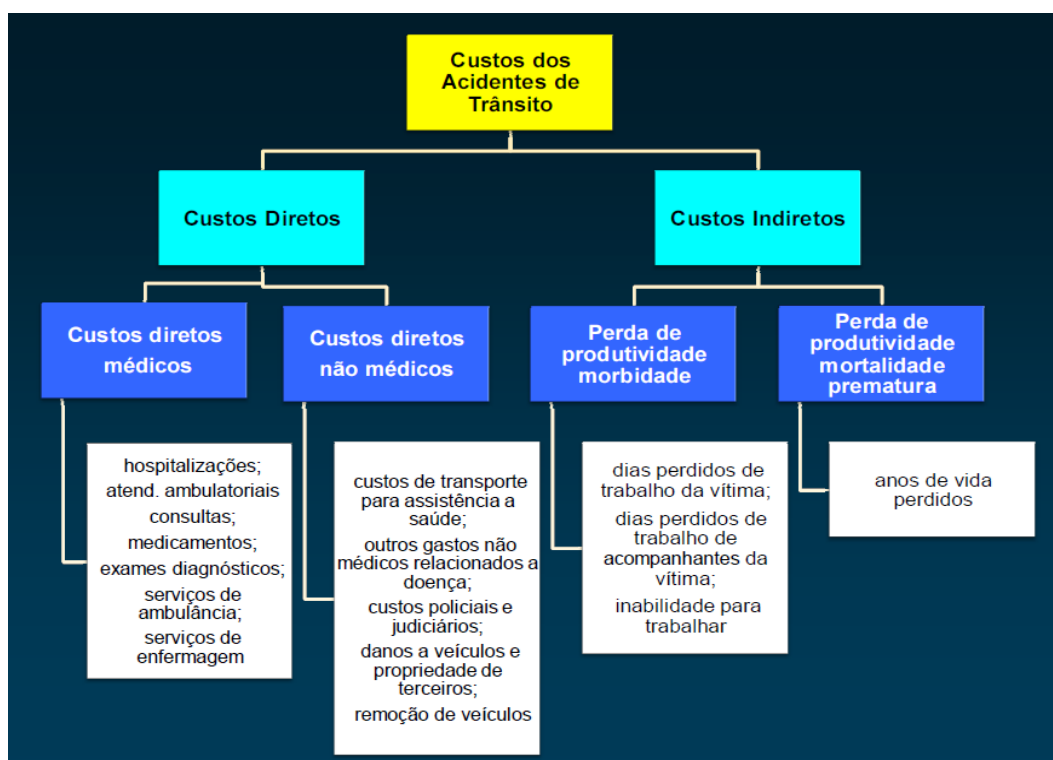
Fonte: Grupo de Pesquisa em Economia da Saúde – UFRGS

Figura 2.3 – Valores médios em reais por dia perdido de trabalho/vítima, em 2008.

Estudos revelaram que o Brasil gasta, por ano, R\$ 92,2 bilhões com vítimas de acidentes por causas externas, como o trânsito. Cada vítima de acidente custa ao País R\$ 519. A pesquisa foi feita em São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte e mostra os altos custos dos acidentes (IPEA, 2004).

Conforme o IPEA, quando há uma vítima de acidente de trânsito, os custos vão desde o atendimento inicial no local da ocorrência e a remoção do acidentado até o atendimento na enfermaria. O internamento na UTI é a última etapa do custo hospitalar. Mas depois vem o custo com o INSS, por exemplo, com o afastamento temporário ou permanente da vítima.

Os gastos com acidentes de trânsito representam 1% do Produto Interno Bruto (PIB) dos países pobres, 1,5% dos países em desenvolvimento e 2% dos desenvolvidos (IPEA, 2006). Esses percentuais representam gastos anuais com: perdas materiais (veículos, cargas, recuperação da infra – estrutura), perdas com vítimas permanentes e temporárias (despesas médicas e hospitalares, tratamentos, reabilitações, pensões, aposentadorias, perda de produção, funerais), outros custos referentes aos atendimentos efetuados pelo resgate, pela polícia, pelos agentes de trânsito, além de danos às propriedades pública e privada. A Figura 2.4 destaca alguns dos custos relativos aos acidentes de trânsito.



Fonte: Grupo de Pesquisa em Economia da Saúde – UFRGS

Figura 2.4 – Custos dos acidentes de trânsito.

2.5 ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR (APH)

Os serviços de urgência desempenham um papel fundamental em qualquer sociedade minimamente organizada. Estes serviços representam, de forma concreta, a preocupação com o bem-estar comum. Assim, o estudo do dimensionamento e gestão desses serviços é de grande interesse prático nos diversos setores que eles abrangem como, por exemplo, medicina, transportes e logística em geral.

A questão dos agravos externos tem vários e diversificados aspectos, que precedem a porta do hospital ou, até mesmo, o acionamento dos serviços de atendimento pré-hospitalar (APH). A partir da ocorrência do evento, no entanto, o adequado APH e hospitalar tem favorecido de maneira importante na minimização da morbimortalidade por tais eventos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001).

A literatura publicada nos anos de 1990 nos Estados Unidos e em vários países da Comunidade Européia apresenta evidências de que a percentagem de mortes evitáveis sofreu uma redução da ordem de 50% ou mais, a partir da implantação de sistemas de atendimento ao traumatizado.

No Brasil da década de 1980, a ausência de diretrizes nacionais para a área de emergência, particularmente de atendimento pré-hospitalar, levou alguns estados a criarem seus serviços dissociados de uma linha mestra e de uma normalização típica de planejamento, instalação e operacionalização, respeitadas as diferenças regionais, surgindo, assim, um verdadeiro mosaico de modelos, a maioria deles com deficiências técnicas importantes, tanto no setor público, quanto privado.

O desenvolvimento de APH teve início no Estado do Rio de Janeiro. Desde então, diversos grupos foram criados, os quais sensibilizaram os governos locais, levando ao surgimento de alguns serviços de atendimento pré-hospitalar (Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Distrito Federal, Pernambuco e Ceará). Alguns outros estados estão dando início ao processo de implantação, principalmente por conta do projeto de Reforço à Reorganização do SUS (REFORSUS), que visa, entre outros, à melhoria e à capacitação dos serviços de atendimento de emergência no País.

O sistema de APH tem a finalidade de atender vítimas em situação de urgência (situação que tem prioridade sobre as outras) e emergência (caso de urgência e que requer atendimento ou tratamento imediato: emergência cirúrgica), antes da sua chegada ao hospital. No Brasil, existem dois sistemas de APH em nível público: o do telefone 192, desenvolvido e operacionalizado pelo governo municipal, e o do sistema 193, de caráter estadual, a cargo dos corpos de bombeiros. Em algumas cidades, ambos têm a presença do profissional médico. Os dois sistemas funcionam a partir de uma central de chamados, que recebe as solicitações. Dessa central emanam as ordens e apoio às diferentes ações.

Entre as dificuldades do atendimento pré-hospitalar, inclui-se a falta de orientação da população sobre como proceder diante de uma situação de emergência, o que contribui, muitas vezes, para o agravamento do estado das vítimas. Ao lado disso, a ausência de normas para a transformação veicular em ambulância, a exemplo dos sistemas americano, francês e alemão, favorece a adoção de viaturas não condizentes ao resgate e ao tratamento intensivo, como, por exemplo, o uso de veículos de passeio.

A inexistência dessa padronização é verificada, também, nos insumos tecnológicos do Suporte Avançado de Vida (SAV). É comum encontrar veículos designados como Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) e de resgate que não dispõem de respiradores artificiais, bombas de infusão, monitores cardíacos, marcapasso, estojos para pequenos procedimentos cirúrgicos, materiais de imobilização e maletas de medicamentos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001).

Essas limitações comprometem o planejamento logístico e estratégico de atenção a situações de emergência. No que tange aos recursos humanos, não há um currículo mínimo, regulamentado pelo Ministério da Educação (MEC), para a formação de profissionais para este fim, desde o nível mais elementar ao de nível superior. Soma-se a isso a falta de estudos mais aprofundados sobre o número e a qualidade de veículos, uma vez que os índices internacionais não contemplam a peculiar situação brasileira de densidade demográfica flutuante, condição do fluxo viário urbano e dificuldade de equipamentos aéreos de atendimento a acidentados.

Diante de todos os limites e dificuldades que existem no Brasil em relação ao atendimento pré-hospitalar, vale a pena ressaltar que experiências empíricas demonstram a redução do tempo de permanência hospitalar, de sequelas e da mortalidade, desde que o APH integre uma estrutura maior de atenção a emergências, com unidades hospitalares, terapia intensiva, imagenologia e outros insumos, principalmente preventivos.

2.5.1 Relação entre o tempo de resposta e a redução de mortalidade nos AT

Denomina-se tempo de resposta do sistema o intervalo de tempo entre o recebimento da informação do evento acidental, no Centro de Controle de Operações (CCO) e a chegada da equipe de atendimento (resgate) no local. O tempo de resposta é a soma de dois intervalos de tempo:

- Tempo de avaliação e despacho - intervalo de tempo decorrido entre o instante em que a comunicação do acidente é recebida no CCO e o instante em que é recebida na Unidade de Atendimento (base).
- Tempo de deslocamento para o local do acidente - intervalo de tempo decorrido entre o recebimento da comunicação do evento na Unidade de Atendimento (UA) e a chegada da equipe de resgate ao local do sinistro.

O número de UA não influi no tempo médio de avaliação e despacho, mas condiciona os valores obtidos no Tempo Médio de Deslocamento para o Local do Acidente (TMDLA). Quanto maior o número de UA implementadas, menores tempos médios de deslocamento para o local do acidente serão obtidos.

A estimativa do número de Unidades de Atendimento necessárias à obtenção de um tempo médio de deslocamento para o local do acidente é baseada no igual espaçamento entre elas e é dada por:

$$UA = \frac{EXT}{TMDLA} \times \frac{30}{VMED} \quad (1)$$

Onde:

UA = número de unidades necessárias, considerando-se igual espaçamento entre elas

TMDLA = tempo médio de deslocamento para o local do acidente, expresso em minutos

EXT = extensão da área atendida pelo sistema de resgate, expressa em km

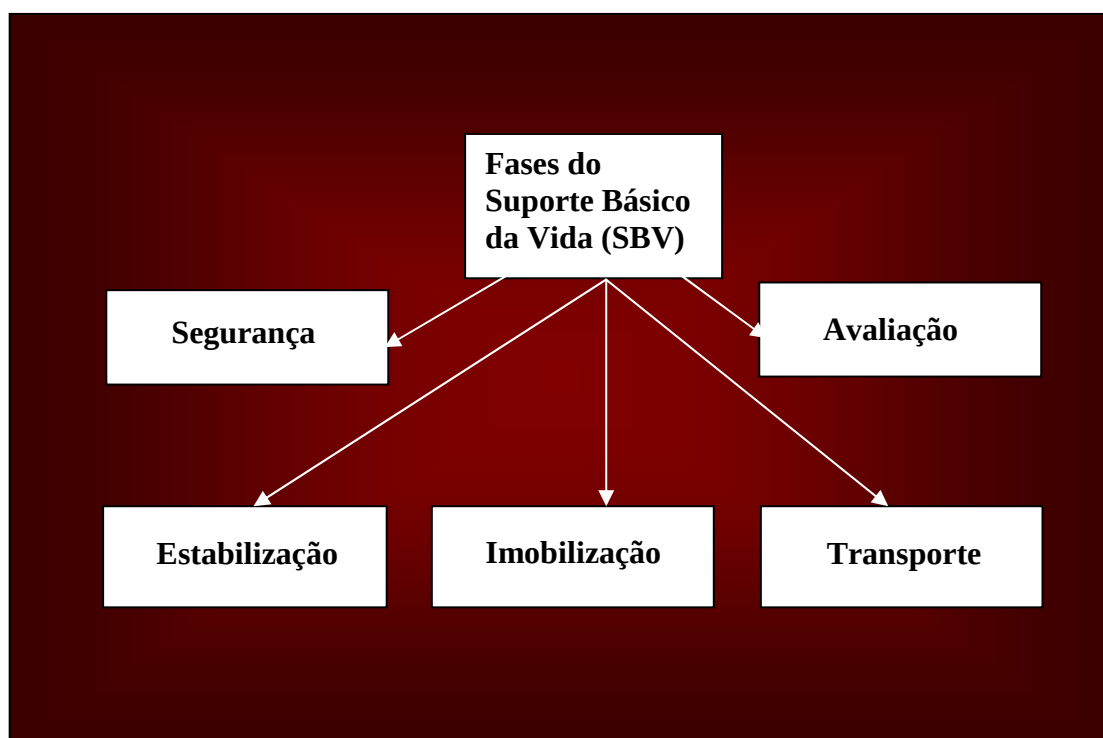
VMED = velocidade média de deslocamento da viatura na via, expressa em km/h.

Na fórmula acima a extensão da área a ser atendida pelo sistema de APH é conhecida. A velocidade média de deslocamento da viatura de resgate será considerada como sendo de 30 km/h nas vias urbanas.

Considerando-se num mesmo sentido, a distância percorrida pela equipe de atendimento emergencial para o resgate à vítima não deve ultrapassar um tempo razoável de 12 a 30 minutos, em velocidade média permissível da classe da via. Este de tempo de resposta permitirá o atendimento adequado em tempo hábil (DNIT, 2002).

A modelagem matemática dos serviços de urgência é um assunto de interesse acadêmico para os profissionais de Pesquisa Operacional desde os anos 50. Inúmeros problemas matemáticos complexos advêm da modelagem desses sistemas. É inerente aos serviços de urgência o fato de as demandas por estes serviços serem aleatórias, ou seja, ocorrem por acaso ou por acidente (caso contrário, não seriam urgências) e, na maioria dos casos, serem geograficamente distribuídas.

No atendimento de emergência, o tempo é fator crucial. Segundo Brown (1994), existe uma ligação entre a demora do resgate e a proporção de casos fatais e graves. Vários estudos têm demonstrado a relação entre a redução do tempo de resposta e a correspondente redução da mortalidade. A Figura 2.5 mostra as fases dos procedimentos emergenciais do Suporte Básico da Vida (SBV) nos atendimentos às vítimas de acidentes de trânsito.



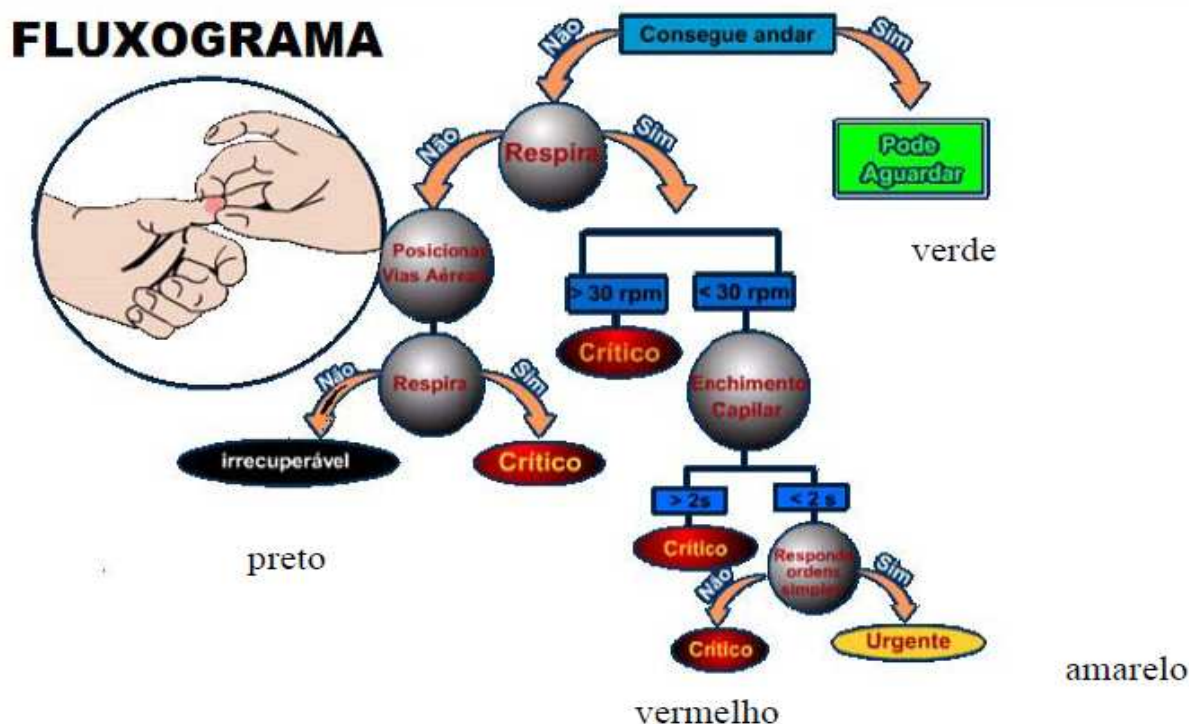
Fonte: Corpo de Bombeiros do Estado do Acre

Figura 2.5 – Procedimentos emergenciais no SBV à vítima de AT.

O tempo que o socorro leva para chegar até a vítima é das variáveis mais importantes no atendimento pré-hospitalar (APH). Esse espaço de tempo, conhecido como tempo de resposta, é um dos principais indicadores da eficiência do sistema. A quantidade de veículos e a sua localização no sistema são duas decisões estratégicas que estão diretamente relacionadas com a eficiência do serviço.

O APH é caracterizado por possuir um arranjo de pessoas, instalações, viaturas e equipamentos para um coordenado e efetivo serviço em condições de emergência. Ele é responsável em prestar o primeiro nível de atenção aos vitimados de acidentes de trânsito que tiveram algum tipo de lesão e removê-los para o atendimento hospitalar.

Quando o recurso é insuficiente para atender a quantidade de vítimas existentes no local do acidente, a START (Simples Triagem e Rápido Tratamento) deverá ser empregada. Nestes casos, deve-se aplicar o atendimento conforme descrito no fluxograma (Figura 2.6):



Fonte: Corpo de Bombeiros do Estado de Goiás

Figura 2.6 – Procedimentos adotados na Simples Triagem e Rápido Tratamento.

As vítimas deverão ser tratadas de acordo com a sequência de prioridades apresentada segundo a coloração: vermelhas, amarelas, pretas e verdes. As vítimas na coloração preta são consideradas irrecuperáveis após nova análise na triagem, classificando-se, assim, em vítimas na cor branca.

Levando-se em conta o exposto no fluxograma mostrado e considerando-se que o tempo gasto no transporte de vítimas de acidentes é vital, mesmo os primeiros socorros sendo ministrados no local do sinistro, a localização das UA é fundamental para o cumprimento do principal objetivo do Corpo de Bombeiros: salvar vidas.

Como fatores locacionais se podem entender todos os fatores que devem influir na escolha da localização de uma UA. Esses fatores podem ser de natureza econômica ou não. No caso de Unidades de Atendimento do Corpo de Bombeiros, o que se deverá levar em consideração é o tempo gasto na remoção das vítimas de acidentes até o hospital. Ressalta-se que este tempo é a soma dos tempos decorridos desde o recebimento da chamada por

telefone, mais o tempo de “montagem da equipe” até o veículo, mais o tempo de deslocamento.

O estudo das influências que determinam a distribuição geográfica de empresas levou à elaboração de uma “teoria da localização”, que busca facilitar a tomada de decisões dos empresários nesse sentido. A investigação teórica da problemática da localização partiu do estudo de Von Thunen, em 1826, que enfoca a localização de atividades agrícolas, destacando a maximização da renda agrícola como elemento orientador de toda atividade econômica. Posteriormente, a teoria da localização avançou com base na formulação de alguns modelos gerais e abstratos, dos quais se destacam os esforços de Alfred Weber (1909), Christaller (1933), August Losch (1954) e Walter Isard (1956). Bowersox dá o seguinte conceito para localização:

“[...] é a determinação de um ou mais locais, para abrigar uma ou mais instalações, que permitam otimizar alguns fatores de desempenho previamente estabelecidos – transporte, custos, tempo de deslocamento, dentre outros (BOWERSOX, 1996)”.

No caso específico que esta pesquisa se propõe, a análise servirá para estabelecer a localização de novas UA do Corpo de Bombeiros, como forma de proporcionar maior agilidade e eficácia na remoção das vítimas até o hospital. Entenda-se por agilidade e eficácia, o Corpo de Bombeiros - ao receber uma chamada (193) - chegar ao local o mais rápido possível, fazer o atendimento, remover a vítima para as unidades médicas e retornar à base no menor tempo possível para estar em condições de realizar outro atendimento.

2.6 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

2.6.1 Descrição geral e aplicação

O termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas (letras e algarismos), mas também através de sua localização espacial. Oferece ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base no que lhes é

fundamentalmente comum – a localização geográfica. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georeferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica (CÂMARA, 1995).

Como sistema considera-se um arranjo de entidades (elementos) relacionadas ou conectadas, de tal forma que constituem uma unidade ou um todo organizado, com características próprias e subordinadas a processos de transformação conhecidos. As entidades são os elementos ou objetos tomados como unidades básicas para a coleta dos dados. Os dados relacionam-se com os atributos, que caracterizam e fornecem significado à unidade estudada. Por exemplo, pode-se tomar um lugar como entidade, e as suas características de solo, relevo e uso da terra como alguns de seus atributos. O conjunto de entidades (lugares) corresponde à área estudada. Os dados disponíveis sobre os atributos representam a riqueza informativa (TEIXEIRA et al., 1992).

O número de atributos mensurados fornece a base para melhor caracterização da área através do cruzamento das informações. Como o sistema básico inclui fases de entrada de dados, transformação e saída de informação, pode-se prever a inclusão de novas entidades, aumentando a grandeza da área estudada, bem como a inclusão de dados sobre novos atributos, que vão sendo considerados importantes. Esse processo representa a realimentação do SIG.

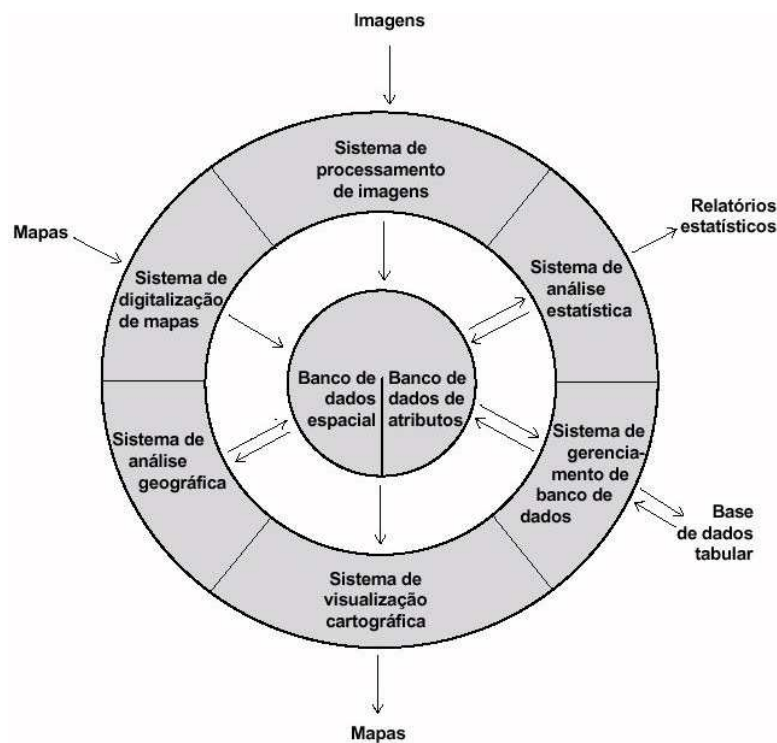
Deve-se ainda definir os termos dados e informação. Conforme Teixeira et al. (1992), um dado é um símbolo utilizado para a representação de fatos, conceitos ou instruções em forma convencional ou preestabelecida e apropriada para a comunicação, interpretação ou processamento por meios humanos ou automáticos, mas que não tem significado próprio. Já informação é definida como o significado que o ser humano atribui aos dados, utilizando-se de processos preestabelecidos para sua interpretação. Pode-se dizer que os dados são um conjunto de valores, numéricos ou não, sem significado próprio e que informação é o conjunto de dados que possuem significado para determinado uso ou aplicação.

Como informação geográfica considera-se o conjunto de dados cujo significado contém associações ou relações de natureza espacial, dados esses que podem ser apresentados em forma gráfica (pontos, linhas e, áreas/polígonos), numérica e alfanumérica. Assim, um sistema de informação geográfica utiliza uma base de dados computadorizada que contém informação espacial sobre a qual atuam uma série de operadores espaciais (TEIXEIRA et al., 1992).

SIGs fornecem poderosas ferramentas para tratar de assuntos geográficos e ambientais. Ele permite organizar a informação sobre uma determinada região ou cidade, como um conjunto de mapas, cada um deles exibindo uma informação a respeito de uma característica da região. Cada um destes mapas temáticos individualmente é referenciado como um *layer* (camada), *coverage* (cobertura) ou *level* (nível). Cada camada é sobreposta de forma que toda localização é precisamente ajustada às localizações correspondentes em todos os outros mapas. O *layer* debaixo deste diagrama é o mais importante, porque representa um reticulado com um sistema de referência (como latitude e longitude) ao qual todos os mapas foram precisamente referenciados (ROSA e BRITO, 1996).

Uma vez que estes mapas foram cuidadosamente referenciados dentro de um mesmo sistema locacional de referência, informações exibidas nos diferentes *layers* podem ser comparadas e analisadas. Em adição, localizações ou áreas podem ser separadas de localizações vizinhas, simplesmente extraindo todos os *layers* da localização desejada a partir de um mapa maior. O SIG oferece meios para pesquisar padrões e processos espaciais, tanto para uma localização ou região inteira.

Segundo Rosa e Brito (1996), um SIG pode ser definido, de forma geral, como um sistema destinado à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados referidos espacialmente na superfície terrestre, integrando diversas tecnologias (Figura 2.7). Portanto, o sistema de informação geográfica é uma particularidade do sistema de informação no sentido amplo. Essa tecnologia automatiza tarefas até então realizadas manualmente e facilita a realização de análises complexas, através da integração de dados de diversas fontes.



Fonte: Hasenack e Weber (1998)

Figura 2.7 – Tecnologias integradas em um SIG.

A partir destes conceitos, é possível indicar as principais características de SIGs:

- Inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de meio físico-biótico, de dados censitários, de cadastros urbano e rural, e outras fontes de dados como imagens de satélite, e GPS.
- Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados geográficos.

O manejo de dados espaciais requer instrumentos especializados e complexos para obter, armazenar, recuperar e apresentar as informações. Além do mais, dados oriundos de distintas fontes fazem com que exista a necessidade de integrá-los, para o seu efetivo uso, assim como para se obter novas informações espaciais.

2.6.2 A evolução dos Sistemas de Informações Geográficas

O gerenciamento de informações geográficas teve sua origem na metade do século XVIII, quando, a partir do desenvolvimento da cartografia, foram produzidos os primeiros mapas com precisão.

As primeiras tentativas de automatizar parte do processamento de dados com características espaciais aconteceram na Inglaterra e nos Estados Unidos na década de 1950, com o objetivo principal de reduzir os custos de produção e manutenção de mapas.

Segundo Fleury et al. (2000), a idéia inicial de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), ou *Geographic Information Systems* (GIS), nasceu na Suécia. Entretanto, o primeiro SIG foi desenvolvido no Canadá, em 1962, doravante denominado *Canadian Geographic Information Systems* (CGIS). Ele objetivava a realização de inventários de terras em âmbito nacional, envolvendo diferentes aspectos sócio-econômicos e ambientais.

Em seguida foram desenvolvidos outros sistemas. Dentre eles pode-se destacar os sistemas de *New York Landuse and Natural Resources Information Systems* (1967) e *Minnesota Land Management Information System* (1969). Nas décadas posteriores ocorreram consideráveis avanços em equipamentos e *software*, permitindo o desenvolvimento de sistemas mais potentes e novas aplicações, popularizando principalmente os CAD's (*Computer Aided Design*), cujos objetivos são diferentes dos SIG's.

A popularização dos SIGs iniciou a partir de 1965, período no qual houve um grande impulso no desenvolvimento da informática pelo mundo, surgindo periféricos como mesas digitalizadoras e *plotters* e as primeiras versões de *softwares* voltados para a sistematização de dados.

Como histórico, Lopes (2005) registra que somente no final da década de 1970 é que a indústria dos SIGs começou a amadurecer, favorecendo, inclusive, no início dos anos de 1980, o surgimento da versão comercial dos primeiros sistemas, que passaram a ter aceitação mundial.

Acredita-se que o crescimento da micro-informática veio popularizar também o manuseio de banco de dados. Desta forma, verificou-se que os SIGs tiveram um grande desenvolvimento nos últimos dez anos, especialmente, nos últimos cinco anos. Tal ferramenta vem se popularizando e expandindo sua capacidade de utilização (GUEDES, 2001).

De acordo com Câmara (1996), na década de 1970 a tecnologia de sistemas de informação geográficos realmente se difundiu. Como este desenvolvimento foi motivado desde o início por forte interesse comercial, não foi acompanhado por um correspondente avanço nas bases conceituais da geoinformação. Como resultado, o aprendizado do Geoprocessamento tornou-se uma tarefa difícil. Ao contrário de outras áreas (como banco de dados), não há um corpo básico de conceitos teóricos, que sirva de suporte para o aprendizado da tecnologia, mas uma diversidade por vezes contraditória de noções empíricas.

Durante a década de 1980 o SIG, deixou de ser utilizado apenas para análises populacionais, passando a ser utilizado em novos campos, como planejamento ambiental, projetos de engenharia civil e estudos geológicos. Estes avanços foram possibilitados principalmente pelo surgimento dos processadores i386DX da Intel, os primeiros a suportarem ambientes gráficos mais rebuscados, permitindo o uso de *softwares* como o CAD (*Computer Aided Design* - Desenho Assistido por Computador) e a geração de mapas e tabelas, além da compilação de dados.

Na década de 1990, os SIGs incorporam o uso de imagens *raster* e vetorial, além da utilização de análises matemáticas e geoestatísticas, o que foi viabilizado pelo grande salto evolutivo dos processadores, com o surgimento das famílias i486DX, i486DX4 e posteriormente com a chegada da linha Pentium, a qual permitiu o desenvolvimento de trabalhos em 3D com alta qualidade (DAVIS e FONSECA, 2001).

Atualmente os SIGs são utilizados em conjunto com técnicas de sensoriamento remoto e banco de dados, dando a esse instrumento uma grande capacidade para a análise sócio-espacial em diversas temáticas.

A introdução do geoprocessamento no Brasil se deu a partir do esforço de divulgação e formação de pessoal feito pelo professor Jorge Xavier da Silva (UFRJ), no início dos anos 80, através da vinda ao Brasil, em 1982, do Dr. Roger Tomlinson, responsável pela criação do primeiro SIG, o *Canadian Geographical Information System* (ASSAD E SANO, 1998).

No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desenvolveu uma solução de *software* que pode ser adquirido diretamente desde 1997 no endereço eletrônico do instituto. O programa foi desenvolvido utilizando a filosofia de *software* livre. O *SPRING* unifica o tratamento de imagens de sensoriamento remoto (ópticas e microondas), mapas temáticos, mapas cadastrais, redes e modelos numéricos de terreno (INPE, 2006).

Antes do advento dos SIGs, a análise e manutenção de entidades em um contexto espaço-temporal eram executadas de forma analógica, onde o processamento e a apresentação dos dados eram feitos através de mapas e cartas (forma mais antiga e ainda mais comum). A produção de mapas é um procedimento caro, cujos elementos, em geral, são armazenados de forma georeferenciada, segundo um sistema de coordenadas (latitude, longitude e elevação em relação ao nível do mar). Com a sobreposição de mapas em folhas transparentes é possível se fazer uma correlação desses dados. No entanto, este é um processo oneroso. Com o aparecimento dos SIGs, foi possível diminuir gastos com essa produção, armazenamento e atualização manuais de mapas (DUTRA, 1998).

2.6.3 As informações no contexto da gestão estratégica

As informações no contexto da gestão estratégica são importantes porque têm o poder de reduzir as incertezas e auxiliar na tomada de decisões. A informação espacial, ou geográfica, aplicada à gestão estratégica, provê uma base geográfica referenciada e representações gráficas. Sua importância está na análise de informações relevantes como, por exemplo, a melhor localização de recursos ou roteirização de atividades. É dentro deste contexto que os SIGs são inseridos como Sistema de Apoio à Decisão Espacial (SADE). Além de suportar uma base de dados espaciais, os SIGs têm a capacidade de transformá-las em novas informações (LIMA, 2003).

O principal elemento da integração de informações através de um SIG é a ligação que se faz entre dados não-espaciais, ou dados de atributos, a dados espaciais, ou geográficos. Os dados espaciais são a representação de objetos sob três formas básicas: pontos, linhas e áreas. Os atributos são necessários para completar com informações não-espaciais de cada objeto espacial e, normalmente, são armazenados na forma de tabelas, com informações alfanuméricas quantitativas e qualitativas. Por exemplo, um ponto pode representar a interseção (nó) de duas vias (arcos), e os atributos são informações, como a presença ou não de uma fábrica, cliente ou depósito neste ponto. No caso de uma fábrica, atributos como a quantidade produzida, a frota de veículos, o número de funcionários, custos, entre outros, podem e devem estar associados (NARUO, 2003).

De maneira geral, conforme Lorena et al. (2002), um sistema de informação consiste em uma série de operações que compreendem desde o planejamento das observações e coleta de dados, até o armazenamento e análise dos dados. Utilizam-se as informações resultantes para o planejamento e tomada de decisões.

A análise de redes usando as potencialidades dos SIGs tornou-se tecnologia comprovadamente eficiente no tratamento de informações com características espaciais. A vantagem em usar um SIG está na habilidade de associar a cada arco e nó da rede um conjunto de atributos que de outra maneira não estaria disponível para a análise. Além disto, alguns algoritmos bem conhecidos, como por exemplo, para minimizar a distância e o tempo percorridos em uma rota, estão imediatamente disponíveis.

Outra vantagem está na utilização de informações de um censo demográfico que associe características econômicas e de população para áreas nas redondezas de cada nó ou arco da rede. Programas específicos podem ser desenvolvidos no intuito de incorporar a distribuição das redes de trabalho dentro do SIG, de exibição e modificação, convertendo o formato da rede para uma estrutura apropriada aos modelos de otimização, retornando às rotas e ao planejamento do SIG para visualização e análise dos resultados (CARRARA, 2007).

O SIG, de acordo com Rose (2001), não soluciona tudo por si só. Ele é apenas uma ferramenta de análise e otimização de processos. Portanto, a potencialidade do sistema dos desenhos dos processos ou dos algoritmos é que deve solucionar os problemas. Deve haver uma organização de pessoas, instalações e equipamentos responsáveis pela implantação e manutenção de um SIG. Além disso, esta organização deve ter um objetivo e os recursos necessários para atingi-lo.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1 TÉCNICAS EMPREGADAS

A metodologia exposta nesta pesquisa consiste em descrever o local de estudo, a coleta de dados e as variáveis e técnicas que serão utilizados neste trabalho. Também será relatada a rotina de georeferenciamento dos acidentes de trânsito do município de Uberlândia - MG.

Os dados utilizados para a execução deste trabalho foram fornecidos pelo 5º Batalhão de Bombeiros Militar (BBM) e referem-se aos acidentes de trânsito ocorridos neste município, no período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2007. Estes dados encontram-se disponibilizados nos Boletins de Ocorrência (BOs) do Batalhão, onde são realizados os registros sobre os acidentes de trânsito com vítima e os resgates efetuados pela corporação.

A metodologia adotada neste trabalho foi estruturada da seguinte forma: configuração da rede de trabalho (*network*), apresentação do procedimento dos dois métodos utilizados na pesquisa: Problema de Localização de Instalações e Roteirização de Veículos, considerando especialmente os aspectos: redução do tempo de deslocamento das viaturas de resgate até o local do acidente para o atendimento pré-hospitalar; maior eficácia no transporte da vítima até o hospital.

As vítimas envolvidas em acidentes de trânsito foram subdivididas em cinco faixas etárias, para facilitação de análises e correlações. São elas: de 5 a 9 anos, 10 a 17 anos, 18 a 29 anos, de 30 a 50 anos, e mais de 60 anos.

3.2 TRANSCAD

Para realizar o estudo de localização ótima e definição de rotas preferenciais para o atendimento pré-hospitalar às vítimas de acidentes de trânsito, foi utilizado o programa TransCAD, uma ferramenta que incorpora rotinas específicas para soluções de problemas de logística, de pesquisa operacional e transporte em geral. Suas aplicações são para todos os modos de transporte e de abrangência local, regional e nacional, como análise de rede (rotas mais curtas, mais rápidas, menor custo, etc), planejamento de transportes e demandas de viagens, roteirização e logística, regionalização e localização de instalações (delimitação de redes de serviços).

Com relação à modelagem de dados, pode-se dizer que o TransCAD aceita dados descritos em termos de feições com atributos, suporta complexas modelagens de feições, permite codificação de redes, suporta interface com banco de dados relacionais, permite estruturação topológica dos dados, distingue a representação gráfica da geométrica, suporta séries temporais de dados, além de permitir o acesso aos dados através de linguagem de alto nível, estrutura de menus e ícones e linguagem de consulta estruturada SQL (*Structured Query Language*), que habilita a interação com o banco de dados (ROSE, 2001).

O TransCAD atende plenamente às condições necessárias para atuar como um SIG-T, uma vez que disponibiliza comandos de geração e manipulação de redes, matrizes, banco de dados e visualização de resultados em mapas temáticos. Embora o TransCAD seja um SIG-T, ao longo desta pesquisa ele será referenciado apenas como SIG, ficando claro que é um sistema que possui aplicações em planejamento de transportes.

Este programa possui, ainda, ferramentas para a visualização de dados de transporte e disponibiliza métodos e modelos para análises de transportes. Estas rotinas permitem a aplicação não só de funções básicas de análise de redes (rota de menor caminho, distribuição de viagens, etc), mas, conforme Raia Junior e Silva (1998) permitem também resolver problemas convencionais de roteamento e escalonamento de veículos, localização de instalações, alocação de recursos em redes e de tráfego.

Para o planejamento de transportes, duas ferramentas no TransCAD são de grande utilidade e importância: matrizes e redes. Matrizes podem estar relacionadas a algoritmos de caminhos mínimos, os quais constituem a base para toda e qualquer análise de redes de transportes. Estes algoritmos levam em consideração cálculos de rotas de menor custo entre dois pontos de uma rede de transportes, baseados em valores de impedância dos arcos de rede.

3.2.1 Network (rede de trabalho)

Para o uso do TransCAD, com o objetivo de se empregar a ferramenta de roteirização de veículos, é necessário criar uma rede de trabalho, tratada pelo *software* como *Network*. Essa rede de trabalho é um dado estrutural (organizado, que se relaciona com a base, com a estrutura de um conceito ou situação) do TransCAD que armazena características dos sistemas de transportes e instalações. Arquivos geográficos são usados pelo TransCAD para criar mapas de sistemas de transportes, e a *network* é fundamental para a capacidade analítica avançada do programa (CARRARA, 2009).

A ferramenta *Network* é usada pelo TransCAD para criar a rede, calcular distâncias e calcular tempos de viagens, além de apoiar análises e aplicações de modelos. A criação desta rede se faz a partir de camadas de linhas. Ela armazena as distâncias de cada segmento (*link*) da malha viária, composta por arcos e nós, estando cada segmento relacionado a um identificador único, presente na base de dados relacionada.

Uma rede é definida como um conjunto de nós e ligações. Nós são as localidades de onde o fluxo começa, termina ou se ramifica. Ligações são percursos que transportam o fluxo, de nó para nó. Cada nó e cada ligação em uma rede possuem um número de identificação (ID). No TransCAD, as ligações e os nós geralmente correspondem às características de, respectivamente, linhas e pontos (*endpoints*) de um arquivo geográfico.

Uma camada de linhas em um mapa consiste em um conjunto de linhas, cada qual tendo início e fim em pontos, cada um dos quais definido por coordenadas.

Com este tipo de rede de trabalho, vários problemas de transporte podem ser resolvidos, entre os quais encontrar caminhos mínimos (*Shortest Paths*) e resolver Problemas do Caixeiro Viajante (*Traveling Salesman Problems*).

A rede de trabalho é representada com base na teoria dos grafos, demarcando os encontros de vias, o que permite a mudança de direção dos nós, e arcos (links) orientados que seguem os sentidos das vias da rede viária, conforme Figura 3:1.

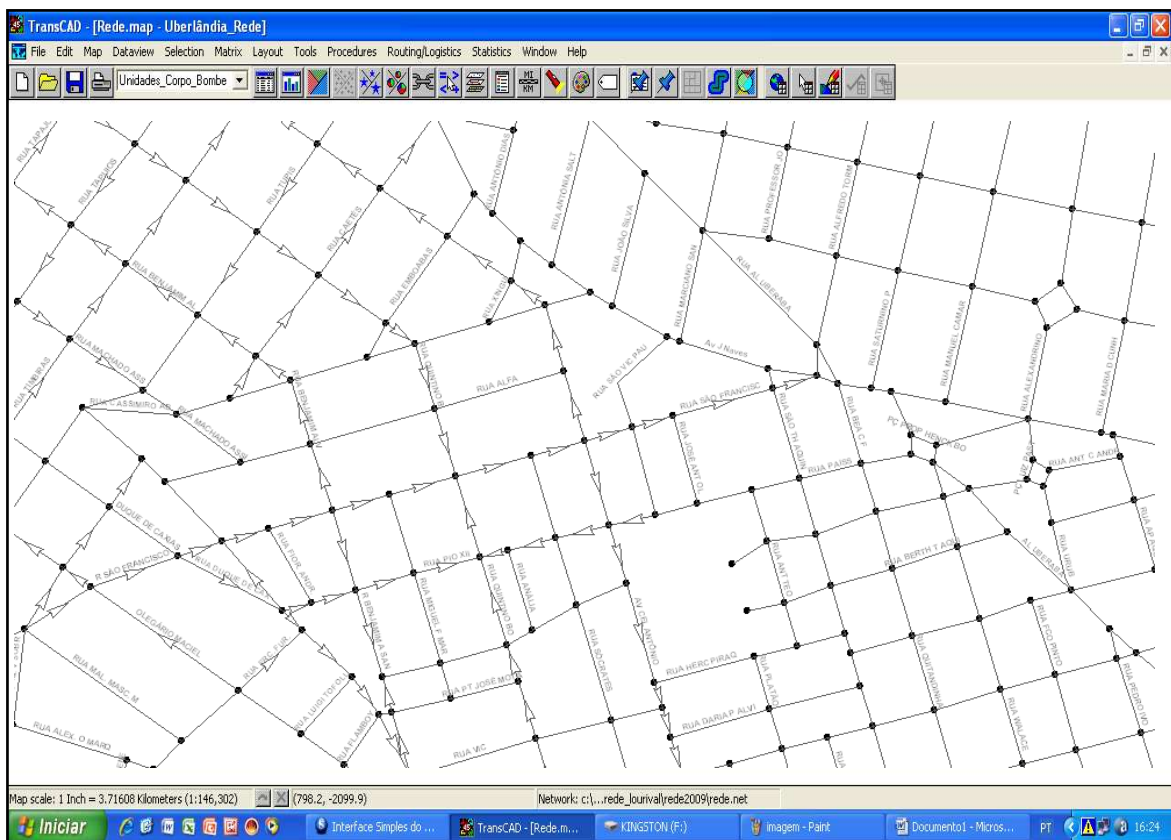


Figura 3.1 – Rede viária com indicação de sentido de fluxo.

Tópicos que podem ser analisados pelo TransCAD, utilizando-se a *Network*:

- Redes de transporte
- Matrizes de distâncias e tempo de viagem
- Rotas e sistemas de roteamento
- Fluxo de cargas

- Dimensionamento de frota
- Localização de clientes
- Localização de fornecedores

O TransCAD utiliza a heurística das economias de Clarke e Wright (1964) para atingir a sua rota ótima. A heurística das economias, bastante conhecida e ainda muito utilizada como parte de diversos procedimentos, foi originalmente desenvolvida para solucionar o problema clássico de roteamento de veículos. Baseia-se também na heurística do Problema do Carteiro Chinês Misto, sugerida por Edmonds e Johnson (1973), melhorada por Frederickson (1979) e Christofides et al. (1984), e também usada por Gendreau, Laporte e Zhao no *Windy Postman Problem*, em roteamento de arcos (MELO, 2000).

3.3 PROBLEMAS DE LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES (PLI)

3.3.1 Modelo de Localização de Instalações/Facilidades

Modelos de localização correspondem a aplicações específicas, isto é, sua forma estrutural (a função objetivo, restrições e variáveis) é determinada de acordo com o problema particular em estudo. Consequentemente, não existe um único modelo geral de localização que seja apropriado para todas as aplicações potenciais ou existentes.

O modelo de localização é utilizado para identificar boas localizações de uma ou mais facilidades, como depósitos, hospitais, escolas, fábricas ou qualquer outro tipo de instalação, nos setores público ou privado, a partir de um conjunto de locais possíveis, denominados locais candidatos. Cada facilidade tem por objetivo atender as demandas dos clientes. Para cada combinação de cliente e facilidade deve estar associado um custo de serviço.

A aplicação do Modelo de Localização de Instalações neste estudo refere-se aos procedimentos contidos no manual *Routing and Logistics With TransCAD 4.1* (CALIPER, 2002).

Os dados de entrada utilizados para a resolução do problema de localização de instalações se resumem em dois tipos: dados geográficos e dados de demandas. Os dados devem estar associados a uma camada de pontos (ou de áreas), a qual armazena informações referentes aos clientes e suas respectivas demandas, as instalações existentes e locais candidatos à abertura de novas instalações, com suas respectivas coordenadas geográficas, cada um destes conjuntos ocupando um conjunto de seleção distinto no banco de dados relacionado (LACERDA, 1999). Outro dado de entrada primordial em estudos de localização está contido na matriz de custos (matriz de distância), no caso deste trabalho.

No TransCAD, pode-se ter os conjuntos de informações separados em camadas distintas, ou armazenadas em uma única camada, que reúna todas as informações relativas aos clientes, instalações existentes e candidatos à abertura de novas instalações. Optou-se, neste trabalho, pela utilização de uma camada única, agrupando todas as informações relativas ao problema abordado, sendo criado um conjunto de seleção distinto no banco de dados para armazenar informações relativas ao conjunto de clientes, ao conjunto de instalações existentes e aos locais candidatos à novas facilidades.

Quando o TransCAD resolve o problema de localização de instalações, ele compara o custo fixo mais baixo e os custos de operação potencialmente mais altos (ou lucro mais baixo) associados com a escolha de uma instalação existente com o mais alto custo fixo de adicionar uma nova instalação (CARRARA, 2007).

Pode haver um custo fixo associado com a localização e/ou operação de uma instalação em cada local candidato. Este custo pode incluir tanto custos de aquisição de terreno, custos de construção, custos gerais, e outros gastos associados com o local candidato. Neste trabalho, o custo refere-se à distância entre as unidades de resgate do Corpo de Bombeiros e os locais de ocorrência dos acidentes de trânsito.

A partir do TransCAD, cria-se a matriz baseada na *Netwok* (rede trabalho), considerando as características de origem e destino com o identificador dos nós da rede (ID) – campo na base de dados que identifica cada objeto do mapa – mais próximo a cada instalação e seus usuários, ou pela distância Euclidiana entre a instalação e o “cliente” – ligações em linhas retas (CARRARA, 2007). Para a determinação da matriz de custos foi utilizada a função

própria do TransCAD, acessada a partir do menu de opções *Routing/Logistics – Cost Matrix*. A Figura 3.2 apresenta a caixa de ferramenta *Cost Matrix*, onde as considerações são feitas para a criação da matriz de custos de transporte.

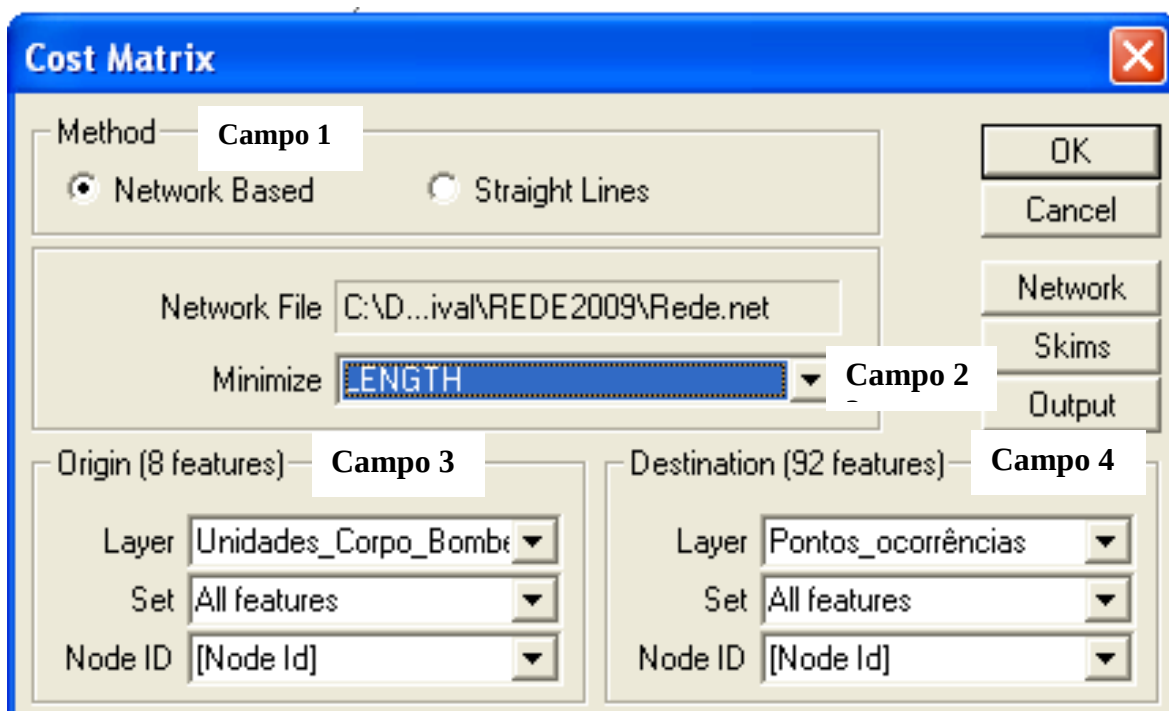


Figura 3.2: Tela TransCAD – Caixa *Cost Matrix*.

Campo 1: refere-se ao método que será utilizado para construção da matriz de custos. A opção *Network Based* construirá a matriz baseada na rede de trabalho, enquanto a opção *Straight Lines* construirá a matriz considerando a distância Euclidiana entre origens e destinos.

Campo 2: escolha da variável que se deseja minimizar (distância, tempo de viagem, etc). Neste estudo, foram consideradas três variáveis para análise: custo, distância e tempo de viagem. A variável distância é automaticamente fornecida pelo programa, mas para o cálculo das variáveis tempo de viagem e custo foram inseridas fórmulas no *dataview* do *layer* da rede de trabalho de forma a permitir a consideração destas variáveis na criação da matriz de custo.

Campos 3 e 4: onde serão feitas as considerações quanto às origens e os destinos, respectivamente. O primeiro sub-campo refere-se ao *layer* onde se encontram as origens, no caso, as unidades de bombeiros. O segundo sub-campo é onde se seleciona todos os objetos contidos no *layer* selecionado (*All features*) ou somente alguns, mas para essa opção é preciso criar um conjunto de seleção (*Selection Set*). O terceiro sub-campo refere-se ao campo da base de dados (*dataview*) onde estão os dados relativos ao ID do mais próximo dos objetos do *layer* selecionado. O número seguido pela palavra *features* representa os números de objetos que foram selecionados e que corresponderão à origem e ao destino.

Com a matriz de custos criada, é necessário que ela esteja aberta na janela corrente do *software* para que a caixa de ferramenta *Facility Location* possa ser habilitada. Para abri-la deve-se clicar em *Routing Logistics*.

No presente trabalho a matriz de custos criada baseou-se na distância. O método utilizado teve como base a rede viária. Para encontrar os melhores locais foi usada a ferramenta *Facility Location*, destacando os objetivos a serem adotados neste estudo, bem como alguns dos critérios de *Facility Settings* e *Client Settings*, conforme Figura 3.3.

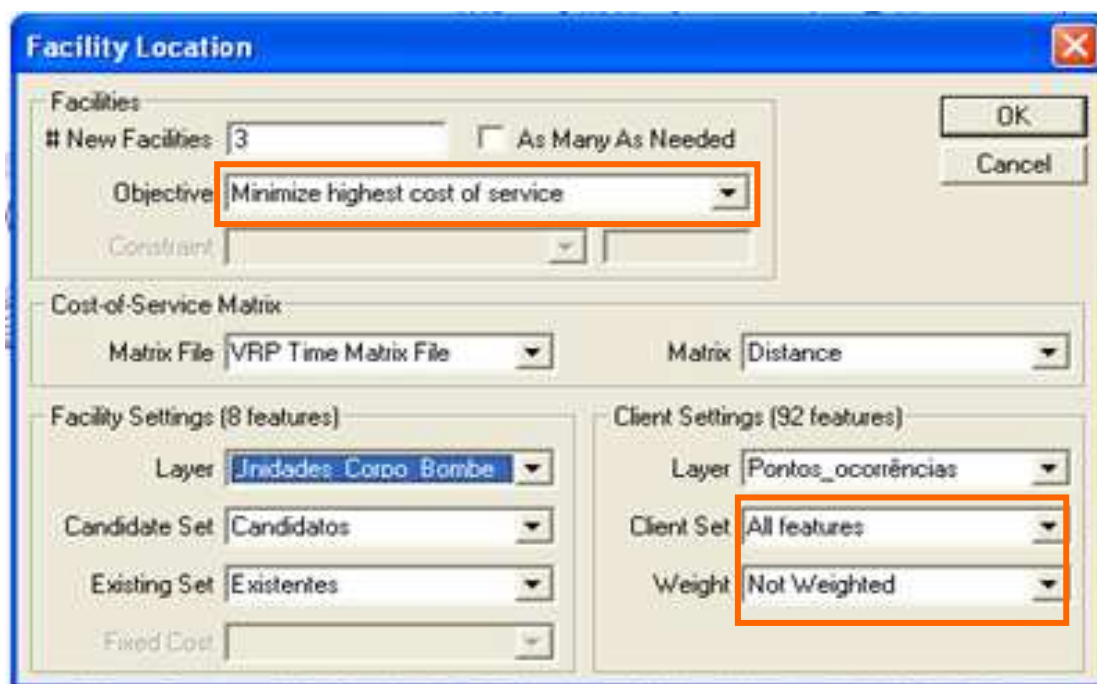


Figura 3.3: Tela TransCAD – Caixa de diálogo do procedimento *Facility Location*.

Para solucionar o problema de localização de instalações, é preciso determinar seu objetivo: minimizar custos, maximizar lucros, ou outras opções. A escolha do objetivo irá determinar todo o procedimento do modelo, porque dependendo do objetivo selecionado, algumas opções ficam inabilitadas. Neste trabalho, optou-se pelo objetivo minimizar o custo mais alto, o qual permite escolher o melhor serviço possível ao cliente que é o mais afastado do conjunto de instalações (Tabela 3.1). Esse modelo é, frequentemente, usado para os serviços de emergência.

Tabela 3.1 – Objetivos básicos para o Problema de Localização de Instalações.

OBJETIVO	DESCRIÇÃO
Minimizar o custo médio de serviço <i>(minimize overage cost of service)</i>	Fornece o melhor nível de serviço total aos clientes, sem preocupar se o serviço a um cliente particular é pior que a média.
Minimizar o custo mais alto de serviço <i>(minimize highest cost of service)</i>	Fornece o melhor serviço possível ao cliente mais afastado do conjunto de instalações. Ex.: serviços de emergências.
Maximizar o custo mais baixo de serviço <i>(maximize the lowest cost of service)</i>	Coloca as instalações tal que elas estejam o mais longe possível do cliente mais próximo. Frequentemente usado por instalações que são consideradas serem indesejáveis. Ex.: depósitos de lixo ou incineradores.
Maximizar o lucro <i>(Maximize profit)</i>	Escolhe locais para aumentar a diferença entre as receitas e os custos.

Fonte: CALIPER (2002)

No primeiro objetivo, pode-se localizar um número n de facilidades, ou deixar que o *software* decida a quantidade necessária de instalações para que se garanta certo nível de serviço, caracterizando um problema de cobertura. Pode-se definir, por exemplo, que a distância máxima entre um centro de oferta e um cliente qualquer seja inferior a determinado valor.

O objetivo dois possui a opção de localizar um número fixo de instalações ou a quantidade necessária para se obter o custo mais alto de serviço abaixo de um valor desejado.

O objetivo minimizar o custo mais alto de serviço (*minimize highest cost of service*) não permite considerar o fator peso (*weight*) ao estabelecer o número de instalações desejadas e adotar outros critérios no campo *client settings* escolhendo centróides de pontos de ocorrências como um parâmetro.

Quando se escolhe maximizar o lucro, o *software* TransCAD determina o número de instalações a serem localizadas, podendo ou não haver um limite máximo de número de facilidades ou restrições orçamentárias, limitado a um custo fixo total associado à localização das novas facilidades.

Segundo Caliper (2002), quando se deseja localizar um número fixo de instalações, os algoritmos utilizados pelo TransCAD em sua rotina de Localização de Facilidades, trabalham em dois estágios:

- Na fase de construção de uma solução inicial, identifica-se um conjunto de localizações iniciais, utilizando-se para isto de uma “gulosa” (escolhe o próximo melhor local ao avaliar todos os candidatos e seleciona o melhor de acordo com a função objetivo);
- Na fase de procura da melhor solução, visando atender a determinado objetivo, a heurística embutida no *software* visa melhorar a solução inicial, previamente gerada, através de movimentos de troca entre pares de candidatos, até que soluções melhores não sejam mais encontradas.

Quando se utiliza a rotina de Localização de Facilidades para o problema de cobertura, que determina o número de localizações a serem abertas a fim de se alcançar determinado parâmetro, o algoritmo trabalha da seguinte forma (CALIPER, 2002):

- Determina quando adicionar uma localização de instalação usando uma heurística “gulosa”. Se nenhuma instalação for adicionada, o algoritmo pára;
- Tenta melhorar o conjunto atual de localizações, realizando movimentos de troca entre pares de candidatos, até que soluções melhores não sejam mais encontradas.
- Retorna ao passo inicial e tenta adicionar uma nova facilidade.

Ao final de cada resultado gerado, o programa apresenta duas saídas primárias do procedimento do Problema de Localização de Instalações:

- A localização de novas instalações;
- A alocação de clientes às instalações.

Esta rotina cria um novo conjunto de seleção em seu banco de dados, subconjunto dos elementos que constituem os candidatos à localização, associado à camada que contém as informações sobre as facilidades, que é automaticamente mostrado no mapa. Além disso, o TransCAD gera uma tabela que associa cada cliente a uma nova facilidade, ou a uma facilidade já existente, e também mostra o custo do serviço associado àquela alocação, no caso, as distâncias. Esta tabela pode ser usada para criar mapas temáticos, ilustrando a alocação entre clientes e facilidades.

3.3.2 A importância dos estudos de localização de instalações

De acordo com Clemente (1998), o estudo da localização é fundamental tanto para as empresas que procuram as maiores vantagens em termos da relação receitas/custo, quanto para o Estado, cujos objetivos de desenvolvimento regional e urbano, como também de diminuição dos desequilíbrios regionais, estão em destaque.

Novaes (1989) destaca que o problema da localização de instalações tem sido tratado de modo bastante amplo na literatura, englobando desde simples problemas de localização de

uma única instalação, até problemas bastante complexos, englobando diversas instalações, em diversos níveis de uma cadeia produtiva ou de serviços, com fluxos de natureza diversa, etc.

Estas instalações podem ser fábricas, portos, pontos de venda, armazéns, lojas de varejo e centros de serviço (BALLOU, 1999); como também instalações de serviço urbano, incluindo serviços de rotina e de emergência, como postos de correio, locais de incineração de lixo, instalações de bombeiros e serviços de emergência médica, dentre outros (LARSON e ODONI, 1981).

Conforme Current et al. (2002), os seres humanos têm analisado a efetividade das suas decisões de localização desde os tempos mais remotos. Segundo estes autores, a longa e volumosa história da pesquisa sobre localização é resultante de alguns fatores:

1. As decisões de localização são frequentemente tomadas em todos os níveis das organizações humanas, desde indivíduos e famílias, até empresas, agências governamentais e ainda agências internacionais.
2. As decisões de localização são muitas vezes estratégicas por natureza, isto é, envolvem um elevado montante de recursos de capital, e seus efeitos econômicos acarretam resultados no longo prazo. No setor privado, tais decisões têm uma influência maior na capacidade de uma empresa de competir no seu mercado. No setor público, elas influenciam na eficiência pelo qual instituições do poder público provêem serviços públicos e a habilidade destas instituições de atrair/agrupar famílias e outras atividades econômicas.
3. As decisões de localização frequentemente impõem externalidades econômicas, tanto positivas como negativas. Tais externalidades incluem desenvolvimento econômico, geração de empregos e de renda, poluição, congestionamento, entre outros.
4. Modelos matemáticos de localização são, muitas vezes, extremamente difíceis de resolver, pelo menos até a sua otimalidade. Igualmente, mesmo os modelos mais simples são geralmente computacionalmente intratáveis para instâncias de maior porte.

Os modelos matemáticos para solução do problema de localização estão, em geral, baseados na minimização dos custos envolvidos, admitindo-se, dessa forma, que não há variação significativa nas receitas associadas às possíveis soluções locais e que, portanto, a solução obtida satisfaz o objetivo de maximização de lucros. Essa é uma simplificação que pode não ser verdadeira em casos em que, por exemplo, a demanda pode apresentar variação importante com a localização escolhida. De qualquer maneira, o problema, mesmo com essa simplificação, tem natureza bastante complexa.

Em termos práticos, os custos e as distâncias de transporte são mensuráveis, sendo que o problema envolve uma busca pela melhor combinação de locais de implantação, dentre inúmeras alternativas geográficas. Além disto, é fácil perceber que o número de possíveis alternativas que devem ser analisadas e comparadas é muito alto. Mesmo para bairros metropolitanos ou cidades de médio porte acredita-se ser necessário ter que trabalhar com dezenas de locais potenciais para implantação de instalações.

No paradigma geral da localização, uma ou mais instalações servem um conjunto de consumidores espacialmente distribuídos. A topologia espacial sendo modelada pode ser uma rede geral ou uma rede especial para mapeamento de aplicativos em transportes. O objetivo é localizar instalações (e, talvez, alocar clientes a pontos de prestação de serviços) de forma a otimizar um objetivo espacialmente dependente (implícita ou explicitamente dependente). Critérios típicos utilizados para tal incluem:

- Minimização do tempo médio da viagem ou da distância entre as UA e o local de AT;
- Minimização do tempo médio de resposta (tempo de viagem mais eventuais esperas para atendimento);
- Minimização de uma função de custo da viagem ou do tempo de resposta;
- Minimização do máximo tempo de viagem;
- Maximização do mínimo tempo de viagem.

Em geral, a função objetivo consiste de termos proporcionais às distâncias (ou tempos) de viagem entre instalações e/ou entre instalações e clientes.

Pode-se dizer que os modelos matemáticos para localização de instalações podem ser classificados em duas categorias: modelos para localização de uma única instalação e modelos para localização de múltiplas instalações.

A modelagem do problema de localização de mais de uma instalação é, certamente, mais complexa. Envolve, entre outras, considerações sobre a parcela da demanda a ser atendida por cada uma das instalações. Isso significa que se deve buscar respostas para questões relacionadas a quantas instalações implantar, onde implantá-las, o porte de cada uma delas, a área de influência das mesmas.

A função objetivo, nesse caso, está associada, em geral, à minimização da somatória dos custos associados a cada uma das instalações, sujeita a restrições quanto a porte mínimo ou máximo de cada instalação, distância entre elas, distâncias máximas de cada instalação aos pontos de demanda, além de limitações de capacidade de vias e dos veículos de transporte.

Os modelos locacionais podem diferir quanto à representação espacial da região considerada e da malha de transportes envolvida, podendo ser classificados, nesse sentido, em dois tipos (CRAINIC, 1998):

- Um primeiro tipo trata a localização no plano, o que, teoricamente, implica a existência de infinitos pontos alternativos para a pretendida localização e a existência de uma malha de transportes bastante densa, cobrindo praticamente toda a região considerada. As distâncias, neste caso, são obtidas com base em métricas euclidianas ou retangulares;
- Um segundo tipo trata a localização num grafo ou numa rede, o que implica a representação matemática da malha de transportes existente e a consideração de um número finito de pontos alternativos para a pretendida localização, situados nos tramos (unidade rítmica, formada por uma abóbada – arcos – e seus elementos de descarga de força), ou, mais comumente, nos nós da rede. Métodos de pesquisa operacional, associados principalmente à programação linear, à programação inteira e à programação mista, assim como à teoria de grafos e de fluxos em redes, formam a base dos modelos matemáticos utilizados neste segundo tipo de abordagem.

Esses modelos envolvem, em geral, a otimização de uma dada função objetivo, porém as técnicas de otimização e os critérios adotados são os mais diversos, variando de acordo com a função da instalação, as variáveis incorporadas na análise, o tratamento matemático empregado e a representação espacial do problema, existindo na literatura trabalhos que abordam os problemas locais nos mais diversos graus de complexidade.

Problemas de localização envolvem a definição de algumas instalações, geralmente nos vértices de uma rede, de tal forma a facilitar a movimentação de produtos ou o fornecimento de serviços ao longo da rede. A demanda (“clientes”) também é geralmente representada nos vértices da rede. Estes podem estar nos mesmos (ou diferentes) vértices onde as instalações podem ser localizadas (SILVA, 2004).

3.4 ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS

3.4.1 Definição e objetivo

O termo roteirização de veículos, embora não encontrado nos dicionários de língua portuguesa, é a forma que vem sendo utilizada como equivalente ao inglês “*routing*” (ou “*routeing*”) para designar o processo para a determinação de um ou mais roteiros ou seqüências de paradas a serem cumpridos por veículos de uma frota, objetivando visitar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento. O termo roteamento de veículos também é utilizado alternativamente por alguns autores (CUNHA, 1997).

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

A roteirização de veículos pode ser classificada em três tipos de problema:

- Problema de cobertura de nós: quando a coleta é realizada em pontos específicos.
- Problema de cobertura de arcos: quando a coleta é realizada em segmentos de vias.

- Problema geral de roteirização: quando a coleta é realizada em nós e arcos.

O objetivo do roteamento é definir um conjunto de rotas que atendam a um conjunto de determinadas áreas. A meta é realizar o percurso com o menor custo em termos de quilometragem e tempo total, atendendo às restrições de movimentação dos veículos nas ruas da cidade, capacidade dos veículos e tempo de serviço máximo da frota.

As rotas dos veículos podem ser definidas utilizando técnicas não matemáticas ou matemáticas (BRASILEIRO, 2004). As técnicas não matemáticas são denominadas de método empírico. As técnicas matemáticas utilizam algoritmos, e a roteirização pode ser realizada por método manual ou computacional. No método computacional, o algoritmo é integrado a um *software* denominado de roteirizador. Um *software* do tipo roteirizador define a melhor rota, segundo a variável que se quer otimizar – distância ou tempo de viagem.

Outros *softwares*, além de definir a rota, produzem um mapeamento computadorizado e permitem modificar o banco de dados, gerando diferentes rotas e proporcionando a escolha da melhor rota, segundo uma análise dos diversos cenários. Estes *softwares* são denominados de SIG. O SIG utilizado em problemas de transporte é chamado de SIG-T.

3.4.2 Evolução dos sistemas de roteirização

Para Bodin (1990), a mais significativa mudança com relação aos sistemas para roteirização e programação de veículos ocorreu no ambiente computacional. Em sua primeira geração, quando os sistemas de roteirização e programação de veículos eram executados nos chamados *mainframes*, os resultados gerados nem sempre podiam ser conhecidos imediatamente, pois dependiam tanto do tempo de processamento como da sua prioridade na fila de espera para resolução.

Além disso, esses sistemas não apresentavam recursos gráficos e interativos, prejudicando ainda mais o entendimento e a aceitação das soluções por parte dos usuários. Também, não era possível testar alterações manualmente nas soluções obtidas, de modo a atender restrições não consideradas explicitamente nos parâmetros de entrada do modelo, sendo

que alguns destes recursos só vieram a se tornar possíveis e acessíveis com o advento e a evolução dos microcomputadores.

Ainda segundo este autor, esses primeiros sistemas eram limitados, lentos e com muitos procedimentos heurísticos que apresentavam pouca robustez. Enquanto alguns sistemas possuíam razoáveis recursos gráficos e de intervenção manual, outros não possuíam virtualmente nenhum.

Logo depois, surgiram os sistemas auxiliados por computador para roteirização de veículos, que, em vez de fornecer ao usuário uma solução pronta, auxiliavam-no a examinar em menor tempo, diferentes alternativas, permitindo ao usuário (programador ou despachador) preocupar-se com as condicionantes do problema mais difíceis de serem consideradas, e ainda visualizar os impactos econômicos e operacionais decorrentes de alterações manuais.

No entanto, cabia ao usuário propor as melhores alternativas, assim como selecionar a mais adequada. Já na segunda geração, desenvolvida em meados dos anos 80, tais sistemas consideravam um número maior de restrições reais, sendo que alguns já apresentavam recursos gráficos em suas resoluções (GOLDEN e BODIN, 1986).

Nos anos 90 o estrondoso avanço tecnológico, em termos computacionais, associado às intensas pesquisas desenvolvidas na área de pesquisa operacional, foi fundamental tanto ao desenvolvimento de melhores soluções aos PRPV (Problemas de Roteirização e Programação de Veículos) quanto à maior e melhor integração destes sistemas aos demais sistemas de negócios da empresa (compras, vendas, produção etc.).

Neste mesmo período muitos desses sistemas passaram a contar com o apoio da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica permitindo, além de uma perfeita visualização e edição de rotas e paradas em mapas já utilizados pelos motoristas, identificar e geocodificar todos os pontos de atendimento a partir dos próprios endereços dos clientes, bem como armazenar quaisquer tipos de informações referentes aos mesmos. A integração dos SIGs aos modelos de roteirização e programação permitiu a concepção dos chamados Sistemas de Apoio à Decisão Espacial (SADE).

Atualmente, a grande maioria dos roteirizadores disponíveis já apresenta tecnologia baseada nos SADE, ou seja, são dotados de vários recursos computacionais, matemáticos e gráficos que proporcionam plataformas cada vez mais amigáveis, em termos de interface com o usuário; flexíveis, na adequação operacional da empresa; e robustas, na medida em que seus algoritmos resolvem problemas com números de pontos de atendimento (clientes) cada vez maiores, considerando restrições cada vez mais complexas (horários de circulação e atendimento, tamanhos de veículos etc.).

Além disso, o maior uso da internet e a intensificação do comércio eletrônico (*e-commerce*), provocado por avanços na área de comunicação intra e inter-empresarial, tem aquecido o mercado, provocando uma grande revolução tecnológica no sentido de melhoria de relacionamento com o cliente final e consequente obtenção de vantagem competitiva sobre a concorrência.

Recentemente pode ser observada uma tendência de muitos destes roteirizadores se apresentarem disponíveis como parte de um conjunto de sistemas integrados de gestão empresarial (ERPs e os *Supply Chain Software*) que possibilitaria, a partir da própria internet, disponibilizar a clientes finais informações sobre carregamentos, localização de veículos, previsão de horários de chegada, serviços de solicitação automática de pedidos, etc (MELO, 2000).

No Brasil, atualmente são comercializados diversos sistemas de roteirização, sendo a maioria deles ainda desenvolvida no exterior, com heurísticas de solução que geralmente não são disponibilizadas pelos seus desenvolvedores.

3.4.3 Problema de Roteirização de Veículos (PRV)

O problema de roteirização de veículos vem sendo objeto de estudos desde a segunda metade do século passado, no entanto ainda não se conhece uma solução ótima para muitos problemas. Segundo Cunha (2000), alguns dos problemas que dificultam os estudos e, consequentemente, a aplicação das soluções são:

- Falta de conhecimento do problema, o que implica em escolhas erradas (métodos, *software*, etc.).
- Soluções podem variar mesmo para dados e problemas similares e grande número de restrições, dificultando a aplicação de métodos de otimização.

Cunha (2000) apresenta ainda algumas variações do PRV como as propostas por Bodin et al. (1983). Basicamente, o PRV pode ser classificado como um problema de roteirização pura, que compõe uma derivação do Problema do Caixeiro Viajante (PCV) bastante difundido na literatura, e um problema de roteirização e programação (combinados) que envolvem outras variáveis como horário de entrega e/ou coleta, preferência de atendimento, etc. Dependendo do número de variáveis, estes problemas podem apresentar um alto grau de complexidade.

No PRV clássico, consideram-se m clientes espacialmente distribuídos, cada um com uma demanda por produtos. Os produtos são entregues a partir de um depósito por uma frota de veículos homogêneos. Cada veículo realiza um percurso que envolve: sair do depósito, entregar os produtos para um subconjunto de clientes, e retornar ao depósito. A rota de cada veículo deve obedecer a algumas restrições como: a quantidade de produtos entregue não deve exceder a capacidade do veículo e o tempo limite para realizar uma rota não deve ser ultrapassado.

Sendo assim, o PRV tem como objetivo definir as rotas para os veículos otimizando alguma função objetivo (LORENA, 2002). Uma rota compreende um subconjunto de clientes que devem ser atendidos em uma determinada ordem de custo mínimo. Dentre as diversas abordagens na literatura para o PRV, está a de Agrupar-Primeiro e Rotear-Depois (GILLET e MILLER, 1974) que apresenta resultados interessantes (GOLDBARG e LUNA, 2000).

Conforme Goldbarg e Luna (2000), a heurística de Gillet e Miller (1974) procura obter a solução do problema em duas etapas distintas. A primeira serve para agrupar os pontos de demanda (formar o que se chama de *cluster*) conforme algum critério de proximidade, enquanto a segunda etapa define a sequência de atendimento dos clientes agrupados em cada *cluster*.

Como as fases dessa heurística são distintas, elas podem ser implementadas separadamente, gerando assim dois problemas: o de agrupamentos ou *clustering* e o de determinação das rotas. O segundo pode ser visto como um PCV.

Segundo Laporte e Gendreau (2000) o problema de roteirização de veículos consiste em definir roteiros de veículos que minimizem o custo total de atendimento, cada um dos quais iniciando e terminando no depósito ou base dos veículos, assegurando que cada ponto seja visitado exatamente uma vez e a demanda em qualquer rota não exceda a capacidade do veículo que a atende.

Na roteirização urbana, o problema é mais complexo, pois, o sistema viário é mais denso, o número de alternativas de itinerários é muito superior (é possível ir de algum ponto a qualquer outro) e as restrições de circulação são mais severas (restrições de circulação, mão de direção, movimentos permitidos e proibidos, tais como conversões, retornos, etc).

Problemas de roteirização de veículos são, muitas vezes, definidos como problemas de múltiplos caixeiros-viajantes com restrições adicionais de capacidade, além de outras que dependem de cada aplicação. Além disso, são encontrados na literatura problemas de roteirização de natureza mais tática ou estratégica do que operacional, tais como:

1. Problemas de localização de centros de distribuição;
2. Abastecimento e distribuição, nos quais a programação dos atendimentos deve levar em consideração, não só aspectos espaciais e os custos das rotas, como também questões como o nível de estoque mínimo;
3. Programação de atendimento ao cliente e despachos de produtos, nos quais é preciso definir ordem de atendimento;
4. Excessivo número de empresas no setor, o que provoca acirramento da competição e perda de poder de barganha junto aos clientes;
5. “Comoditização” do produto transporte (clientes baseiam-se única e exclusivamente no custo);
6. Má conservação das estradas (danificadas provocam acidentes e mortes, prejudicam as estruturas dos veículos e retardam as viagens);
7. Roubo de cargas;

8. Caminhões com vida útil comprometida continuam circulando pelas estradas, comprometendo a sua capacidade de transporte e o fluxo do tráfego;
9. Carga tributária elevada;
10. Pouca carga de retorno (alteração de rotas em função de solicitação de atendimento, tendo que ser inserida na programação de algum veículo; baixo fator de carga; retorno vazio; aumento do número de viagens);
11. Grande tempo de espera para carga e descarga.

Para o problema de roteirização de veículos, o *software* TransCAD possui um módulo específico que resolve diversos tipos de problemas, atuando na fase preliminar de preparação dos dados, na resolução do problema de roteirização e programação de veículos e na elaboração das rotas, tanto na forma de relatórios quanto na forma gráfica (NETO E LIMA, 2005).

São quatro as etapas necessárias no uso do TransCAD para solucionar o problema com a roteirização de veículos:

- **Preparação da entrada de dados:** criar arquivos geográficos que mostrem as localizações de cada depósito e parada, junto com a informação sobre a demanda e outras características de cada um;
- **Criação da matriz de roteirização:** criar um arquivo matricial (*matrix file*) que contem a distância ou tempo de viagem entre cada parada;
- **Resolução do problema de roteirização de veículos:** desenvolver rotas eficientes de veículos;
- **Apresentação dos resultados:** exposição de relatórios de itinerários e relatórios resumidos e exposição de rotas de veículos com a qual se pode criar um sistema de rotas onde é possível visualizar os resultados no mapa.

3.4.4 Preparação da entrada de dados

Na preparação para a inclusão de dados, é preciso criar arquivos com campos obrigatórios e opcionais que contenham informações dos pontos de partida (depósitos) e de parada de cada rota. Os campos obrigatórios devem ser preenchidos em quaisquer casos para uma

roteirização. Os campos opcionais devem ser preenchidos de acordo com o tipo de restrição que a roteirização irá exigir.

Para o presente estudo, as unidades do Corpo de Bombeiros e os locais de ocorrências de acidentes de trânsito, foram definidos na rede de trabalho do TransCAD por *layers* de pontos. Para cada *layer* são gerados atributos característicos que foram usados no desenvolvimento do estudo de roteirização.

Para o *layer* de pontos representado pelas unidades de atendimento (depósitos), foram configurados atributos característicos, obrigatórios para o problema de roteirização de veículos:

- **ID:** número de identificação dos depósitos (unidades de atendimento) que relaciona dados do mapa (latitude e longitude) com o banco de dados;
- **Open Time:** hora de início do funcionamento dos depósitos (unidades de atendimento);
- **Close Time:** hora de fechamento do funcionamento dos depósitos (unidades de atendimento).

Um quarto campo deve ser acrescentado se a matriz de roteirização a ser criada for baseada na rede de trabalho. A esse campo geralmente é dado o nome de *Node ID*. O *Node ID* é responsável por relacionar o *layer* de ponto do depósito com o nó (*endpoints*) mais próximo da rede de trabalho.

Para o *layer* de parada, representado pelos locais de atendimento às vítimas de acidentes de trânsito, quatro campos são considerados obrigatórios e ainda mais quatro, caso a matriz de roteirização seja baseada na rede trabalho. Os obrigatórios, independentes da matriz, são:

- **ID:** número que identifica as paradas (locais de ocorrências dos AT) e relaciona dados do mapa (latitude e longitude) com o banco de dados;
- **Open Time:** tempo inicial da parada (atendimento à vítima);
- **Close Time:** tempo final da parada (término de atendimento à vítima para sua remoção à unidade hospitalar);

- **Delivery Demand:** demanda por entrega ou demanda por cliente.

Como a matriz de roteirização faz parte da configuração do problema, mais quatro campos se tornam obrigatórios:

- **Node ID:** responsável por relacionar o *layer* de pontos dos locais das ocorrências com os nós (*endpoints*) mais próximos da rede de trabalho;
- **Fixed Time:** tempo fixo para realizar o atendimento ao cliente. Para cada parada (atendimento) é atribuído um tempo fixo;
- **Time per Unit:** tempo por unidade na operação de atendimento e resgate à vítima de AT;
- **Depot Assigned:** designação de unidades de atendimento às paradas (locais de atendimento à vítima).

3.4.5 Caracterização dos Veículos

Para o problema de roteirização de veículos, é necessário o estabelecimento das características dos veículos utilizados. Para isso, se conta com o auxílio de uma tabela, onde são preenchidos alguns itens (Tabela 3.2):

- **Depot ID:** número de identificação da unidade de atendimento no qual o veículo está vinculado;
- **Type:** número atribuído para cada tipo de caracterização de veículo;
- **Capacity:** capacidade máxima que o veículo suporta.
- **Nº vhs:** número de veículos disponível na unidade de atendimento;
- **Cost:** custo operacional do veículo.

Tabela 3.2 – Tipo e características dos veículos.

Tipo	Modelo	Capacidade útil (kg)
1	Sprinter	1000
2	Iveco	1000
3	Ducato	1000

3.4.6 Matriz de Roteirização

O passo seguinte consiste na criação da matriz de roteirização, um arquivo contendo a distância e o tempo de viagem entre cada depósito e uma parada, bem como, entre cada par de paradas. Esse arquivo é a entrada primária para o procedimento de roteirização de veículos e é criado através de uma caixa de diálogo do procedimento de roteirização de veículos, conforme Figura 3.4.

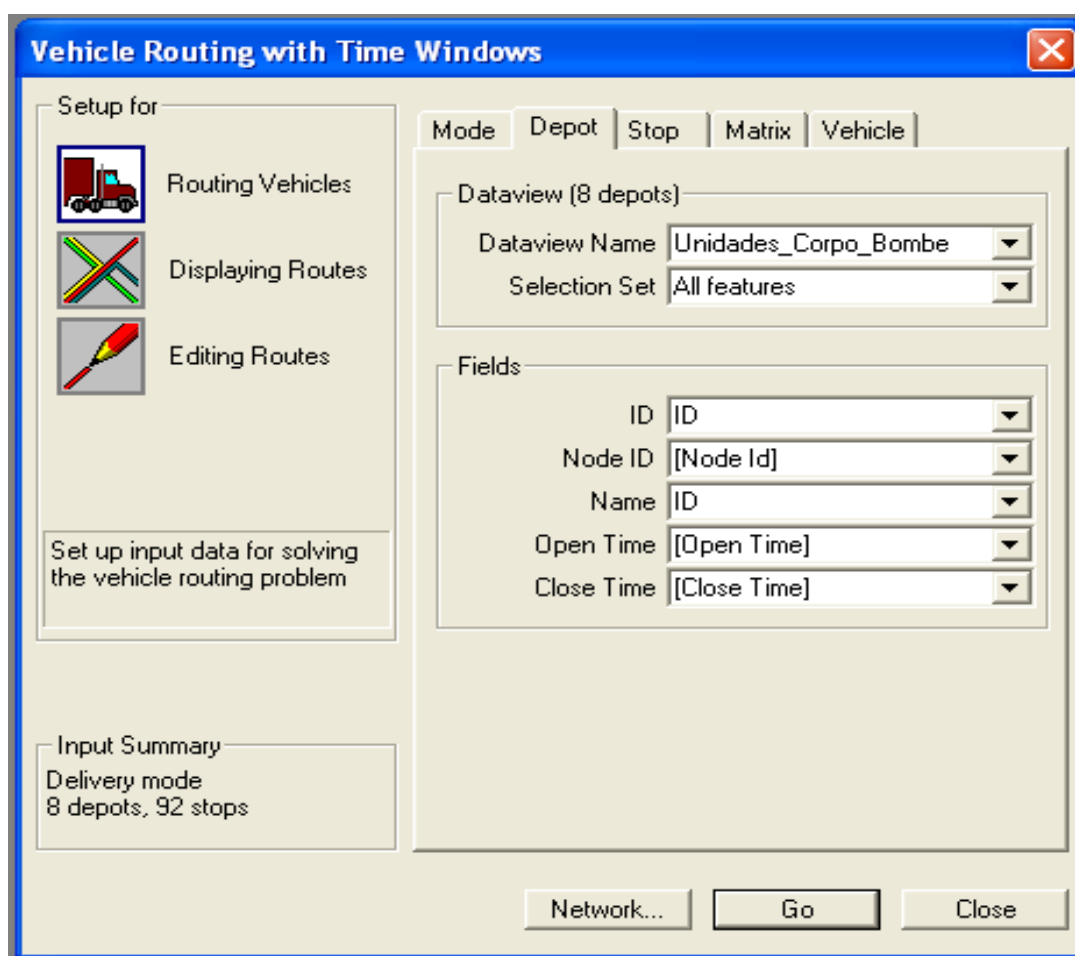


Figura 3.4: Caixa TransCAD – Configuração dos parâmetros de roteirização.

Existem duas formas para que o *software* calcule a distância e os tempos de viagem entre os pontos: utilizando a rede georeferenciada ou usando conexões em linha reta entre os pontos em questão. O método de rede é mais preciso e permite criar um sistema de rotas com o roteamento resultante, mas requer maior preparação de dados. As rotas criadas pela

matriz de roteamento, usando o método de conexões em linha reta entre pontos, não podem ser exibidas como um sistema de rotas sobre um mapa.

A matriz de roteirização segundo o Manual do TransCAD (CALIPER, 2002), pode ser usada repetidas vezes para resolver os problemas de roteirização de veículos como:

- Processamento de roteirização de veículos pra criar rotas usando um subconjunto de paradas e depósitos que aparecem na matriz de roteirização;
- Variação da demanda, capacidades de veículos, janelas de tempo, ou outros parâmetros do problema de roteirização sem recriar a matriz de roteirização.

3.4.7 Resolução do Problema de Roteirização de Veículos

A rotina *Vehicle Routing* desenvolve rotas de veículos e produz relatórios e itinerários. Esta rotina identifica rotas que servem um conjunto de paradas, a partir de um conjunto de depósitos. Para usar a rotina *Vehicle Routing*, deve-se: escolher o conjunto de depósitos onde os veículos iniciam e terminam suas viagens, escolher o conjunto de paradas a ser servidas, identificar a capacidade dos veículos no arquivo de veículos (*vehicle table*) e identificar a demanda de cada parada no arquivo de paradas (*stop layer*). A rotina *Vehicle Routing* produz três arquivos de saída:

- Um arquivo de texto contendo o itinerário de cada veículo.
- Uma tabela contendo a lista de paradas da cada rota. Esta tabela é produzida somente se a matriz de distância foi construída baseada numa rede georeferenciada.
- Um arquivo de resumo da rota contendo informações como: data da geração dos resultados, arquivos de *Input* utilizado, arquivos de *Output* gerados, etc.

Diversas rodadas podem ser feitas, modificando parâmetros de entrada na busca de uma solução ótima para o problema. Por fim, se a matriz de rotas foi criada baseada na rede georeferenciada, a apresentação dos resultados gera um arquivo gráfico que mostra o caminho ótimo atingido no mapa que originou as matrizes para o estudo. Desta forma, atinge-se com o TransCAD o objetivo final na roteirização de veículos.

3.4.8 Classificação dos Problemas de Roteirização de Veículos (CPRV)

Os problemas de roteirização podem ser classificados em três grupos principais: problemas de roteirização pura de veículos (PRV), problemas de programação de veículos e tripulações (PRVT); e problemas combinados de roteirização e programação de veículos (BODIN, et al., 1983).

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

Nesse tipo de problema, existe um conjunto de nós e/ou arcos que devem ser atendidos por uma frota de veículos. O objetivo é definir uma seqüência de locais (a rota) que cada veículo deve seguir a fim de se atingir a minimização do custo de transporte. Entre os problemas de roteirização pura de veículos destacam-se o problema do caixeiro viajante, o do carteiro chinês, o de múltiplos caixeiros viajantes.

Os problemas de programação de veículos e de tripulações podem ser considerados como problemas de roteirização com restrições adicionais relacionadas aos horários em que várias atividades devem ser executadas. Bodin et al. (1983) classificam os problemas desta categoria em dois grupos: programação de veículos e programação de tripulações. Estes dois tipos de problemas são essencialmente semelhantes, embora o problema de programação de tripulações envolva restrições mais complexas como horário de parada para almoço e outros aspectos de natureza trabalhista.

Quando ocorrem aplicações com restrições de janelas de tempo (horário de atendimento) e de precedência de tarefas (coleta deve preceder a entrega e ambas devem estar alocadas ao mesmo veículo), o problema pode ser visto como um problema combinado de roteirização e programação de veículos. O problema de roteirização e programação de veículos com janelas de tempo, PRPVJT, é uma importante variação do PRV.

A maior dificuldade de se encontrar uma classificação apropriada para os PRVs, conforme Pelizaro (2000), está em que critério selecionar como base: nos requisitos do problema ou na técnica de solução proposta.

3.4.9 Variações e condicionantes dos Problemas de Roteirização de Veículos (PRV)

Os PRVs abrangem restrições ou condicionantes que podem estar relacionadas a diferentes fatores, sendo que cada uma destas restrições pode gerar um determinado tipo de problema. Em PRV consideram-se restrições ou condicionantes os entraves que podem gerar incertezas ao se programar rotas, ou até mesmo, inviabilizá-los. Como mostrado no item anterior, existem variações relativas à evolução e necessidade de maior precisão na caracterização dos problemas: janelas de tempo, ou alocação de tripulação em veículos, etc.

Mais importante do que listar as variações conhecidas e discutir suas aplicações, é apresentar uma lógica geral para caracterizar qualquer tipo de problema e variações (Tabela 3.3).

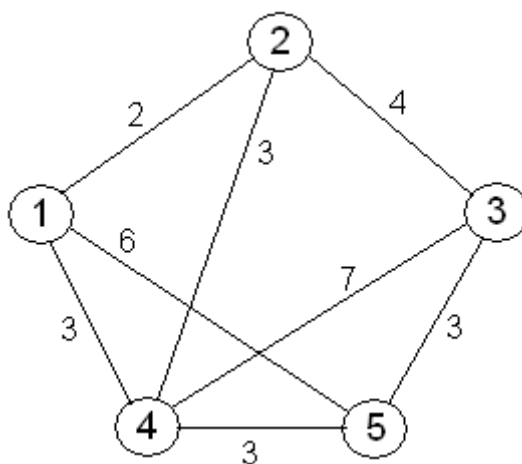
Tabela 3.3 – Caracterização de problemas de roteirização (SOUZA, 1993).

Características	Possibilidades
TAMANHO DA FROTA	- um veículo - múltiplos veículos - a ser determinado no problema
TIPO DA FROTA ESTUDADA	- homogênea - heterogênea - tipos especiais de veículos
DEPÓSITO	- um depósito - múltiplos depósitos
DEMANDA	- determinística - estocástica - satisfação parcial da demanda alocada
TIPO DE REDE	- direcionada - não direcionada - mista - euclideana
LOCALIZAÇÃO DA DEMANDA	- nós - arcos - misto (nós e arcos)
RESTRIÇÕES DE CAPACIDADE DE VEÍCULOS	- imposto todos iguais - não imposto - imposto diferente em rotas distintas
TEMPO OU DISTÂNCIA MÁXIMA	- imposto e igual para todas as rotas - não imposto - imposto e diferente para rotas distintas
OPERAÇÕES	- coleta - entrega - misto (ambos) - entregas fracionadas
CUSTOS	- custos variáveis (km) - custos fixos (aquisição de frota) - custos por não satisfazer a demanda
OBJETIVOS	- minimizar custo total variável - minimizar o total de custos fixos mais variáveis - minimizar tamanho de frota - maximizar a função serviço ou conveniência - maximizar a prioridade do usuário

3.5 O PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE (PCV)

O Problema do Caixeiro Viajante (*Traveling Salesman Problem - TSP*), um clássico exemplo de problema de otimização combinatória (LAPORTE, 1992), também será analisado como forma de contribuir para a instalação de novas unidades de atendimento do Corpo de Bombeiros em Uberlândia. O Problema do caixeiro viajante se caracteriza por,

dado um conjunto de n cidades e uma matriz de distâncias “ $distancias[1..n,1..n]$ ”, fazer com que seja encontrado um caminho que tenha a menor distância a ser percorrida para que sejam visitadas todas as cidades passando exatamente uma única vez em cada cidade e retornando a cidade de origem, conforme ilustra a Figura 3.5.



Fonte: CUNHA et al., 2002

Figura 3.5 – Problema do Caixeiro Viajante.

O problema pertence à categoria NP-difícil, *NP-hard* (em inglês), que o remete para um campo de complexidade exponencial, isto é, o esforço computacional necessário para a sua resolução cresce exponencialmente com o tamanho do problema. Assim, dado que é difícil, se não impossível, determinar a solução ótima desta classe de problemas, os métodos de resolução passam pelas heurísticas e afins que, do ponto de vista matemático, não asseguram a obtenção de uma solução ótima (CUNHA et al., 2002).

Embora tenham sido desenvolvidos bons algoritmos de aproximação para o PCV, o problema continua oferecendo uma grande atração para a aplicação de novos algoritmos, tais como os evolucionários⁵.

Isto deve-se, essencialmente, às seguintes razões:

⁵ Baseados no processo natural de evolução. São geralmente usados para resolver problemas que não se conhece uma solução em tempo polinomial (NP-completos). Os algoritmos evolucionários são baseados em populações de indivíduos que evoluem no decorrer do tempo. Cada indivíduo representa uma solução para o problema tratado. Acessível em: <http://www.marcosalvares.com/?p=863>. Acesso em: 24 dez. 2010.

- A problemática do PCV pode ser entendida facilmente, uma vez que se aproxima dos problemas populares do mundo real;
- O PCV demonstra o caso mais simples dos problemas de requisição que são de grande relevância para a programação de processos industriais;
- Existem vários conjuntos de dados sobre o PCV que estão disponíveis em literatura, de tal forma que os resultados são comparáveis mesmo que o ótimo global não seja ainda definitivamente conhecido;
- Relativamente à complexidade computacional, o PCV, como um problema NP-completo, é conhecido por representar uma larga classe de problemas para os quais não existem algoritmos polinomiais em séries temporais determinísticos.

3.5.1 Formulação gráfica do PCV

No domínio da teoria dos grafos, cada cidade é identificada com um nó (ou vértice) e as rotas que ligam cada par de nós são identificadas como arcos (ou arestas). A cada uma destas linhas estarão associadas as distâncias (ou custos) correspondentes. Desde que seja possível ir diretamente de uma cidade para qualquer outra, o gráfico diz-se completo. Uma viagem que passe por todas as cidades corresponde a um ciclo Hamiltoniano⁶, representado por um conjunto específico de linhas. A distância do ciclo é o somatório das distâncias das linhas presentes no mesmo.

Formalmente, o problema pode ser representado por um grafo $G(V, E)$, com $|V| \geq 3$ e custos $C_{ij}, (i, j) \in E$, referentes a cada uma das arestas. O objetivo, no caso de um grafo completo com n vértices (cidades) é encontrar o melhor circuito entre os $[(n - 1)! / 2]$ possíveis.

⁶ Um ciclo Hamiltoniano, circuito Hamiltoniano, passeio em vértices ou grafo ciclo, é um ciclo que visita cada vértice exatamente uma vez (exceto o vértice que é tanto o início quanto o fim e, portanto, é visitado duas vezes). Um grafo que contém um ciclo Hamiltoniano é chamado de grafo Hamiltoniano. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo_hamiltoniano>. Acesso em: 24 dez. 2010.

Dependendo da importância que poderá ter o sentido das setas (arestas), entre nós (cidades), o PCV pode distinguir-se em simétrico (a mesma distância na ida e na volta entre duas cidades) ou assimétrico (distâncias diferentes) (GUEDES et al., 2005).

a) PCV assimétrico

Dependendo da importância que a direção das arestas que atravessam o grafo possam ter, distingue-se o PCV assimétrico do simétrico. Para formular o PCV assimétrico em m cidades, introduzem-se variáveis zero ou um:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se } i \rightarrow j \text{ existe} \\ 0, & \text{se } i \rightarrow j \text{ não existe} \end{cases} \quad (2)$$

Assim, e dado o fato de que a cada nó do grafo apenas pode corresponder e sair uma seta (Figura 3.6), um obtém uma atribuição clássica do problema. Estas restrições, contudo não são suficientes, uma vez que esta formulação permite a ocorrência de subcircuitos, ou seja, mesmo respeitando as condições impostas, considera-se a formação de aglomerados de cidades sem ligação. Por esta razão, a formulação do problema tem que possuir condições necessárias para remoção de subcircuitos. Assim, o problema é reformulado da seguinte forma:

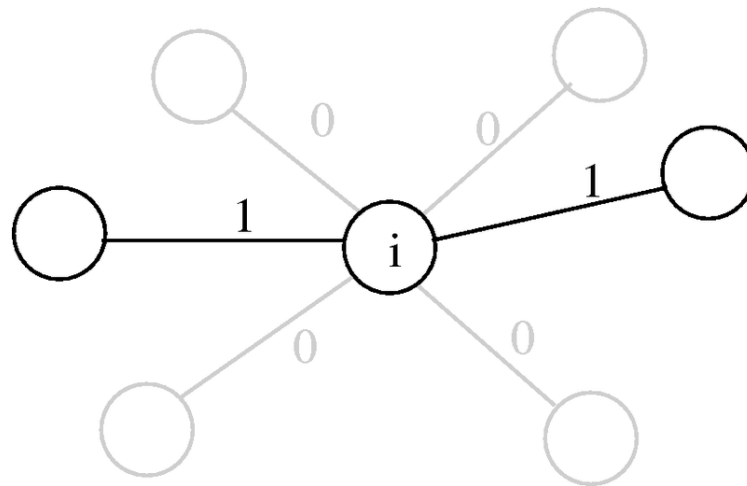
$$\begin{aligned} & \min \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m c_{ij} x_{ij} \\ & \text{talque } \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \quad \text{para } i = 1, \dots, m \\ & \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \quad \text{para } j = 1, \dots, m \\ & \sum_{i \in K} \sum_{j \in K} x_{ij} \leq |K| - 1 \quad \text{para todo } i, j \\ & x_{ij} = 0 \text{ ou } 1 \quad \text{para todo } i, j \end{aligned} \quad (3)$$

Onde:

K é um subconjunto não vazio apropriado das cidades $1, \dots, n$;

O custo c_{ij} pode ser diferente do custo c_{ji} ;

Existem $m(m-1)$ zero-um variáveis.



Fonte: GUEDES et al., 2005

Figura 3.6 – Entrada e saída de uma seta por cada nó.

b) PCV simétrico

Para formular o PCV simétrico, um demonstra que a direção atravessada é imaterial, de modo que $c_{ij} = c_{ji}$. Uma vez que a direção não tem interesse, um pode considerar o grafo onde existe apenas um arco, sem direção, entre todos os pares de nós. Assim, $x_j \in 0, 1$ é a variável de decisão onde j percorre todos os arcos E do grafo, sem direção, e c_j é o custo de percorrer cada um. Para encontrar um circuito neste grafo, um deve selecionar um subconjunto de arcos, tal que todos os nós estejam contidos exatamente em dois dos arcos seleccionados. Assim, o problema pode ser formulado como um problema *2-matching* no grafo G^V com $m(m-1)/2$ zero-um variáveis, isto é, metade do número da formulação anterior.

Tal como no caso assimétrico, os subcircuitos devem ser eliminados através de restrições de eliminação de subcircuitos. O problema pode ser formulado como:

$$\begin{aligned}
 & \min 1/2 \sum_{j=1}^m \sum_{k \in J(j)} c_k x_k & (4) \\
 & s.t. \sum_{k \in J(j)} x_k = 2 & \text{para todo } j = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j \in E(K)} x_j \leq |K| - 1 & \text{para todo } K \subset 1, \dots, m \\
 & x_j = 0 \text{ ou } 1 & \text{para todo } j \in E
 \end{aligned}$$

Onde:

- $J(j)$ é o conjunto de todos os arcos, não direcionados, ligados ao nó j e $E(K)$ é o subconjunto de todos os arcos, não direcionados, que ligam as cidades em qualquer subconjunto K não vazio apropriado de todas as cidades.

O problema simétrico é um caso especial do assimétrico, mas, experiências práticas demonstram que os algoritmos para o problema assimétrico, regra geral, desenvolvem mal no simétrico. Assim, este tipo de problema requer formulações especiais e tratamentos de soluções (HOFFMAN, 200). Segundo Helsgaun (2000), problemas simétricos são, em geral, mais difíceis de serem resolvidos que problemas assimétricos.

3.5.2 Métodos para resolução do PCV

A solução do PCV pode ser determinada por diferentes métodos. Estes, podem ser agrupados em métodos exatos⁷ e heurísticos⁸. Os primeiros têm por base procedimentos *Branch and Bound* (em inglês), isto é, de enumeração implícita em árvore, onde é necessário inserir um limite inferior k , no leque de soluções do problema. Existem limites

⁷ Os métodos exatos buscam encontrar uma forma algorítmica de achar uma solução ótima através da combinação ou busca de todas as soluções possíveis.

⁸ Os métodos heurísticos, ao contrário, normalmente tendem a apresentar certo grau de conhecimento acerca do comportamento do problema, gerando um número muito menor de soluções. Disponíveis em: <http://www-usr.inf.ufsm.br/~andrezc/ia/heuristicas_construtivas.pdf>. Acesso em: 24 dez. 2010.

inferiores triviais, como por exemplo, o elemento mínimo das soluções encontradas. Contudo, estes tipos de métodos demonstram muitas dificuldades quando aplicados a problemas muito complexos, ou seja, um PCV com muitas cidades, uma vez que a árvore de enumeração é muito extensa (CONWAY et al., 2003).

Os métodos heurísticos são procedimentos bastante particulares, o que os torna inflexíveis para a determinação de boas soluções para um outro problema ligeiramente diferente. As heurísticas podem ser agrupadas em métodos de construção de circuitos e métodos de melhorias de circuito.

Existem vários métodos de melhorias baseados na metaheurística do tipo *simulated annealing* e busca tabu. Através de heurísticas de busca, a intenção é a de melhorar a solução inicial criada, mantendo a viabilidade. Nas heurísticas de busca são utilizados movimentos, ou seja, operações que, aplicadas a uma solução, geram uma outra diferente que pode ou não ser viável. Através da aplicação constante destes movimentos, o algoritmo Guia a busca de uma boa solução no espaço de soluções viáveis do problema.

Segundo Laporte et al. (2000), a busca tabu é reconhecida pela eficiência e eficácia no tratamento de problemas de roteirização. Estes autores indicam a busca tabu como a metaheurística com resultados mais promissores na resolução de problemas de roteirização de veículos.

3.5.3 Métodos de Construção de Circuitos para PCV

Nestes métodos, o circuito é construído sequencialmente, isto é, os nós vão sendo inseridos gradualmente, mediante certas condições, sem que exista qualquer modificação posterior à inserção definida pelo processamento do algoritmo. A construção do circuito (roteiro) pode ser elaborada, conforme Laporte (2000), através dos seguintes métodos:

- Vizinho mais próximo, no qual o caixeiro inicia em uma cidade qualquer e então segue para a cidade mais próxima; a partir desta, busca-se a cidade mais próxima ainda não visitada e, assim, sucessivamente, até que todas as cidades sejam visitadas, retornando então à cidade de origem.

- De inserção, nos quais, partindo-se de um roteiro inicial com apenas duas cidades, e considerando todas as demais cidades ainda não incluídas no roteiro, seleciona-se para inserção, no roteiro parcial sendo construído, aquela que atenda um determinado critério; por exemplo, a cidade que proporciona o menor acréscimo de distância total percorrida, ou a cidade mais próxima do roteiro, ou a mais distante, ou ainda aquela que forma o maior ângulo com duas cidades já inseridas no roteiro. Esse procedimento é repetido sucessivamente, com a análise da inserção entre cada par de cidades do roteiro parcial, até que todas as cidades sejam inseridas no roteiro.
- Da cobertura mínima, onde é elaborada uma árvore que contenha todas as cidades, com a finalidade de se encontrar uma árvore de cobertura com a menor soma de distâncias possível.
- Das economias, ou heurística de Clarke e Wright (1964), que consiste no agrupamento sequencial de cidades, com base numa ordem decrescente de economias decorrentes da sua inclusão, isto é, considerando o impacto, da junção do nó no circuito, nas economias agregadas da distância entre nós e da distância de cada um dos nós ao nó inicial (CUNHA, 2002).

O método das economias também é ilustrado por Novaes (2001), porém no contexto do problema de roteirização de veículos, ou seja, um problema de múltiplos caixeiros viajantes com restrições adicionais (duração da rota e/ou capacidade do veículo). Entretanto, esse método pode também ser aplicado ao PCV, conforme demonstrado por Reinelt (1994). Aliás, segundo os testes computacionais realizados pelo autor, o método das economias e suas variantes proporcionaram as melhores soluções para o PCV dentre mais de 36 diferentes procedimentos de construção de roteiros que foram comparados em um abrangente experimento computacional.

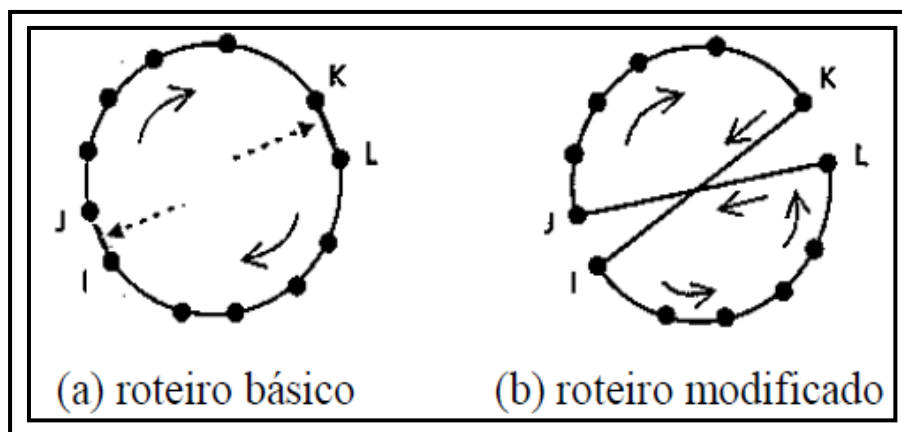
3.5.4 Métodos de Melhoria de Circuitos para PCV

Estes métodos procuram melhorar o circuito obtido através de algum outro método. Para tal, o método mais utilizado, elaborado por Lin e Kernighan em 1973, denomina-se por *k-opt*. Nesta proposta, *k* arcos são substituídos, no circuito, por outros *k* arcos com o objetivo de diminuir a distância total percorrida.

Com a variação do valor k , no método de melhoria k -opt, a heurística de Lin e Kernighan aumentaria a sua eficiência quando comparada com o mesmo método utilizando um valor de k fixo. Desta forma, o método não fica mais simples, contudo passa a ser possível a aplicação do método a problemas mais abrangentes com resultados favoráveis.

Conforme Laporte (1992), quanto maior o valor de k , melhor a precisão do método, porém maior também é o esforço computacional. Na prática, são considerados os métodos 2-opt e 3-opt, isto é, k assumindo os valores 2 ou 3.

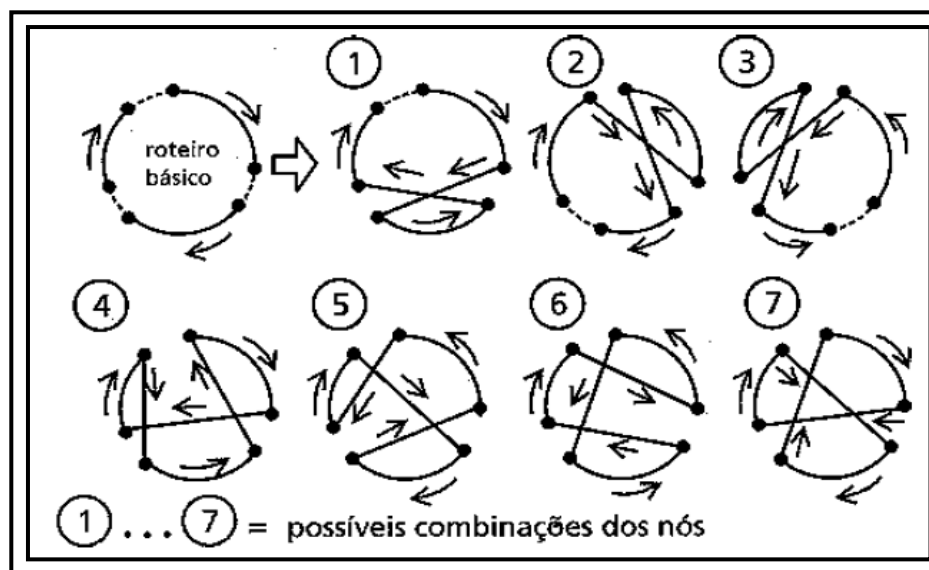
De forma resumida, o método 2-opt testa trocas possíveis entre pares de arcos, refazendo as conexões quando houver uma melhoria no roteiro. O processo termina quando não for possível mais realizar nenhuma troca que resulte em melhoria. Este procedimento possui ordem de complexidade $O(n^2)$. Como pode ocorrer inversão de sentido em parte do roteiro, conforme ilustra a Figura 3.7, pressupõe-se simetria de distâncias.



Fonte: adaptado de Novaes (2001)

Figura 3.7 – Movimento 2-opt.

No caso do 3-opt são considerados três arcos ao invés de dois, a fim de se avaliarem as alterações nas conexões entre os nós, o que resulta em sete possíveis combinações, conforme pode ser visto na Figura 3.8. Destas, apenas quatro combinações (4, 5, 6 e 7) representam trocas entre três arcos; as combinações 1, 2 e 3 correspondem a trocas do tipo 2-opt.



Fonte: adaptado de Novaes (2001)

Figura 3.8 – Alternativas de movimentos 3-opt.

Heslgaun (2000) propôs uma implementação eficiente da heurística de Lin e Kernighan (1973) que considera um procedimento de melhoria do tipo k -opt, porém com o valor de k variável ao longo do processo e não fixo, como nas implementações clássicas descritas anteriormente. Um dos aspectos apontados pelo autor em relação ao método proposto é a dificuldade de implementação computacional. As modificações sugeridas para restringir e direcionar a busca de arcos a serem trocados, não tornaram a implementação mais simples, porém permitem resolver instâncias maiores com resultados muito bons.

Laporte (1992) aponta ainda métodos de melhorias baseados em metaheurísticas⁹ do tipo *simulated annealing* e busca tabu, que também se baseiam em métodos de melhorias do tipo 2-opt ou 3-opt, porém procurando ir além da solução final obtida por alguns desses métodos (que pode corresponder a um ponto de ótimo local).

⁹ Uma metaheurística é um método heurístico (conjunto de regras e métodos que conduzem à descoberta, à invenção e à resolução de problemas) para resolver de forma genérica problemas de otimização. Metaheurísticas são geralmente aplicadas a problemas que não se conhece algoritmo eficiente. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Meta-heur%C3%ADstica>>. Acesso em: 26 dez. 2010.

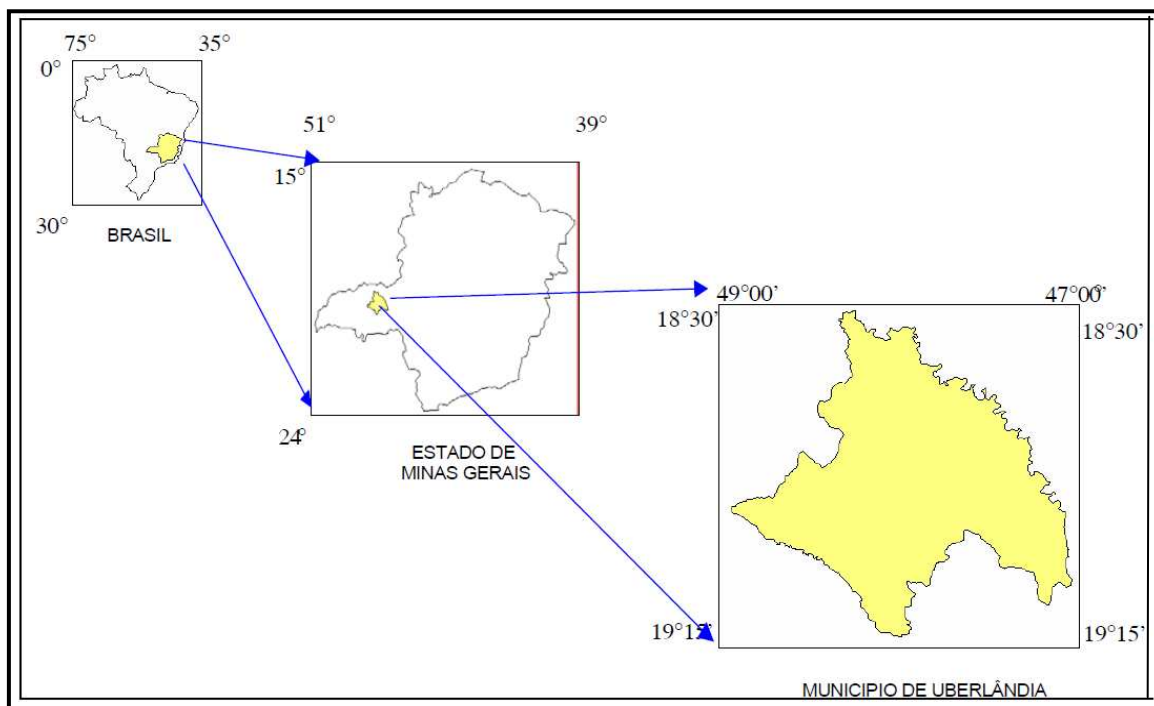
CAPÍTULO 4

ESTUDO DE CASO

Este estudo se originou da problemática que envolve o trânsito urbano de Uberlândia e suas graves consequências, principalmente, os acidentes com vítima. O objetivo é realizar estudo de localização ótima de unidades de atendimento do Corpo de Bombeiros; definir rotas preferenciais para o atendimento às vítimas envolvidas em acidentes de trânsito; apresentar alternativa operacional para redução do tempo gasto no deslocamento para o Atendimento Pré-Hospitalar (APH); realizar um diagnóstico dos fatores mais críticos como dia, semana, mês e locais de maiores índices de acidentes de trânsito com vítima no ano de 2007.

4.1 CARACTERIZANDO A ÁREA DE ESTUDO

Uberlândia é uma cidade localizada no Sudoeste do Estado de Minas Gerais, na região do Triângulo Mineiro, distando 550 km da capital, Belo Horizonte. O município possui uma área de 4.115,82 km². Deste total, a área urbana corresponde a 219 km² e a rural 3.896,82 km². A cidade de Uberlândia está localizada na latitude de 18° 55' 23" Sul e longitude de 48° 17' 19" Oeste. A Figura 4.1 mostra a localização do município, conforme Atehortua (2004).



Fonte: ATEHORTUA, (2004).

Figura 4.1 – Localização do município de Uberlândia.

Considerada uma cidade de porte médio, com uma população de 600.285 habitantes, segundo dados do censo 2010 do IBGE, Uberlândia é o terceiro município mineiro em termos populacionais, atrás de Belo Horizonte e Contagem, e o primeiro na região do Triângulo Mineiro e, por esse motivo apresenta características de capital regional. Economicamente falando, é a segunda maior do interior do Brasil, atrás apenas de Campinas. O crescimento populacional deve-se às suas atratividades econômicas, à infraestrutura, à mecanização do campo, impulsionados, segundo Guerra (1997), pela imagem de progresso e busca da modernidade difundida por políticos e promotores da imagem local.

Com uma posição geográfica privilegiada, além de contar com sistemas de comunicações com os principais centros urbanos do Sudeste e do Centro Oeste, Uberlândia apresenta-se como entroncamento aéreo-rodoferroviário, o que lhe confere condição de destaque na economia regional e nacional, sendo um dos principais pólos atacadistas da América Latina. O município possui uma malha viária urbana de aproximadamente 2.300 km e, de acordo com dados do Departamento de Trânsito de Minas Gerais (DETRAN-MG, 2010),

uma frota de 310.585 mil veículos motorizados, uma média de 1,93 hab./veíc. A média nacional, conforme dados também do Denatran, está em torno de 3,2 hab./veíc.

Como todo município de porte médio, Uberlândia apresenta características semelhantes à maioria dos municípios brasileiros de mesmo porte, ou seja, crescimento sem o devido planejamento, aumento da frota de veículos, congestionamento de suas principais vias de tráfego. O espaço urbano do município sofreu significativas transformações nos últimos 30 anos (SOARES e RAMIRES, 1993, apud CARRARA, 2007). Estas transformações ocorreram em função do crescimento populacional, principalmente nas décadas de 1970 e 1980, e do desenvolvimento econômico. Estes fatores provocaram o adensamento das áreas urbanas, expandindo as periferias e verticalizando a região central.

O crescimento da malha rodoviária ligando o Centro-Oeste ao Centro-Sul e a construção de Brasília na segunda metade dos anos de 1950, levou Uberlândia a registrar um crescimento populacional e econômico com substancial aumento da infra-estrutura básica, bem como fábricas, lojas e empresas de serviços. Estes aspectos intensificaram as contradições nas formas de ocupação do solo urbano, como por exemplo, a expansão das áreas de subúrbios, a densificação do núcleo central, provocando, assim, o aparecimento dos problemas de engenharia de tráfego.

A transferência da Capital Federal para o interior despertou o interesse dos políticos do Triângulo Mineiro que aí viram uma grande oportunidade de desenvolvimento. A corrida desenvolvimentista ocorrida em Uberlândia trouxe consigo uma grande mudança na escala de ocupação e uso do solo e, conseqüentemente, uma grande demanda por infra-estrutura, nem sempre disponível no momento em que era requerida (MESQUITA e SILVA, 2006).

Conforme estes autores, as décadas de intenso processo de urbanização e das grandes intervenções de transportes também foram contemporâneas de grande insatisfação da população pela precariedade de infra-estrutura e alto custo de vida. As relações econômicas e políticas que permeiam o binômio cidade-transporte têm consequências diretas sobre a vida das populações e dos modelos de produção do espaço urbano.

No final da década de 1980, Uberlândia já apresentava problemas de grande concentração na área central nos aspectos demográficos e em termos de localização de atividades econômicas, provocando congestionamentos de trânsito e gerando externalidades negativas como poluição ambiental (sonora e do ar). Com o crescimento do volume de tráfego na área central, houve comprometimento da velocidade operacional dos veículos, principalmente, do transporte coletivo por ônibus.

Os problemas advindos deste processo de crescimento têm-se intensificado e os índices de ocorrências de acidentes de trânsito se mostram cada vez mais altos. De acordo com Mesquita e Silva (2006), as intervenções de combate a essa epidemia foram constantemente pontuais e pouco eficazes, por não enfocarem o problema da segurança no trânsito de forma sistemática e que envolvessem ações de planejamento e engenharia de tráfego, medidas de fiscalização, esforço legal e ações de educação.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS AT

Para analisar a distribuição dos AT ocorridos na área urbana de Uberlândia, no ano de 2007, conhecer as suas características, evolução da frota, distribuição espacial, perfil dos envolvidos, meses de maior incidência, bem como suas relações com o tempo e o horário, foram escolhidas algumas variáveis constantes nas planilhas de levantamento de dados de AT, as quais se utilizaram da técnica de agrupamento dos dados disponíveis.

A partir do banco de dados do Corpo de Bombeiros, realizou-se uma tabulação de todos os acidentes de trânsito com vítima ocorridos nesta cidade, no ano analisado. Uma das informações geradas mediante a análise do banco de dados foi o elevado número de AT com vítima neste município. Conforme os dados apresentados foram registrados 3.433 resgates (**Anexo C**). O modelo de Relatório de Atendimento Pré-hospitalar do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais é apresentado no **Anexo D**.

Reconhecendo-se a gravidade dos AT no Brasil e no mundo e a necessidade de se efetuar o transporte de vítimas com o menor tempo de resposta, este estudo analisa os 3.433 acidentes com vítima ocorridos no ano de 2007, com base nas informações geradas pelo banco de dados do Corpo de Bombeiros, essencialmente as variáveis, a saber:

- Para a espacialização dos AT, foi escolhida a variável bairros com o maior índice de ocorrências. Com base na distribuição espacial dos AT, será sugerida a necessidade da instalação de novas UA do Corpo de Bombeiros;
- Para o perfil dos envolvidos nos AT, foi selecionada a variável idade. Esta classificação é adotada pelo Corpo de Bombeiros em seus relatórios;
- Para a distribuição temporal dos acidentes registrados, foram consideradas as faixas horárias compreendidas entre: 00:00 às 06:00 h; 06:00 às 12:00 h; 12:00 às 18:00 h; 18:00 h a 00:00 h. Também foram considerados os meses do ano, as semanas do ano, os dias das semanas, os quais serviram de base para as representações gráficas, a fim de realizar a análise comparativa.

4.2.1 Distribuição espacial dos AT

Para a análise da distribuição espacial dos acidentes de trânsito ocorridos em 2007, na área urbana de Uberlândia, selecionaram-se os bairros com o maior índice de ocorrências. Além da localização dos bairros mais críticos, o estudo permitiu evidenciar que houve um espalhamento das ocorrências fora da área central, distribuídas por quase todos os setores da cidade, conforme mostra a Figura 4.2.

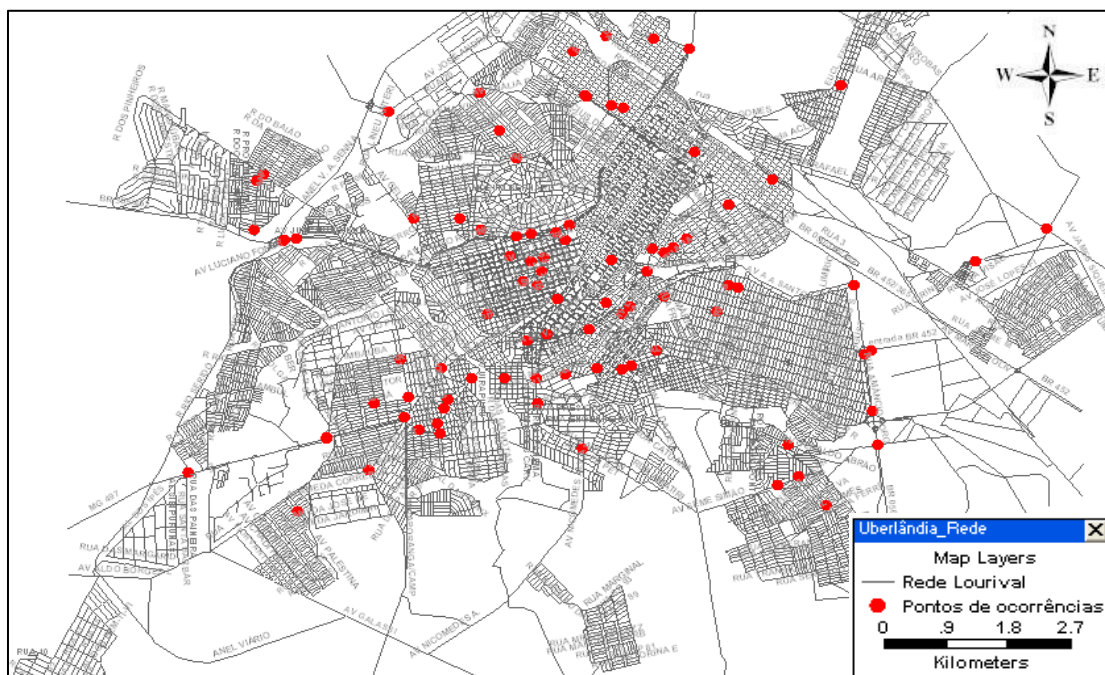
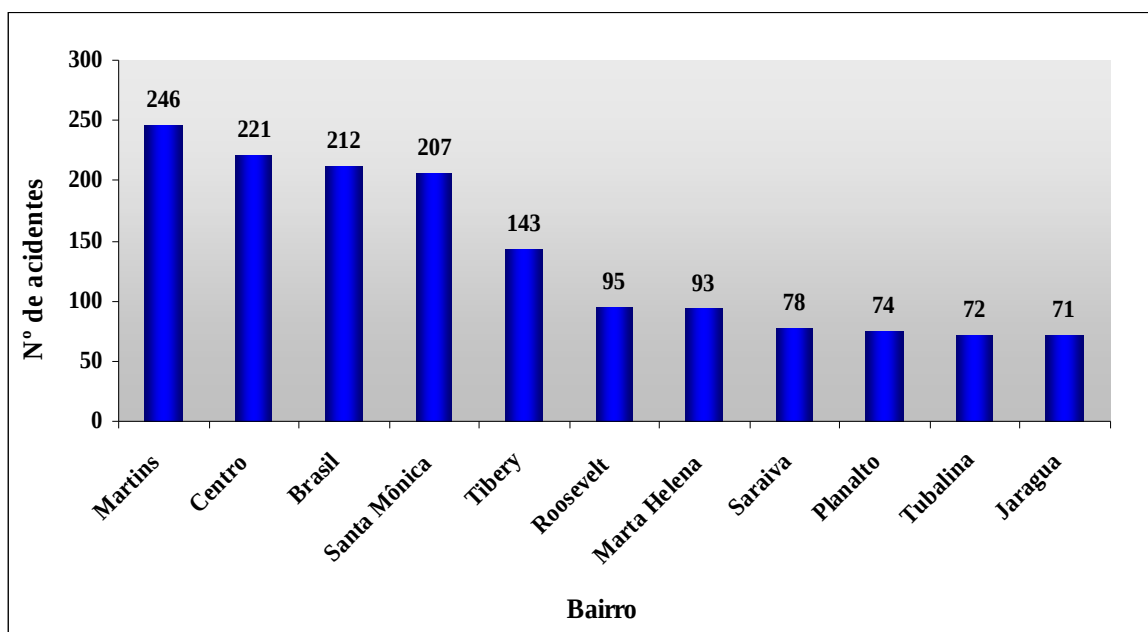


Figura 4.2: Rede viária com locais dos acidentes de trânsito, 2007.

De acordo com os dados, o bairro Martins apresentou o maior número de acidentes de trânsito, no período analisado, com um total de 246, o que representa 7,35% do total. A região central vem em segundo lugar, com 221 acidentes, uma média de 6,61%. O bairro Brasil, na região Leste, também registrou um elevado número de acidentes, com um total de 212 ocorrências, uma média de 6,17%. Os bairros Planalto, Tubalina e Jaraguá são os mais críticos na região Sudoeste de Uberlândia, com 217 acidentes, representando 6,5% do total de sinistros ocorridos, conforme pode ser observado na Figura 4.3.



Fonte: 5º Batalhão de Bombeiros Militar

Figura 4.3: Uberlândia - Número de acidentes de trânsito por bairro, 2007.

As regiões dos bairros Martins, Brasil, Santa Mônica e Centro, que apresentaram os maiores índices de acidentes de trânsito, conforme mostrado na Figura 4.3, possuem características diferenciadas umas das outras. De acordo com dados da Prefeitura de Uberlândia, o bairro Santa Mônica possuía, em 2007, a maior população das regiões mencionadas, com um total de 33.735 habitantes, o que dá uma média de 6,15 acidentes de trânsito por cada grupo de 1.000 pessoas. O bairro Martins, com o maior número de ocorrências e uma população de 11.243 habitantes, registrou média de 21,88 AT por cada grupo de 1.000 pessoas. A região central, por sua vez, com população de 8.546 habitantes, registrou média de 25,87 AT por cada grupo de 1.000 pessoas.

Algumas ponderações devem ser feitas a respeito dessas regiões. Como se pode observar, o bairro Martins, mesmo com uma população inferior à do bairro Santa Mônica, apresentou maior número de acidentes de trânsito. Isso ocorreu, conforme avaliação de técnicos da Prefeitura, porque o bairro Martins passou a ser uma opção de melhor trafegabilidade aos usuários com destino às regiões central, norte e oeste, por apresentar menor fluxo de veículos, levando alguns condutores a cometer imprudência, como excesso de velocidade. Outro ponto a ser considerado, é que a maioria dos cruzamentos não possuía semáforo e a sinalização horizontal era falha.

Devido os altos índices de AT na região, a Prefeitura fez intervenções, instalou semáforos e radares, ampliou e melhorou a sinalização horizontal, o que reduziu a velocidade dos veículos. Com as intervenções, o número de AT no local diminuiu em 10%, comparando-se os dados de 2009 com os de 2007. Com relação ao chamado hipercentro, o elevado número de acidentes de trânsito, segundo os técnicos da Prefeitura, ocorreu, principalmente, devido o intenso fluxo de veículos (motos, carros, ônibus) e pessoas, aliado à imprudência de condutores e pedestres.

4.2.2 Perfil dos envolvidos nos AT

Para se conhecer o perfil dos envolvidos, foram realizados e selecionados os cruzamentos dos dados das variáveis dos grupos das faixas etárias no ano analisado.

Os cruzamentos dos dados referentes às faixas etárias confirmam que houve predominância do grupo de 18 a 29 anos, com um total de 1.813 envolvidos (Tabela 4.1), representando uma média de 52,81% das vítimas de acidentes de trânsito em 2007 na cidade de Uberlândia. É possível que este fato esteja relacionado à dificuldade dos jovens em detectar e prever a possibilidade de conflitos no trânsito e pelo excesso de autoconfiança que os fazem correr mais riscos na condução de veículos. Já para a faixa etária acima dos 30 anos observa-se uma redução de 24% no número de envolvidos em AT.

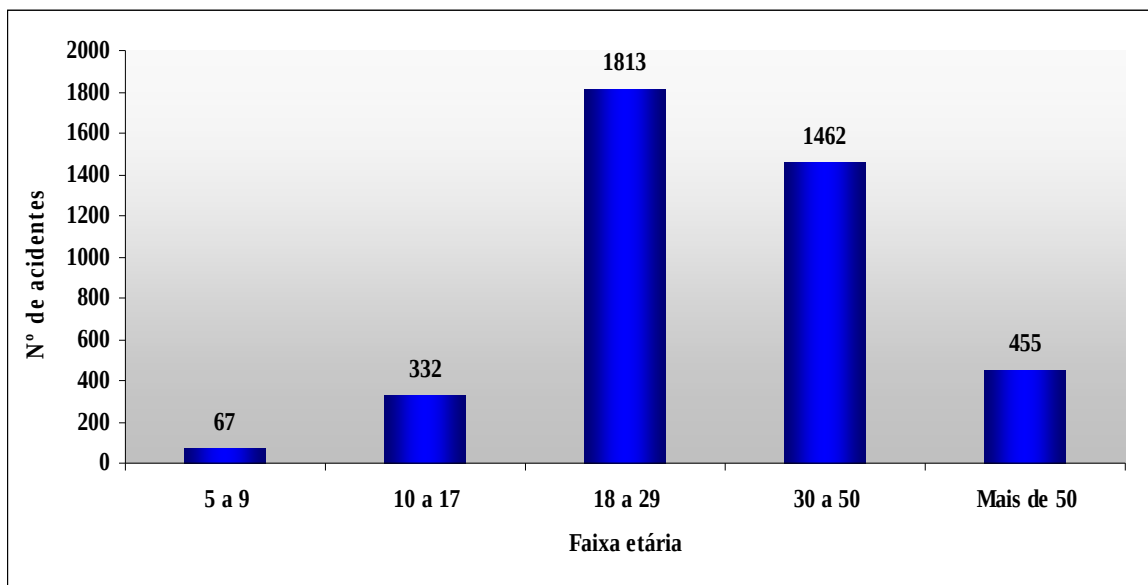
Tabela 4.1 – Faixas etárias das vítimas de acidentes de trânsito em Uberlândia, em 2007.

Vítimas envolvidas nos Acidentes de Trânsito – 2007	
Faixa etária (anos)	Nº de vítimas
05 a 09	67
10 a 17	332
18 a 29	1.813
30 a 50	1.462
Mais de 50	455
Total	4.129

Sobre os números absolutos dos acidentes registrados, referentes aos grupos de idade dos envolvidos, no ano de 2007, observa-se que os mais jovens (18 a 29 anos) estão cada vez mais participando dos AT na cidade, o que evidencia, também nesta questão, a precocidade das atividades sociais, levando a deslocamentos viários anteriormente não realizados.

Dessa forma, mais transeuntes levam ao aumento do fluxo de pessoas e veículos que adentram as diversas áreas da cidade nos setores mais atrativos, repercutindo, intensivamente, na ocorrência dos acidentes de trânsito (BERNARDINO, 2007).

Assim, constatou-se que a fatalidade num evento decorrente de AT não é verificada somente numa determinada faixa etária (Figura 4.4). Esta análise pode ser dada à existência de problemas gerais que provocam acidentes a qualquer hora do dia, além de qualquer indivíduo que não utilize das normas indicativas para a segurança poder estar vulnerável e participar em quaisquer uns desses eventos.



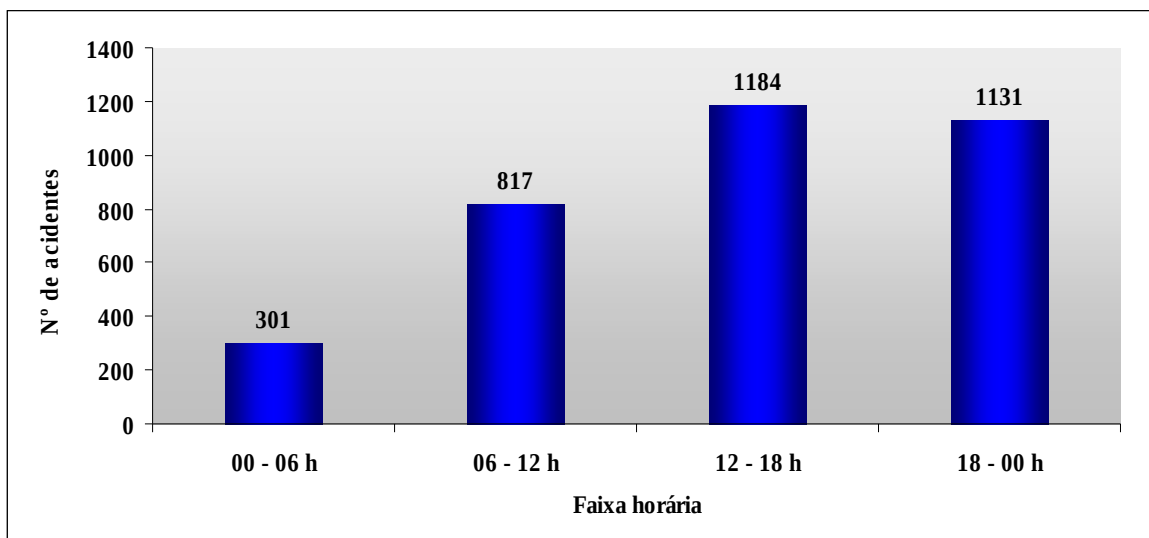
Fonte: 5º Batalhão de Bombeiros Militar

Figura 4.4: Uberlândia – Acidentes de trânsito por faixa etária, 2007.

4.2.3 Distribuição temporal dos AT: faixa horária, meses do ano, dias da semana

Para a análise da distribuição temporal dos AT foram selecionadas as variáveis de faixas horárias relacionadas aos dias da semana, quais sejam: domingos, segundas, terças, quartas, quintas, sextas-feiras e sábados, além de detalhar os meses do ano, as semanas e os dias da semana, visando uma análise mais minuciosa sobre a distribuição dos acidentes.

A distribuição horária dos AT registrados no ano de 2007 pode ser observada na Figura 4.5, em que o maior número de acidentes com vítimas no período analisado aconteceu entre as 12 e 18 horas, com 1.184 ocorrências, uma média de 34,48%. Essa faixa horária é uma das responsáveis pelo maior fluxo de veículos e pedestres em movimento na área urbana, os quais se aglomeram, vez por outra, nos setores atrativos e centros comerciais, onde os transeuntes se encontram quando em suas atividades diárias, o que explicaria o maior número de acidentes com vítimas.



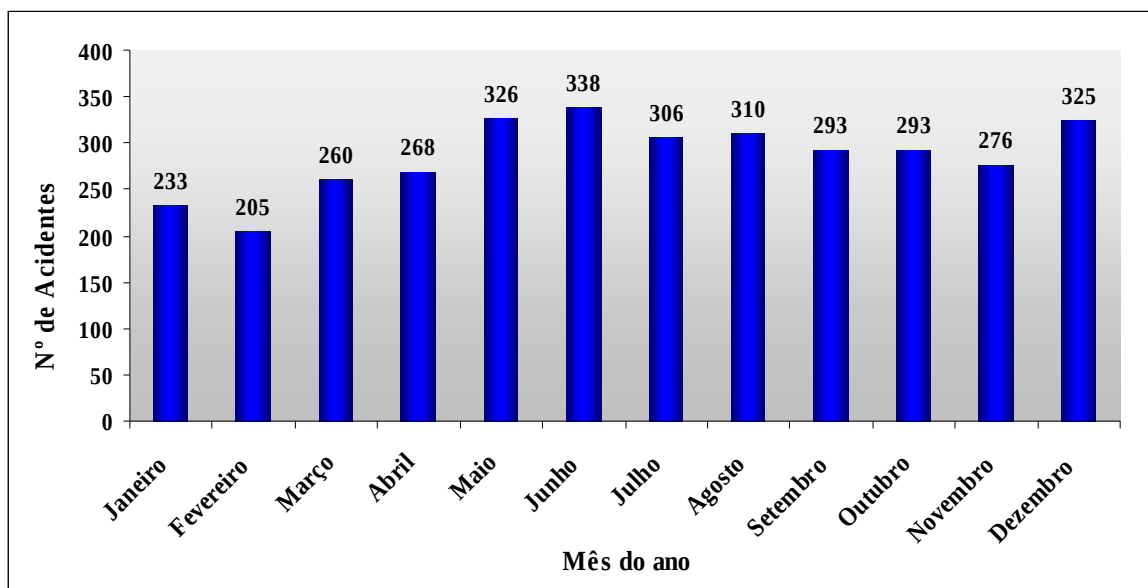
Fonte: 5º Batalhão de Bombeiros Militar

Figura 4.5: Uberlândia – Número de acidentes de trânsito por faixa horária, 2007.

Sobre a distribuição dos acidentes de trânsito, por mês para o ano de 2007, observa-se que a proporção de casos em relação ao total se comporta de forma heterogênea, com uma média de aproximadamente 286,08 acidentes ao mês. Em relação aos meses de maior incidência de AT com vítima, constatou-se que os mais críticos foram: junho, com 338 acidentes, ou seja, 9,84%; maio, com 326, média de 9,49%; dezembro, com 325, representando 9,46%; agosto, com 310, média de 9,03%; julho, que registrou 306 acidentes com vítimas, representando 8,91% dos casos.

Outro fato observado é o aumento dos acidentes de trânsito nos meses de junho e dezembro, ficando o mês de junho com um registro de 0,96% a mais em relação às ocorrências do mês de dezembro, em números absolutos.

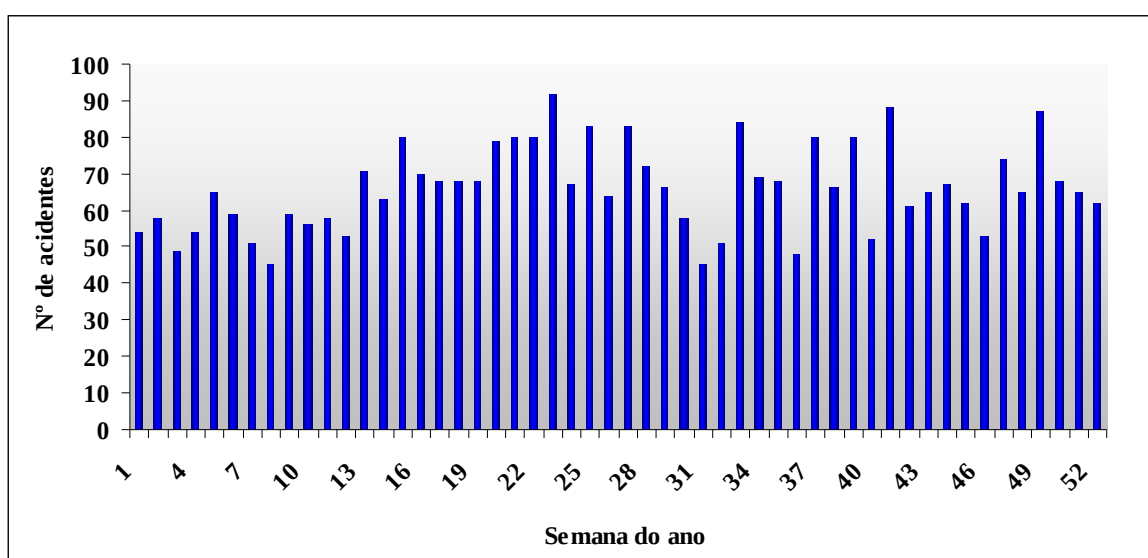
Levando-se em consideração que a população da cidade aumenta a uma média de 3% ao ano e sua frota de veículos cresce a um percentual médio de 4,5%, é possível observar a tendência natural do aumento no número de acidentes sem vítimas e com vítimas (fatais ou não). A Figura 4.6 ilustra a distribuição dos acidentes com vítimas ao longo do ano de 2007, de acordo com os boletins de ocorrências do Corpo de Bombeiros.



Fonte: 5º Batalhão de Bombeiros Militar

Figura 4.6: Uberlândia – Acidentes de trânsito ao longo do ano, 2007.

Em se tratando da distribuição dos AT por semana e comparando-os ao longo do ano analisado, a análise dos dados permitiu constatar que os acidentes com vítima em Uberlândia no ano de 2007, ocorreram com maior intensidade na vigésima terceira semana deste ano, compreendendo os dias três a nove de junho. Nesta semana, foram registradas 92 ocorrências, com uma média de 2,68% dos acidentes do período, conforme se pode verificar na Figura 4.7.



Fonte: 5º Batalhão de Bombeiros Militar

Figura 4.7: Uberlândia – Acidentes de trânsito por semana, 2007.

A distribuição dos acidentes de trânsito com vítima ocorridos em Uberlândia por mês para o ano de 2007 (Tabela 4.2), relacionados com o dia da semana com o maior número de ocorrências, demonstrou os dias de sábado, para os meses de junho, setembro e dezembro, com os maiores números registrados: 67, 64, 61 respectivamente. Na sexta-feira, houve maior incidência de acidentes nos meses de agosto e novembro, com um total de 63 e 50 ocorrências. Na quinta-feira, os meses de dezembro e maio. Na quarta-feira, os meses de maio, março e outubro. Na terça-feira, os meses de maio e julho. A segunda-feira teve o maior número de acidentes de trânsito com vítima nos meses de julho, abril e novembro. O domingo registrou o maior número de ocorrências nos meses de dezembro e junho.

Tabela 4.2 – Distribuição de acidentes por mês para todos os dias da semana, 2007.

Mês	Dia da Semana							Total
	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	
Janeiro	34	33	27	33	28	39	39	233
Fevereiro	27	24	28	29	36	31	30	205
Março	35	26	31	52	37	43	36	260
Abril	43	52	35	28	35	32	43	268
Maio	42	39	49	58	45	45	48	326
Junho	52	43	33	49	45	49	67	338
Julho	48	56	47	25	41	37	52	306
Agosto	40	35	36	39	43	63	54	310
Setembro	43	38	41	43	31	33	64	293
Outubro	39	46	40	49	43	31	45	293
Novembro	24	51	32	31	45	50	43	276
Dezembro	54	53	32	35	57	33	61	325
Total	481	496	431	471	486	486	582	3.433

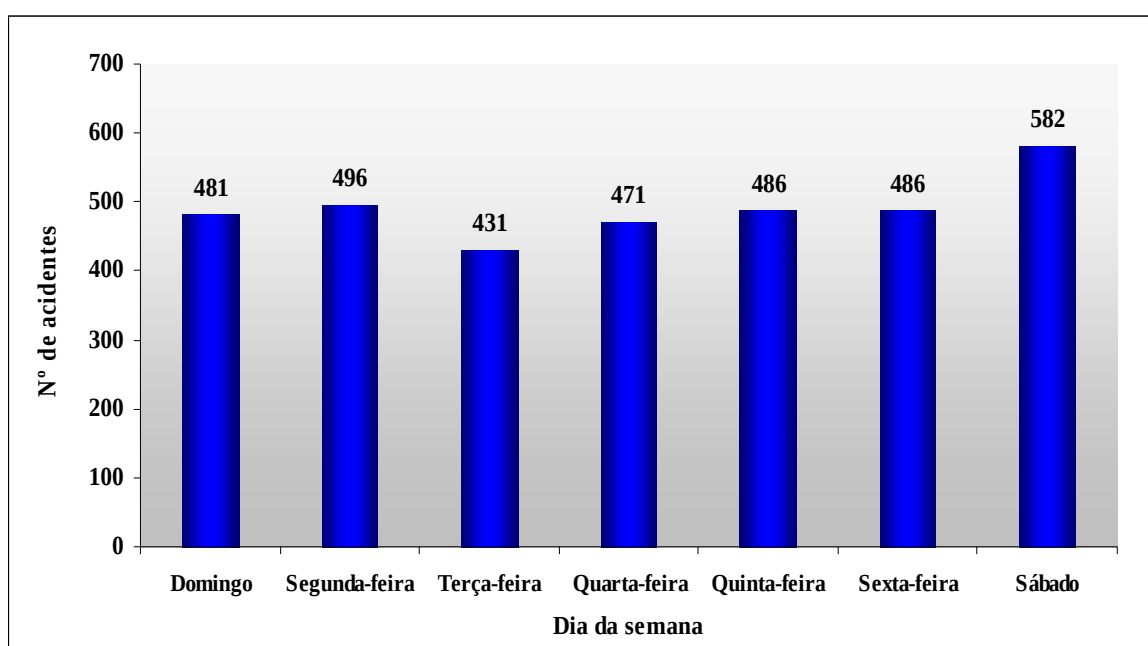
Fonte: 5º Batalhão de Bombeiros Militar

xx = número maior de acidentes por dia da semana

A partir das variáveis relacionadas à distribuição temporal, analisadas sobre os dias da semana em que ocorreram os AT com maior número de registros, foi verificado que o maior índice de acidentes do dia da semana por mês, no período analisado, foi o sábado (Figura 4.8), com 582 ocorrências, uma média de 16,95% dos acidentes. Logo após, vem a segunda-feira, com 496 resgates, uma média de 14,15% dos acidentes. Nos demais dias, os

acidentes distribuem-se de maneira idêntica, com exceção da terça-feira, que registrou o menor número de ocorrências no período, com 431 acidentes, média de 12,55%.

As análises demonstram que os finais de semana, notadamente, o sábado, registram os maiores índices referentes às ocorrências de trânsito. Neste sentido, reserva-se a justificativa de lazer, aliada ao consumo de bebidas alcoólicas e número diferenciado de pessoas no trânsito, buscando o entretenimento sem grandes compromissos e responsabilidades de pesos maiores, entre outras consequências (BERNARDINO, 2007).



Fonte: 5º Batalhão de Bombeiros Militar

Figura 4.8: Uberlândia – Número de acidentes de trânsito por dia da semana, 2007.

4.3 LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES

Os problemas de localização podem referir-se a uma instalação única, quando há apenas um fator dominante para que se defina a localização; ou a uma instalação múltipla, quando há mais de um fator para ser levado em consideração na tomada de decisão. Para isso, devem ser adotados procedimentos de otimização, simulação e métodos heurísticos (BALLOU, 2006).

Neste contexto, os problemas de localização envolvem escolher o melhor local para novas instalações (*new facilities*) dentro de um conjunto de locais candidatos, ou seja, deve-se considerar tanto um conjunto de clientes e suas respectivas demandas, quanto um conjunto de locais que se elege como candidatos potenciais e suas ofertas.

A instalação de novas unidades de resgate é de natureza dinâmica, sendo fundamental conhecer os problemas de localização e suas características para uma intervenção eficaz no atendimento e remoção do acidentado. O sistema de unidades de resgate é caracterizado pela utilização de veículos com o mínimo de equipamentos para atendimento à vítima de acidente de trânsito. A distribuição espacial de UA é essencial no APH, principalmente, considerando-se que o tempo de deslocamento até o local do sinistro deve ser o menor possível.

Na Figura 4.9 é possível observar as instalações existentes e os locais de instalações candidatas do Corpo de Bombeiros.

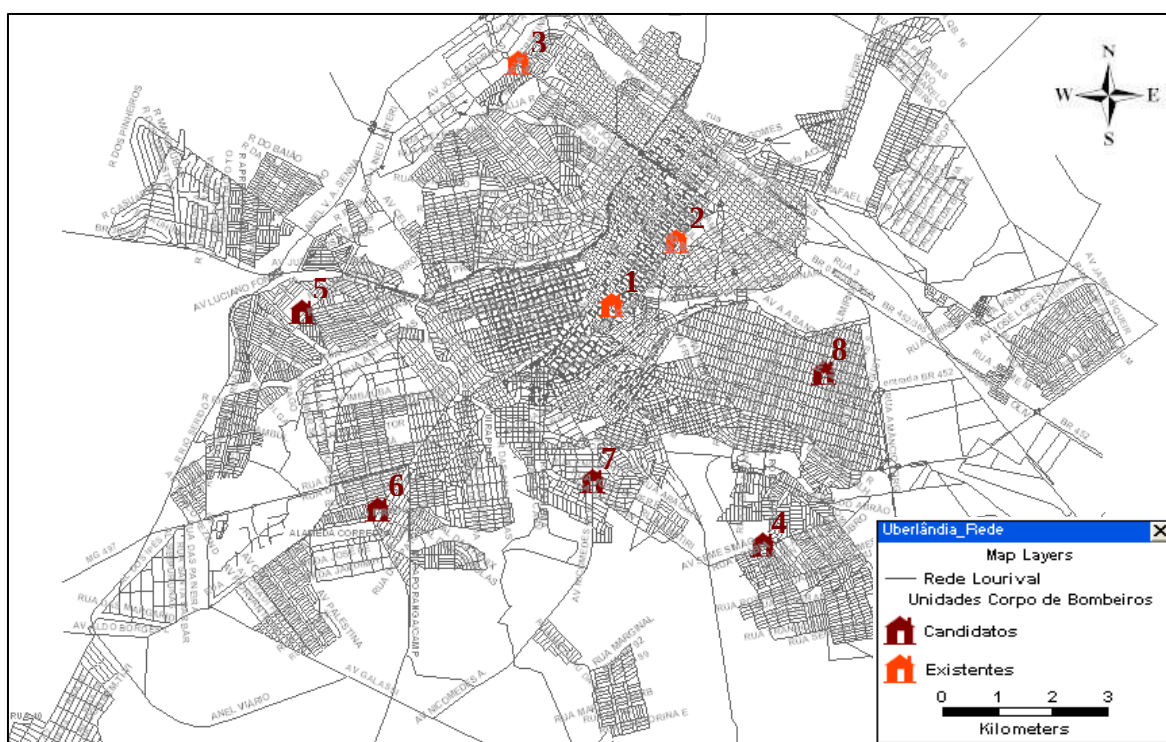


Figura 4.9 – Unidades de bombeiros existentes e locais candidatos.

As unidades existentes se localizam nos seguintes endereços: 1: Rua Ituiutaba x Av. Floriano Peixoto; 2: Av. Rondon Pacheco x Rua Paraná; Av. Antônio Thomaz Ferreira de Rezende, 3210. As instalações candidatas são apresentadas nos seguintes locais: 4: Av. Seme Simão x Av. Continental; 5: Av. dos Eucaliptos entre as ruas Jorge Zacharias e Gabriela Freitas; 6: Av. Getúlio Vargas x Rua do Médico; 7: Av. Nicomedes Alves dos Santos x Rua Odilon Guarato; 8: Av. Segismundo Pereira x ruas João Balbino e Arlindo Gomes Rodrigues. A escolha dos locais candidatos levou em consideração a disponibilidade de áreas, maior facilidade de deslocamentos, proximidade das unidades públicas de saúde, melhor espacialização com a consequente redução do tempo de resposta às vítimas de acidentes de trânsito.

A localização de instalações é quase sempre determinada por um fator fundamental. No entanto, há casos em que a localização de serviços e a facilidade de acesso ao local podem revelar-se como o principal fator usado para determinar-se a escolha do melhor local (BALLOU, 2006). Podem existir diversos outros elementos influenciadores na tomada de decisão, tais como a proximidade da concorrência, perfil do cliente, padrões de circulação dos clientes (rotas com maior probabilidade de serem usadas pelos clientes).

As decisões que buscam a localização do ponto de vista estratégico envolvem basicamente a determinação do número, do local específico e do tamanho das instalações a serem adotadas. No caso da localização de Unidades de Atendimento de resgate, o fator principal baseia-se no socorro às vítimas de AT no menor espaço de tempo.

A Figura 4.10 mostra as unidades que foram selecionadas pelo programa dentre as candidatas, de acordo com o critério do tempo de resposta para o atendimento pré-hospitalar.

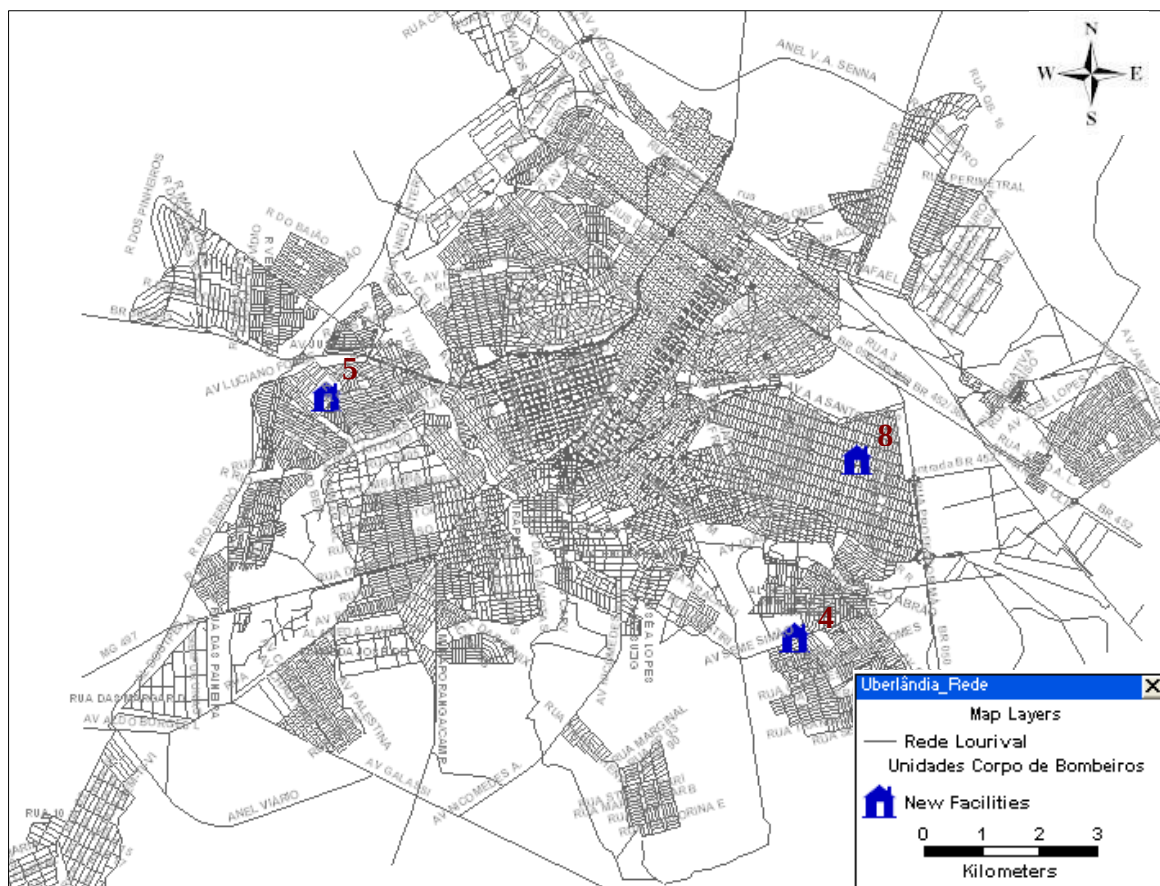


Figura 4.10: Unidades selecionadas pelo TransCAD.

As três unidades selecionadas pelo programa, entre as cinco candidatas apresentadas, situam-se nos seguintes locais: 4: Av. Seme Simão x Av. Continental; 5: Av. dos Eucaliptos entre as ruas Jorge Zacharias e Gabriela Freitas; 8: Av. Segismundo Pereira entre as ruas João Balbino e Arlindo Gomes Rodrigues.

O procedimento de distribuição das Unidades de Atendimento segue a roteirização com janelas de tempo do *software* TransCAD – *Routing With Time Windows* – o qual resolve problemas complexos de roteirização com janela de tempo, frota heterogênea, restrições de tamanho de rota e, ainda, permite considerar múltiplos locais.

4.4 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ATENDIMENTO

Em contato com o setor de comunicação do 5º Batalhão de Bombeiros Militar, responsável pela liberação e divulgação das estatísticas das ocorrências de trânsito, através de seu comandante, e com o setor de transporte da referida unidade militar, foram coletados alguns dados, os quais podem ser conferidos na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Informações coletadas junto ao Corpo de Bombeiros.

INFORMAÇÃO SOLICITADA	INFORMAÇÃO AFERIDA
Frota total	11 veículos
Frota operacional	06 veículos
Frota reserva	05 veículos
Frota efetivamente em operação	03 veículos
Frota em cada unidade de atendimento	01 veículo
Tipo do veículo	Furgão (1.000 kg)
Número de atendimentos/dia	Média de 9,5 (2007)
Horário de atendimento	24 horas/dia
Tempo de atendimento à vítima	Variável (de 5 minutos a 4 horas)
Tempo de deslocamento até a vítima	Não computado
Capacidade dos veículos/socorristas	03 bombeiros
Capacidade dos veículos/vítima	01
Elaboração das rotas de atendimento	Próprio condutor do veículo

As Unidades de Resgate (UR) são veículos tripulados por bombeiros que possuem cursos de atendimento básico de vida, equipadas com material para realizar o atendimento básico, estabilizar e imobilizar a vítima e transportá-la para o hospital mais adequado. As Unidades de Atendimento de bombeiros existentes em Uberlândia contam com veículos apenas do tipo Suporte Básico de Vida (SBV).

Cada uma delas possui equipamentos de atendimento de Suporte Básico de Vida e desfibriladores externos automáticos (DEA). O DEA é um dispositivo que conectado ao tórax do paciente através de receptores próprios captam o tipo de batimento cardíaco e

realizam choques (cardioversão) automaticamente. É considerado dispositivo essencial no atendimento de emergências cardíacas (AHA, 2007).

Os veículos considerados no estudo sairão de uma Unidade de Resgate do Corpo de Bombeiros e realizarão seus atendimentos respeitando uma janela de tempo para cada atendimento e, completados seus roteiros, retornarão à unidade. A janela de tempo considerada para o atendimento de emergência realizada pelos bombeiros compreende o período das 24 horas do dia, não se descontando o horário obrigatório para refeições.

4.5 CENÁRIOS

Serão considerados e analisados dois cenários para o atendimento de emergência às vítimas de acidentes de trânsito pelos bombeiros. A Tabela 4.4 apresenta o custo operacional de deslocamento de viaturas de resgate entre as unidades de atendimento e os locais de acidentes de trânsito no Atendimento Pré-hospitalar para as rotinas geradas nos cenários atual e proposto.

Tabela 4.4 – Custo semanal de deslocamento para o atendimento pré-hospitalar.

Unidades de Bombeiros – custo deslocamento			
Cenários	Km percorridos	Custo/km (R\$)	Custo total
1 (atual)	449,8	1,68	755,65
2 (proposto)	383,6	1,68	644,45

O Custo operacional/km nos cenários analisados se baseou nos seguintes critérios:

- Depreciação anual dos veículos calculada com emprego dos seguintes parâmetros:
Vida útil = 5 anos
Valor residual = 20%
Depreciação anual de 16% do valor do veículo (R\$ 70.000,00)

- Consumo de combustível calculado com o emprego dos seguintes parâmetros:
0,16 l/km de óleo diesel para veículo de resgate;
Quilometragem média estimada: 30.000 km/ano;
Preço do óleo diesel: R\$ 1,90/l
- O custo anual de manutenção (mão-de-obra, peças, pneus, lubrificantes e materiais) foi estimado como sendo 5% do valor do veículo.

Para cada cenário, ocorreu alteração na distribuição do número de ocorrências para cada unidade de atendimento. No cenário atual, onde se analisou as ocorrências apenas com as unidades existentes, houve uma sobrecarga à unidade um, com um total de 55 atendimentos, dos 92 registrados nos BOs durante a semana avaliada. Já no cenário proposto, onde foram acrescentadas as unidades selecionadas pelo programa de roteirização TransCAD, a unidade um reduziu em cerca de 36% o número de atendimentos, demonstrando uma melhor distribuição das ocorrências às Unidades de Resgate, conforme demonstra a Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Número de atendimentos por Unidade de Bombeiros.

Cenários	Unidades de Bombeiros						Total
	1	2	3	4	5	8	
1 (atual)	55	21	16	-	-	-	92
2 (proposto)	20	11	10	7	20	24	92

A Figura 4.11 apresenta a otimização das 92 rotas inicialmente obtidas no cenário 1 (atual), apenas com o conjunto das três Unidades de Atendimento do Corpo de Bombeiros existentes. (ANEXO E).

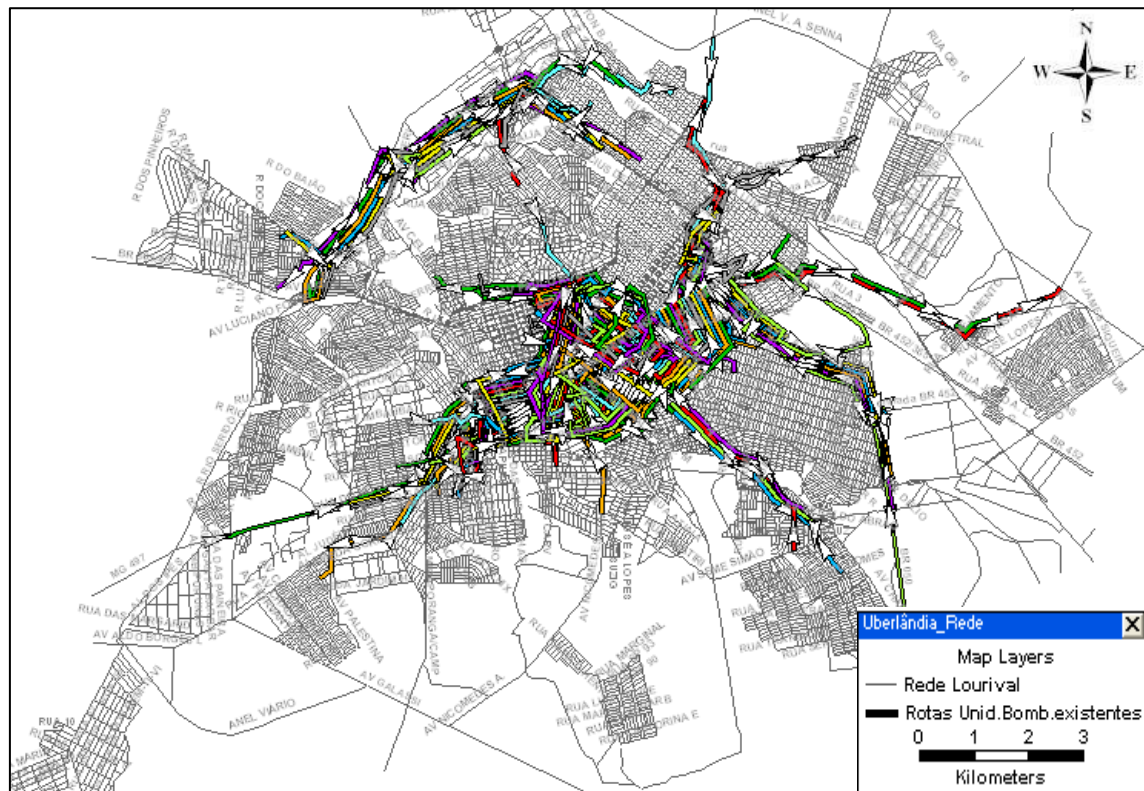


Figura 4.11: Rotas de atendimento das unidades de bombeiros existentes – cenário 1 (atual).

A Figura 4.12 apresenta o resultado para a otimização das 92 rotas obtidas no cenário 2 (proposto). Neste cenário, foram agrupadas ao conjunto das três Unidades de Atendimento do Corpo de Bombeiros existentes, as três unidades selecionadas pelo programa TransCAD. (ANEXO F).

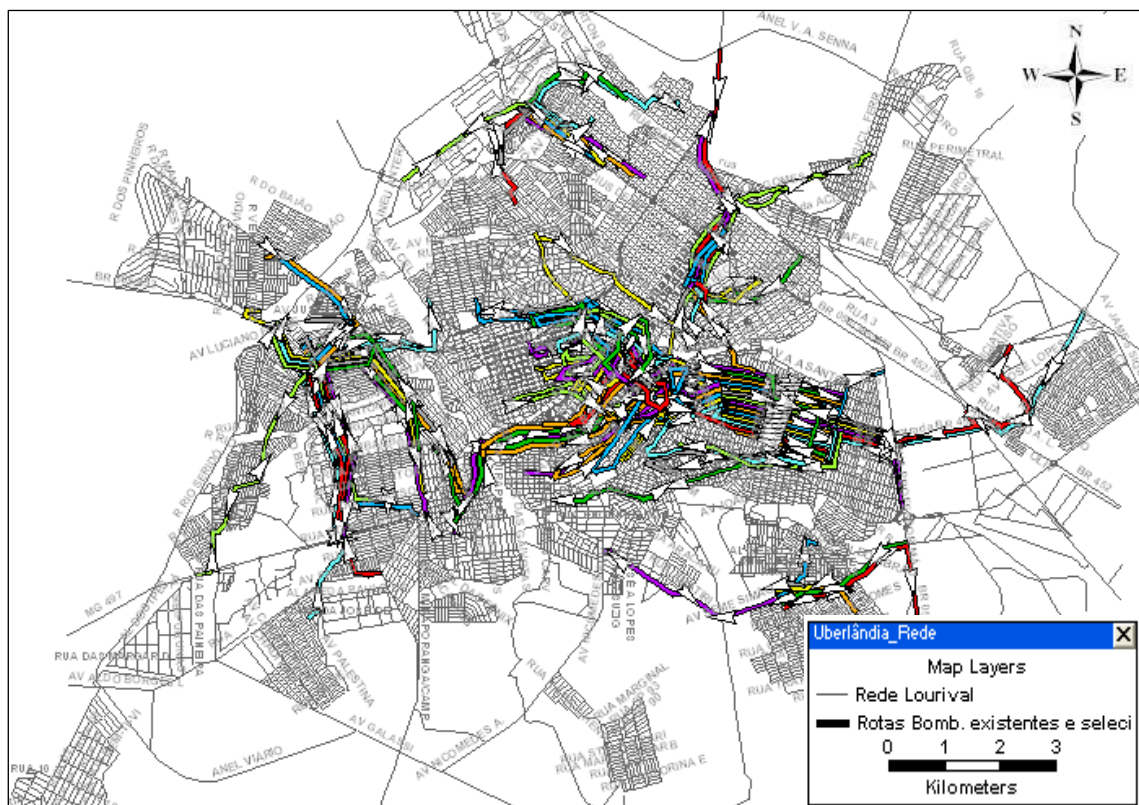


Figura 4.12: Rotas das unidades de bombeiros existentes e selecionadas – cenário 2 (proposto).

Os resultados e as considerações referentes ao estudo realizado são apresentados no próximo capítulo. Também são destacadas algumas considerações para estudos futuros sobre a temática abordada.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Este trabalho procurou avaliar as localizações das Unidades de Atendimento do Corpo de Bombeiros, segundo o padrão de acidentes de trânsito ocorridos no ano de 2007, na área urbana da cidade de Uberlândia-MG.

Foram avaliadas as principais variáveis pertinentes ao tema, propondo uma metodologia com utilização do módulo de roteirização de veículos do programa TransCAD para estudar a localização ótima e definir as rotas preferenciais para o atendimento pré-hospitalar às vítimas de AT. A simulação da roteirização dos veículos foi realizada com base nos dados coletados no sistema real.

A partir do módulo de roteirização do TransCAD foi possível construir as rotas de atendimento pré-hospitalar em dois cenários, atual e proposto, alcançando-se o objetivo geral do estudo.

Com base nos dados do Corpo de Bombeiros, foi possível, ainda, identificar as situações mensal, semanal, diária e horária mais críticas dos acidentes de trânsito.

Foi realizada uma revisão bibliográfica apontando os conceitos relativos à urbanização, espaço urbano e circulação, acidentes de trânsito e suas consequências. Como referencial teórico buscou-se apresentar, ainda, os conceitos relativos aos SIGs, aos problemas de localização de instalações e à roteirização de veículos.

5.1 RESULTADOS E ANÁLISES DOS PROBLEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS E LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES

O Problema de Roteirização de Veículos desenvolvido pelo TransCAD apresentou resultados satisfatórios para o fornecimento de rotas gráficas preferenciais para o atendimento pré-hospitalar, podendo ser considerado uma ferramenta útil para o planejamento operacional e logístico de unidades de resgate do Corpo de Bombeiros.

O *software* TransCAD possibilitou realizar algumas análises dos cenários desenvolvidos, conforme Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Cenários analisados.

Cenários	Nº de ocorrências atendidas	Distância total percorrida (km)	Tempo de atendimento	Tempo de viagem	Tempo total
1 (atual)	92	449,8	112h 33min	7h 30min	120h 03min
2 (proposto)	92	383,6	112h 33min	6h 24min	118h 57min

Analisando os cenários descritos observou-se que o cenário 2 (dois), com a inclusão das três novas unidades selecionadas pelo TransCAD, foi o que gerou a menor distância total percorrida, demonstrando, assim, que as instalações selecionadas pelo programa reduzem o tempo gasto no atendimento pré-hospitalar, com menor custo. Quanto ao tempo total, verificou-se que houve redução, o mesmo acontecendo com o tempo total de viagem. O tempo total de atendimento às vítimas de AT permaneceu o mesmo nos dois cenários. O número de ocorrências atendidas foi o mesmo em ambos os cenários.

No cenário 1 (um), onde se trabalhou apenas com as três unidades de atendimento existentes, constatou-se que, além da distância total percorrida ser maior com o consequente aumento de tempo nos deslocamentos e maiores custos, houve sobrecarga de trabalho à unidade um, conforme mostrado na Tabela 4.4.

De acordo com os resultados obtidos na otimização para cada cenário, conclui-se que o cenário 2 (dois) apresenta as melhores rotas, com desconcentração nos deslocamentos para o atendimento pré-hospitalar a partir da unidade 1 (um), conforme verificado na tabela 5.1.

Há que se fazer algumas ressalvas quanto o uso do *software* TransCAD no Problema de Roteirização de Veículos, para que as rotas geradas sejam executáveis na prática:

- O *software* não analisa as condições reais de tráfego, como presença de semáforo, congestionamentos, capacidade da via, possíveis desvios, entre outros;
- O *software* adota parâmetros norte-americanos (unidades de medidas, de posicionamento e outros), fazendo-se necessário uma calibração para parâmetros brasileiros, caso se queira utilizar o programa na operação de serviços;
- Quanto à circulação dos veículos de resgate nas vias de tráfego, eles não operam com uma velocidade média, mas com velocidade máxima permitida da via;

Assim, se pode afirmar que a otimização com uso de linguagem Meta-heurística não fornece a garantia de que o resultado é o melhor, mas um resultado próximo do ótimo e que satisfaz as restrições impostas. No caso específico da otimização de rotas a partir das Unidades de Atendimento do Corpo de Bombeiros, o programa se mostrou eficiente, principalmente porque apresentou a necessidade de se instalar novas unidades de resgate para que haja redução no tempo de deslocamento das viaturas até os locais de acidentes, permitindo-se, assim, que a vítima seja atendida mais rapidamente.

5.2 ANÁLISES DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO

As análises realizadas permitiram identificar que, no período de estudo (2007), o maior número de envolvidos em acidentes de trânsito está na faixa etária dos 18 aos 29 anos de idade, representando mais de 50% das vítimas. Pode-se deduzir que os jovens dessa idade acidentam-se mais no trânsito por vários fatores, como autoconfiança, inexperiência, inobservância às estatísticas, entre outros.

Em relação à distribuição temporal, a expressividade dos AT ocorreu na faixa das 12h às 18h, devido a um maior número de pessoas e veículos que se deslocam para diferentes

regiões da cidade, pelos motivos mais diversos. Essa faixa horária foi responsável por 34,48% dos acidentes de trânsito. O sábado registrou o maior índice de ocorrências, com 16,95% dos AT. Sugere-se que este dia apresentou elevado número de sinistros por ser fim de semana, propiciando diversões variadas que podem levar as pessoas ao uso de álcool, além das ruas estarem mais vazias, o que também pode induzir a velocidades acima do permitido.

Sobre a espacialização dos acidentes verificou-se que eles ocorreram nas diferentes regiões da cidade, apontando-se, desta forma, a necessidade de instalação de novas Unidades de Atendimento do Corpo de Bombeiros, como forma de diminuir o tempo de resposta no APH. Os dados demonstraram que a região Sudoeste de Uberlândia apresentou um elevado número de AT, representando 6,5% do total de sinistros ocorridos no ano analisado.

5.2.1 A assistência à vítima de acidente de trânsito

Segundo Filipak (2001), no atendimento pré-hospitalar, além de detectar rapidamente as situações de risco à vida, realizar a intervenção precoce com início no local do acontecimento, é importante a articulação com o sistema hospitalar (**ANEXO G**), sendo necessário o encaminhamento do paciente diretamente ao serviço de saúde que possua resolutividade adequada ao caso, evitando transferi-lo, posteriormente, a outro serviço de maior complexidade.

O objetivo de chegar até a vítima, identificar e tratar as lesões com risco de vida, imobilizá-la e transportá-la para o hospital apropriado mais próximo, no menor tempo possível, ressaltado no programa do *Prehospital Trauma Life Support* (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2004), estão incorporados ao cotidiano das equipes de resgate do Corpo de Bombeiros de Uberlândia, independentemente da sua formação profissional.

Com base nos resultados obtidos, identifica-se que o objeto do trabalho é a pessoa vítima de trauma por acidente de trânsito, e é em função dela que o atendimento é organizado, pois, o tempo extremamente curto para cumprir com sua finalidade impõe outra lógica ao

processo de trabalho, rompendo com a lógica burocrática, hierarquizada e normativa, presentes nos serviços de saúde.

No atendimento pré-hospitalar a avaliação e a intervenção vão acontecendo simultaneamente, pois, à medida que se verifica as condições da vítima, o socorrista já vai realizando os procedimentos necessários, como: desobstrução de vias aéreas, imobilização da coluna cervical, colocação do colar cervical, imobilização de membros no caso de fraturas, imobilização com *ked*¹⁰, colocação e imobilização em maca rígida, administração de oxigênio e punção venosa periférica para reposição volêmica¹¹.

Em situações de trauma, o tratamento definitivo não é realizado no APH e somente intervenções críticas são feitas na cena, o que pressupõe a necessidade de haver uma economia de tempo no pré-hospitalar, visto que a maioria das mortes evitáveis ocorre em função do retardo no início do tratamento cirúrgico. Esses conceitos básicos do APH, descritos por Canetti et al. (2001), foram observados nas ocorrências mais próximas às unidades existentes, especialmente nas situações de gravidade, em que o atendimento exige rapidez, sem perda de tempo com a realização de procedimentos no local do acidente.

Os protocolos e diretrizes do APH resultam da medicina baseada em evidências. Entretanto, as bases que fundamentam o ABCDE do atendimento ao traumatizado são decorrentes de estudos epidemiológicos, que determinam os fatores ameaçadores da vida, nos vários momentos da assistência ao paciente, nas instâncias pré e intrahospitalares. O ABCDE compreende as cinco etapas da avaliação inicial da vítima de trauma em ordem de prioridade para o atendimento ideal, em que o A envolve o atendimento das vias aéreas e controle da coluna cervical; o B, a respiração (ventilação); o C, a circulação e

¹⁰ Dispositivo de Kendrick Extrication (KED): dispositivo imobilizador de toda a coluna. O KED é um colete que é aplicado ao dorso do paciente e possui duas abas laterais para a estabilização da cabeça e do tronco.

Disponível em: <http://www.cfap.cbmerj.rj.gov.br/documentos/apostilas/cefc/instrucao_operacional.pdf>
Acesso em: 30 dez. 2010.

¹¹ Reposição dos volumes de líquidos perdidos (sangue, plasma, albumina humana, água) pelo paciente, para restabelecer o fluxo e transporte de O₂ para os tecidos, a fim de suprir as necessidades metabólicas orgânicas. Disponível em: <http://www.pdamed.com.br/asspacgra/pdamed_0011_0018_00300.php>. Acesso em: 30 dez. 2010.

sangramento; o D a incapacidade (avaliação neurológica); e o E, exposição e proteção do ambiente (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2004).

Finalizando, ressalta-se que o APH é pressionado pelo tempo de resposta. Com isso, entende-se que as Unidades de Atendimento devem estar localizadas geograficamente nas regiões onde os índices de ocorrências de AT são mais elevados, com rotas de caminhos mínimos, permitindo, assim, que o atendimento seja realizado no menor tempo, o que interfere positivamente nas condições em que a vítima chega ao hospital, podendo aumentar as suas chances de sobrevivência e minimizar sequelas.

5.3 SUGESTÕES

Sugere-se para estudos futuros a adoção de procedimentos com outras variáveis de análise que influenciam o Problema de Localização de Instalações, uma vez que os resultados obtidos pelas variáveis tempo de viagem, distância e distribuição espacial dos acidentes de trânsito podem ser complementadas com outras, tais como características da rede viária.

Recomenda-se para a Roteirização de Veículos a criação de um novo cenário com frota heterogênea, adotando veículos com capacidades diferentes para a remoção das vítimas de acidentes de trânsito, uma vez que o presente estudo avaliou somente um tipo de veículo, que é usado pelo Corpo de Bombeiros.

Outra sugestão é a análise do processo de gestão do atendimento pré-hospitalar do Resgate 193 e a importância de um serviço emergencial desta natureza diante do aumento de vítimas politraumatizadas decorrentes de causas externas, principalmente os acidentes de trânsito.

Também se pode analisar a interação entre o atendimento pré-hospitalar e o atendimento hospitalar regionalizado e hierarquizado. Os prestadores de atendimento pré-hospitalar (bombeiros, médicos e enfermeiros) com todas as dificuldades inerentes ao próprio desempenho do serviço, muitas vezes em ambiente hostil, sob as piores condições de tempo, expostos ao perigo iminente de acidente e morte, ainda têm que enfrentar outro

obstáculo quando chegam ao hospital de destino, que é a falta de vagas para continuar o tratamento.

Sabe-se que os estudos sobre a temática do trânsito urbano e suas implicações como os acidentes envolvendo pessoas e veículos, possui muitas variáveis de diferentes desdobramentos que são de grande importância, ainda que, também, multidisciplinares. As diversas concepções sobre esta temática abrem caminhos vastos para a continuidade deste estudo.

REFERÊNCIAS

ABRIL. **Os primeiros carros produzidos no mundo, 2009.** Disponível em: <<http://blogs.abril.com.br/hotwheels/2009/08/os-primeiros-carros-produzidos-no-mundo.html>>. Acesso em: 14 mar. 2010.

ADAMS, J.; BALAS, E.; ZAWACK, D. **The shifting bottleneck procedure for job shop scheduling.** *Management Science*, 34:57–73, 1988.

ANDRADE, S. M. **Acidentes de transporte em Londrina – Paraná: análise das vítimas, dos acidentes e das fontes de informação.** Tese de Doutorado, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ANDRADE, S. M.; MELLO-JORGE, M. H. P. **Acidentes de transporte terrestre em município da Região Sul do Brasil.** *Revista Saúde Pública*, 2001.

ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Transporte humano: cidades com qualidade de vida.** São Paulo, 1997.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura.** Brasília: EMBRAPA, 1998.

ATY, Mohamed A. Abdel; CHEN, Chien L... & SCHOOT, James R. S. **An assesement of the effect of driver age on traffic accident involvement using log-linear models.** *Accident analysis and prevention*, vol. 30, n 6, p 851 – 861, Elsevier Science Ltd., Great Britain, 1998.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

BALLOU, Ronald. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, Ronald. H. **Business logistics management: planning, organizing and controlling the supply chain**. N.J.: Prentice-Hall, 1999, 681p.

BARBOSA, L. P. **Acidentes de trânsito: uma análise de suas causas**. Uberlândia: Imprime, 2009.

BENNETT, David A. **A framework for the integration of geographical information systems and model base management**. *International Journal of Geographical Information Science*, London, v.11, n.4, p.337-357, 1997.

BERNHOF, I. M. **Elderly Drivers. Results from a Nordic In-depth Study on Elderly Car Drivers**. *VTIrapport*, 366A: 111-117, 1991.

BERNARDINO, A. R. **Espacialização dos acidentes de trânsito em Uberlândia (MG): técnicas de geoprocessamento como instrumento de análise – 2000 a 2004**. 267 p. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BERTRAND, Alvin L. et al. **Sociologia Rural: uma análise da vida rural contemporânea**. São Paulo: Atlas, 1973.

BLUM C.; ROLI A. **Metaheuristics in Combinatorial Optimization: Overview and Conceptual Comparison**, *ACM Computing Surveys*, Vol. 35, nº 3, September 2003, pp. 268–308.

BODIN, L. D. **Twenty years of routing and scheduling**. *Operations Research*, 1990, 571-579.

BRASILEIRO, L. A. **Análise do Roteamento de Veículos na Coleta de Resíduos Domésticos, Comerciais e de Serviços de Saúde**. 94 p. Tese de Livre Docência, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Elaboração e apresentação de manuais do DNIT**: procedimento 002/2002. PRO: Rio de Janeiro, 2002.

BRASIL. **Código Nacional de Trânsito. Lei 9503 institui o Código de Trânsito Brasileiro**. Brasília, DF, Presidência da República, 23 set. 1997.

Brasil será 4º no mercado de carros. O Tempo, Belo horizonte, 21 mar. 2010, caderno de economia, p. 10.

BRAGA, M. G. C. **The vehicle drivers' perception of attributes of the road environment that influence safety at four-arm uncontrolled junctions**. PhD. Thesis, Imperial College of Science, Technology and Medicine. London, 1989.

BROWN, D. B. **Proxy Measures in Accident Countermeasure Evaluation**: a Study of Emergency Medical Services. *Journal of Safety research*, 1994, Vol. 11, p. 37-41.

BROUGHTON, B. **The Variation of Car Drivers' Accidents Risk with Age**, *Research Report*, 135: 1-27, 1988.

CALIPER **TranCAD Transportation GIS Software**. Routing and Logistics Whit TransCAD 4.0. Caliper Corporation, Newton: EUA, 2002.

CÂMARA NETO, G. **Desenvolvimento de sistemas de informação geográfica no Brasil: Desafios e Oportunidades**. Palestra proferida na Semana de Geoprocessamento do Rio de Janeiro, 1996.

CÂMARA NETO, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1995.

CÂMARA NETO, G. et al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Instituto de Computação, Universidade de Campinas, Campinas, 1996.

CANETTI, Marcelo D. ; RIBEIRO JÚNIOR, Célio; FALHAUBER, Marcelo H. W.; SILVA JÚNIOR, Edson G. A. da. Rotinas de atendimento pré-hospitalar ao politraumatizado pelo GSE: grupamento de socorro de emergência do corpo de bombeiros. In: FREIRE, Evandro. **Trauma: a doença dos séculos**. São Paulo: Atheneu, 2001. v. 2, cap. 44, p. 593-617.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede - a era da informação: economia, sociedade e cultura**, v. 1. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CARRARA, C. M. **Uma aplicação do SIG para a localização e alocação de terminais logísticos em áreas urbanas congestionadas**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

CARRARA, C. M. **Tópicos especiais em engenharia de transportes**. Apostila TransCAD. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

CARVALHO, A. et al. **Aprendendo metodologia científica**. O nome da rosa. São Paulo, 2000, p. 11-69.

CLEMENTE, A. **Projetos Empresariais e Públicos**. São Paulo-SP: Atlas, 1998.

CUNHA, Claudio Barbieri da; BONASSER, Ulisses de Oliveira; ABRAHÃO, Fernando Teixeira Mendes. **Experimentos computacionais com heurísticas de melhorias para o problema do caixeiro viajante**. São Paulo: ANPET, 2002.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Acidentes de trânsito em Uberlândia**. Banco de Dados: Uberlândia, 2007.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS. **Protocolo de Suporte Básico da Vida**, 2007. Disponível em:

<<http://www.bombeiros.go.gov.br/downloads/pdf/Resgate-Protocolo%20Basico.pdf>>.

Acesso em: 17 nov. 2010.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 1986.

CONWAY, Richard Walter; MAXWELL, William L.; MILLER, Louis W. **Theory of scheduling**. Reading, [Mass]: Edição de Courier Dover Publications, 2003. ISBN 978-0 486- 42817-8

CRAINIC, T.G. **A survey of optimization models for long-haul freight transportation**. Quebec: Département des sciences administratives, Université du Québec à Montreal, 1998.

CUNHA, C. B. **Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais**. Revista Transportes da ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2000, v.8, n.2, p. 51-74, novembro 2000.

CUNHA, C. B. **Uma Contribuição para Problemas de Roteirização de Veículos com Restrições Operacionais**. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

CURRENT, J.; DASKIN, M.; SCHILLING, D. Discrete network location models. In: DREZNER, Z.; HAMACHER, H. **Facility location theory: applications and methods**. Berlin: Springer-Verlag, 2002, p.81-118.

DAVIS, C.; FONSECA, F. **Introdução aos sistemas de informação geográficos**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2001.

DATASUS. **Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS)**. Dez. de 1999 a 2007. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/mibr.def>>>. Acesso em: 18 jan. 2010.

DENATRAN - DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 26 set. 2008.

_____. **Frota de veículos no Brasil, segundo as grandes regiões e unidades da Federação** – dez. de 2006 a 2009. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 13 jan. 2010.

_____. **Frota de veículos no Brasil, segundo o tipo** – dez. de 2009. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

_____. **Anuário estatístico de acidentes de trânsito** – dez. de 2006. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

_____. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras** – dez. de 2006. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/custos_acidentes_transito.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2010.

DETRAN-MG – DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DE MINAS GERAIS. **Evolução da frota de veículos, 2010**. Disponível em: <http://wwwws.detrannet.mg.gov.br/detran/Estatisticas/Frota_Evolução_H.ht>.>. Acesso em: 27 dez. 2010.

DEWAR, R. E. (1991). **The Driver: Improving Performance to Improve Safety**. ITE Journal, 61(7): 33-37.

FERRAZ, A. C. P.; RAIA JUNIOR, Archimedes A. **Segurança no trânsito**. Notas de aula, São Carlos, 2007.

FERREIRA, D. L.; BERNARDINO, A. R. Caracterização da evolução dos acidentes de trânsito em Uberlândia. In: FERREIRA, D. L.; RIBEIRO, L. A. **Acidentes de trânsito em Uberlândia: ensaios da epidemiologia e da geografia**. Uberlândia: Aline, 2006. P. 43-67.

FERREIRA, D. L. et al. **Acidentes de Trânsito em Uberlândia**: ensaios da epidemiologia e da geografia. Uberlândia: Aline, 2006.

FILIPAK, Vinícius Augusto. **Abordagem pré-hospitalar ao traumatizado no estado do Paraná**. In: FREIRE, Evandro. **Trauma**: a doença dos séculos. São Paulo: Atheneu, 2001. v. 2, cap. 43, p. 589-592.

GILLET, B. E; MILLER, L. R. **A heuristic algorithm for the vehicle dispatch problem**. Operations Research, 1974, 22, 240-349.

GLOVER, F.; LAGUNA, M. **Tabu Search**. Kluwer Academic Publishers, p. 382, 1997.

GOLDBARG, M. C.; LUNA, L.; PACCA, H. **Otimização Combinatória e Programação Linear - Modelos e Algoritmos**. 6ª edição. Rio de Janeiro: Campos, 2000.

GOLD, Philip, A. **A segurança de trânsito: aplicação de engenharia para reduzir acidentes**. Banco Interamericano de Desenvolvimento, 1998.

GOLDEN, B. L.; BODIN, L. **Microcomputer-based vehicle routing and scheduling software**. *Computers and Operations Research*, 1986, 277-285.

GOMES, Paulo C. da Costa. **A condição urbana: ensaios de geopolítica da cidade**. São Paulo: Bertrand Brasil, 2002.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretarias de Saúde e de Transportes. Programa Estadual de Atenção à Pessoa Portadora de Deficiência. **Prevenção de deficiências: Segurança no trânsito**. São Paulo: 1993.

GUEDES, Allison da Costa Neves; LEITE, Jéssica Neiva de Figueiredo; ALOISE, Dário José. **Um algoritmo genético com infecção viral para o problema do caixeiro viajante**. Revista On Line de Iniciação Científica, Natal: 2005.

GUEDES, E. P. **Uma metodologia de análise de frota aérea com uso de simulação em sistema de informação geográfica**. Estudo de caso: carga aérea no Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

HELGAUN, K. **An effective implementation of the Lin-Kernighan Traveling Salesman Heuristic**, European Journal of Operational Research, 2000. v.126, p.106-130.

HESENACK, H.; WEBER, E. **Manual do usuário do Idrisi: Exercícios tutoriais**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

HIRAMATSU, K. **Driver Feeling Relative to Vehicle Handling**, *IATSS Research*, 1998, 12(1), 45-523.

HOFFMAN, Karla; PADBERG, Manfred. **Traveling salesman problem**. Fairfax [Virgínia]: Department of Electrical and Computer Engineering - George Mason University, 2000.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Censo demográfico, 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>>. Acesso em: 23 set. 2008.

_____. **População recenseada e estimada, segundo os municípios, 2007**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/defaulttab.shtm>>. Acesso em: 23 set. 2008.

_____. **População recenseada e estimada, segundo os municípios, 2008/2009**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1272&id_pagina>. Acesso em: 23 set. 2008.

_____. **IBGE divulga os resultados da coleta do Censo 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 23 dez. 2010.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2006. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring>>. Acesso em: 17 mar. 2010.

IPEA/ANTP. **Impactos sociais e econômicos dos Acidentes de Trabalho nas Aglomerações Urbanas, 2008.**

ISARD, W. **Location and Space-Economy**, MIT, Cambridge, 1956. (cap. 4 e 5).

LACERDA, L. **Considerações sobre o estudo de localização de instalações.** Artigo do Centro de Estudos em Logística – COPPEAD. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <http://www.cel.coppead.ufrj.br/fs-public.htm>
Acesso em: 09 de abril de 2010.

LAPORTE, G.; GENDREAU M.; POTVIN J. Y.; SEMET, F. **Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem**, *International Transactions in Operational Research*, 2000. v.7, n4/5, p.285-300.

LARSON, R.; ODONI, A. **Urban operations research**. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1981.

LIMA, R. S. **Bases para uma metodologia de apoio à decisão para serviços de educação e saúde sob a ótica dos transportes.** 200p. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

LEFEBVRE, Henri. **A revolução Urbana.** Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

LOPES, D. P. **Reestruturação da rede de distribuição de uma empresa de varejo do setor têxtil com a utilização de SIG.** Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 2005.

LORENA, L. A. N. **Análise Espacial de Redes em Sistemas de Informações Geográficas**, 2002. LAC – Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada.

LORENA, L. A. N.; SENNE, E. L. F. **A Column Generation Approach to Capacitated p-median Problems.** Submetido ao *Computers e Operations Research*, 2002.

MARIN, L.; QUEIROZ, M. S. **A atualidade dos acidentes de trânsito na era da velocidade: uma visão geral.** Cad. Saúde Pública, vol.16, n.1, p.7-21, jan./mar. 2000. ISSN 0102-311X. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v16n1/1560.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2010.

MATOS, Ralfo Edmundo da Silva. **Espacialidades em rede:** população, urbanização e migração no Brasil contemporâneo. Belo Horizonte, 2005.

MEIRELLES, A. C. **Dados de acidentes de trânsito ou dados de conflito de tráfego? Uma análise sobre sua aplicabilidade nos estudos de segurança viária.** Costa Rica. Anais... Costa Rica: 1992.

MELO, A. C. S. **Avaliação do Uso de Sistemas de Roteirização de Veículos.** Dissertação de Mestrado, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: 2000.

MENEZES, M. L. P. Tendências atuais das migrações internas no Brasil. In: MINAYO, M. C. S. e SOUZA, E. R. (1999). **É possível prevenir a violência?** Revista Ciência e Saúde Coletiva, vol. 5 (1), 2000.

MESQUITA, A. P.; SILVA, H. Q. **As linhas do tecido urbano:** o sistema de transportes e a evolução urbana de Uberlândia - MG. Uberlândia: Roma, 2006.

MESQUITA, A. P. **Características Físico-operacionais de Interseções Urbanas e Ocorrência de Acidentes.** 107 p. Dissertação de Mestrado, UnB, Brasília-DF, 1994.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Registro nacional de acidentes e estatísticas de trânsito.** Disponível em: <<http://www2.cidades.gov.br/renaest/detalheNoticia.do?noticia.codigo=115>>. Acesso em: 25 set. 2008.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Programa PARE: procedimentos para o tratamento de locais críticos de acidentes de trânsito.** Brasília, DF, Ceftru/UnB, 2002. 74p.

MOREIRA, F. D. L.; **A “vacina” contra a violência no trânsito.** Rio de Janeiro, Nitpress, 2006.

NARUO, M. K. **O estudo do consórcio entre os municípios de pequeno porte para disposição final de resíduos sólidos urbanos utilizando Sistemas de Informações Geográficas.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS. **Atendimento pré-hospitalar ao traumatizado: básico e avançado.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

NETO, A. F; LIMA, R. R. **Roteirização de Veículos de uma Rede Atacadista com o Auxílio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Porto Alegre, 2005.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição.** Rio de Janeiro: Campus, 2001.

NOVAES, A. G. **Sistemas logísticos: transporte, armazenagem, e distribuição física de produtos.** São Paulo: Edgard Blucher, 1989.

OLIVEIRA, N. L. B.; SOUSA, R. M. C. **Diagnóstico de lesões e qualidade de vida de motociclistas, vítimas de acidentes de trânsito.** Revista Latino Americana de Enfermagem, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 749-756, nov./dez. 2003.

OPS - ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Las Condiciones de Salud en las Américas.** Washington, D.C., 1994.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Classificação estatística internacional de doenças e problemas relacionados à saúde**, 10ª revisão, v. 1. São Paulo: Centro Colaborador da OMS para a Classificação de Doenças em Português, 1995.

PASSAFARO, E. **Transporte público: acessível para quem? Movimento Mobilidade e Cidadania**. Associação Nacional de Transporte Público-ANTP, São Paulo, n. 03, ano II, p. 24-28, 2006.

PIRES, A. C. **Trânsito e cidadania, uma questão de princípios**: São Paulo: Antares, 2008.

PONS, J. M. S.; REUNÉS, M. R. M. L. **Los Sistemas Inteligentes de Transporte y sus Efectos em La Movilidad Urbana e Interurbana**. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Barcelona, v. VI, n. 170 (60), ago., 2004.

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA. **Estimativa populacional, 2007**. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/secretaria.php?id=17&id_cg=114>. Acesso em: 02 mar. 2011.

QUEIROZ, M.P.; LOUREIRO, C. F. G. Análise Espacial Exploratória dos Acidentes de Trânsito Agregados nas Zonas de Tráfego de Fortaleza. In: XVII ANPET, 2003, Rio de Janeiro. **Anais do XVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Rio de Janeiro: ANPET, 2003.

QUEIROGA, Eugenio. **A megalópole e a praça: o espaço entre a razão de dominação e a ação comunicativa**. Tese de Doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponíveis/18/18137/tde-25062002-155026/>>. Acesso em: 25 out. 2009.

REIS, Douglas Sathler dos. **O Rural e o Urbano no Brasil**. Apresentado ao XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, Caxambu, MG, 2006.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao Geoprocessamento**: Sistemas de Informações Geográficas. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 1996.

ROSE, A. **Uma avaliação comparativa de alguns sistemas de informação geográfica aplicados aos transportes**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

SOARES, B. R., RAMIRES, J. C. **As transformações do centro de Uberlândia no contexto da expansão das cidades**. In: Revista Sociedade e Natureza, V.5, nº 9 e 10, Uberlândia: 1993.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.

SANTOS, Milton. **Por uma geografia nova**. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, L.; RAIA JUNIOR, A. A. **Tendências de deslocamento espacial dos acidentes de trânsito em São Carlos com o uso da técnica de EDP**. In: XIV Congresso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano, Anais em CD ROM, Rio de Janeiro, 2007.

SANTOS, C. A. F. **O trânsito é feito por pessoas: valorize a vida**. Semana Nacional de Trânsito, Denatran, DF, 2009.

SILVA, José Graziano da. **Gestão das Políticas na Agricultura Brasileira Moderna**. Belo Horizonte: Ed. Unicamp, 1996.

SILVA, M. R. **Uma contribuição ao problema de localização de terminais de consolidação no transporte de carga parcelada**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SILVEIRA, Y. M. S. C. **Montes Claros e o bairro da cidade industrial: retrato de um centro polarizador no norte mineiro**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

SMITH, J.; SMITH, D. **Database abstraction: aggregation and generalization**. *ACM Transactions on Database Systems*, 1977, v.2, n.2.

SOARES, A. J. **Análise de autocorrelação em redes aplicada ao caso de acidentes urbanos de trânsito**. 119 p. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

SOARES, Beatriz Ribeiro. **Habitação e produção do espaço em Uberlândia**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

SODERLUND, N.; ZWI, A. B. **Mortalidad por accidentes de tránsito en países industrializados y en desarrollo**. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, 1995.

SPÓSITO, Eliseo S. **A vida nas cidades**. São Paulo: Contexto, 1994.

TAPIA-GRANADOS, J. A. **La reducción del tráfico de automóviles: una política urgente de promoción de la salud**. *Revista Panamericana de Saúde Pública*, Washington, v. 3, n. 3, p. 137-151, mar. 1998.

TEIXEIRA, A. L. A.; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**. Edição do Autor, Rio Claro, 1992.

VASCONCELLOS, E. A. **A cidade, o transporte e o trânsito**. São Paulo: Pró-Livros, 2005.

_____. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento**. São Paulo: Unidas, 1996.

_____. **Transporte urbano, espaço e equidade**. São Paulo: FAPESP, 1996.

VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DÉAK, C. S.; RAMOS (Org.). **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999. P. 169-243.

VILLELA, P. de A. **A educação para o trânsito como estratégia para uma nova mobilidade urbana.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

WHO. **World report on road traffic injury prevention.** Word Health Organization, 2004. Disponível em:
<http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/en/index.htm>. Acesso em: 21 dez. 2009.

_____. **The Epidemiology of Road Traffic Accidents.** WHO Regional Publications, European Series 2. Copenhagen: 1976.

WRIGHT, Charles. **Aspectos complementares da circulação urbana.** Revista dos Transportes Públicos – ANTP. São Paulo, Ano 11, nº. 45, set. 1989.

ANEXO A

Quadro de termos e definições dos diversos veículos existentes no Brasil.

Termos e Definições	
Grandes Regiões e Unidades da Federação	Regiões Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro Oeste e Estados
AUTOMÓVEL	Veículo automotor destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, exclusive o condutor
BONDE	Veículo de propulsão elétrica que se move sobre trilhos
CAMINHÃO	Veículo automotor destinado ao transporte de carga, com carroçaria, e peso bruto total superior a 3500 Kg
CAMINHÃO TRATOR	Veículo automotor destinado a tracionar ou arrastar outro
CAMINHONETE	Veículo automotor destinado ao transporte de carga, com peso bruto total de até 3500 Kg.
CAMIONETA	Veículo automotor, misto, com quatro rodas, com carroçaria, destinado ao transporte simultâneo ou alternativo de pessoas e carga no mesmo compartimento.
CHASSI PLATAFORMA	Veículo inacabado, com equipamento que permita seu deslocamento em vias de rolamento, preparado para receber carroçaria de ônibus
CICLOMOTOR	Veículo de duas ou três rodas, provido de um motor de combustão interna cuja cilindrada não exceda a 50 cm ³ (3,05 polegadas cúbicas) e cuja velocidade máxima de fabricação não exceda a 50 Km/h
MICROÔNIBUS	Veículo automotor de transporte coletivo com capacidade para até 20 passageiros
MOTOCICLETA	Veículo automotor de duas rodas, com ou sem side-car, dirigido em posição montada.
MOTONETA	Veículo automotor de duas rodas, dirigido por condutor em posição sentada
ÔNIBUS	Veículo automotor de transporte coletivo com capacidade para mais de 20 passageiros, ainda que, em virtude de adaptações com vista à maior comodidade destes, transporte número menor
QUADRICICLO	Veículo de estrutura mecânica igual às motocicletas, possuindo eixos dianteiro e traseiro, dotados de quatro rodas
REBOQUE	Veículo destinado a ser engatado atrás de um veículo automotor
SEMI-REBOQUE	Veículo de um ou mais eixos que se apóia na sua unidade tratora ou é a ela ligado por meio de articulação.
SIDE-CAR	Carro ou caçamba provido de uma roda acoplada na lateral da motocicleta
OUTROS	Argumento que não se enquadra em nenhuma definição estabelecida
TRATOR ESTEIRA	Trator que se movimenta por meio de esteira
TRATOR RODAS	Trator que se movimenta sobre rodas, podendo ter chassi rígido ou articulado
TRICICLO	Veículo rodoviário automotor de estrutura mecânica igual à motocicleta dotado de três rodas.
UTILITÁRIO	Veículo misto caracterizado pela versatilidade do seu uso, inclusive fora da estrada.
Fonte: Ministério das Cidades, Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN, Sistema Nacional de Registro de Veículos/RENAVAM, Sistema Nacional de Estatística de Trânsito/SINET	

ANEXO B

Países com as maiores frotas de veículos, anos de 2003 a 2009.

PAÍS	1º Semestre 2009	1º Semestre 2008	1º Semestre 2007	1º Semestre 2006	1º Semestre 2005	1º Semestre 2004	1º Semestre 2003
Estados Unidos	4.799.351 1º	7.399.841 1º	8.232.250 1º	8.353.014 1º	8.561.879 1º	8.392.602 1º	8.222.548 1º
China	4.309.314 2º	3.466.795 2º	2.965.429 2º	2.031.556 3º	1.376.009 4º	1.246.490 6º	948.825 7º
Japão	2.171.412 3º	2.324.825 3º	2.339.372 3º	2.494.886 2º	2.534.613 2º	2.471.767 2º	2.479.026 2º
Alemanha	2.144.979 4º	1.633.166 4º	1.576.999 4º	1.735.895 4º	1.712.099 3º	1.656.117 3º	1.678.331 3º
Brasil	1.393.893 5º	1.338.068 6º	1.027.980 8º	816.529 9º	752.329 10º	675.866 10º	614.678 10º
França	1.323.669 6º	1.128.896 9º	1.080.608 7º	1.109.242 7º	1.127.743 7º	1.067.807 7º	1.069.160 6º
Itália	1.217.735 7º	1.266.178 7º	1.431.554 5º	1.347.317 5º	1.241.053 6º	1.306.230 5º	1.267.657 5º
Inglaterra	1.017.576 8º	1.247.479 8º	1.267.299 6º	1.241.921 6º	1.296.485 5º	1.376.565 4º	1.347.485 4º
Índia	918.813 9º	819.998 11º	749.954 12º	640.827 12º	554.309 12º	510.681 12º	409.927 13º
Rússia	750.404 10º	1.395.918 5º	931.624 9º	749.812 11º	583.595 11º	527.053 11º	396.824 14º
Canadá	720.544 11º	883.703 10º	862.688 10º	815.489 10º	808.547 9º	790.925 9º	823.017 8º
Korea	626.843 12º	535.740 13º	516.384 13º	477.615 14º	444.657 14º	448.754 14º	573.769 11º
Espanha	484.974 13º	702.288 12º	843.495 11º	865.108 8º	871.200 8º	832.935 8º	726.324 9º
Austrália	440.999 14º	424.401 15º	417.498 15º	382.897 15º	399.308 15º	376.395 15º	360.146 15º
México	312.874 15º	508.283 14º	507.848 14º	530.983 13º	525.516 13º	498.414 13º	433.413 12º
Bélgica	303.177 16º	330.697 16º	308.509 16º	325.611 16º	286.397 16º	293.271 16º	262.023 17º
Holanda	252.467 17º	299.389 17º	294.076 17º	286.404 17º	273.876 17º	285.203 17º	287.689 16º
Malásia	243.894 18º	254.541 19º	200.395 20º	188.507 20º	195.474 18º	179.954 18º	168.266 18º

ANEXO C

Acidentes de trânsito com vítima e o APH do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais.



ANEXO D

Relatório de Atendimento Pré-hospitalar do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais.

LIBERTAS QUE SERA TAMEN		RELATÓRIO DE ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR - CBMMG				CORPO DE BOMBEIROS MILITARES MINAS GERAIS					
Nº:		DATA EMISSÃO: ____/____/____		PREFIXO VTR:							
UNIDADE/SETOR:		FLS: ____/____									
MUNICÍPIO:											
I - ORIGEM DA COMUNICAÇÃO											
COMO FOI SOLICITADO O ATENDIMENTO DA OCORRÊNCIA:											
☐ CENTRO DE COMUNICAÇÕES		☐ DENÚNCIA		☐ DIRETAMENTE AO ÓRGÃO		☐ INICIATIVA					
II - DADOS DA OCORRÊNCIA											
NATUREZA (TAB 01):		DESCRIÇÃO (TAB 01):									
COMPL. DA NATUREZA (TAB 02):		TIPO DE LOCAL (TAB 03):									
LOCAL (av, rua, etc.):		NÚMERO:									
COMPLEMENTO:		UF:		BAIRRO/VILA:							
MUNICÍPIO:		CAUSA PRESUMIDA (TAB 05):									
HORARIO	COMUNICAÇÃO:	NO LOCAL:	SAÍDA LOCAL:	NO HOSPITAL:	FINAL:						
III - QUALIFICAÇÃO DA VÍTIMA											
NOME:		IDADE:		SEXO: ☐ M ☐ F							
END. (av, rua, etc.):		NUM/COMP:									
BAIRRO:		MUNICÍPIO:		CEP:							
UF:		RG:		CPF:		TEL:					
IV - TIPO DA OCORRÊNCIA											
1. ☐ TRAUMA				2. ☐ CLÍNICO							
☐ ACIDENTE BICICLETA ☐ ACIDENTE MOTOCICLETA ☐ AFOGAMENTO ☐ AGRESSÃO FÍSICA ☐ AGRESSÃO ARMA BRANCA ☐ AGRESSÃO ARMA DE FOGO ☐ AGRESSÃO POR ANIMAL ☐ ANIMAL HIDRÓFOBO ☐ ANIMAL PEÇONHENTO				☐ ATROPELAMENTO ☐ CHOQUE ELÉTRICO ☐ COLISÃO ☐ DESABAMENTO ☐ QUEDA DE ALTURA ☐ QUEIMADURA ☐ SOTERRAMENTO ☐ OUTROS: _____							
☐ ASSISTÊNCIA AO PARTO ☐ ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL (AVC) ☐ CONVULSÃO ☐ DESMAIO (SINCOPE) ☐ DISPNEIA ☐ DISTÚRBIOS PSIQUIÁTRICOS ☐ DOR PRECORDIAL ☐ LESÃO EXÓGENA				☐ PARADA CARDIORRESPIRATÓRIA ☐ TENTATIVA DE SUICÍDIO ☐ INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO (IAM) ☐ OUTROS							
V - ACIDENTE DE TRABALHO ☐ TÍPICO ☐ TRAJETO ☐ ÓRGÃO QUE COMPARECEU:											
VI - VEÍCULO											
1. TIPO DE VEÍCULO		2. CONDIÇÃO DE SEGURANÇA		3. SITUAÇÃO (VÍTIMA)		4. POSIÇÃO NO VEÍCULO					
☐ AUTOMÓVEL ☐ BICICLETA ☐ CAMINHÃO ☐ MOTOCICLETA ☐ ÔNIBUS ☐ OUTROS: _____		☐ AIR BAG ATIVOU ☐ SIM ☐ NÃO ☐ USAVA CAPACETE ☐ SIM ☐ NÃO ☐ USAVA CINTO ☐ SIM ☐ NÃO ☐ NÃO OBSERVADO		☐ À PÉ ☐ EM AUTO ☐ EM BICICLETA ☐ EM MOTO ☐ OUTROS: _____		☐ CONDUTOR ☐ BANCO DIANTEIRO ☐ BANCO TRASEIRO ☐ GARUPA ☐ OUTROS: _____					
VII - PRINCIPAIS LESÕES ☐ SEM LESÕES APARENTES											
LOCAL DA LESÃO											
TIPO DE LESÃO	CRÂNIO	FACE	PESCOÇO	DORSO	TÓRAX	ABDOMEN	MSD	MSE	BACIA	MID	MIE
CONTUSÃO											
ESCORIAÇÃO											
F. C. CONTUSO											
F. PERFURANTE											
FRATURA ABERTA											
FRATURA FECHADA											
OUTROS:											
VIII - QUEIMADURA											
1. TIPO DE QUEIMADURA											
☐ ELÉTRICA ☐ QUÍMICA ☐ TÉRMICA											
2. VIAS AÉREAS ATINGIDAS											
☐ SIM ☐ NÃO											
3. SUPERFÍCIE ATINGIDA (%):											
4. PRODUTO CAUSADOR:											
Cabeça e Pescoço 9% Tronco 36% Cada Braço 9% Cada Perna 18% Períneo - 1% Cabeça e Pescoço 18% Tronco 36% Cada Braço 9% Cada Perna 13,5% Períneo - 1% Cabeça e Pescoço 18% Tronco 36% Cada Braço 9% Cada Perna 13,5% Períneo - 1%											

	RELATÓRIO DE ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR - CBMMG			
	Nº:	DATA EMISSÃO: ____/____/____	PREFIXO VTR:	
	UNIDADE/SETOR:	FLS: ____/____		
	MUNICÍPIO:			
XIX – QUALIFICAÇÃO DAS TESTEMUNHAS				
NOME:		IDADE:	SEXO: ☐ M ☐ F	
PAI:		MÃE:		
END.(av,rua,etc.):		NUM/COMP:		
NACIONALIDADE:	NATURALIDADE:	OC. ATUAL:		
BAIRRO:	MUNICÍPIO:	CEP:		
UF:	RG:	CPF:	TEL:	
NOME:		IDADE:	SEXO: ☐ M ☐ F	
PAI:		MÃE:		
END.(av,rua,etc.):		NUM/COMP:		
NACIONALIDADE:	NATURALIDADE:	OC. ATUAL:		
BAIRRO:	MUNICÍPIO:	CEP:		
UF:	RG:	CPF:	TEL:	
XX – HISTÓRICO				
EM BRANCO				
XXI – COMPONENTES DA GU BM (UR)				
EFETIVO EMPREGADO (NOME E P/G):				
XXII – RELATOR DA OCORRÊNCIA				
UNIDADE/SETOR:	CARGO:	MATRÍCULA:		
NOME (LEGÍVEL):		ASSINATURA:		

ANEXO E

Itinerary Report da Roteirização de Veículos a partir das Unidades de Atendimento existentes.

Itinerary Report / instalações existentes

Route # : 1 Tot Time: 1:44 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 9.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 10:12pm
1 88 10:17pm-11:52pm 4.5 1.0
END 3 11:56pm 4.4
Total 9.0 1.0

Route # : 2 Tot Time: 2:04 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 1:05pm
1 90 1:10pm- 3:05pm 4.3 1.0
END 3 3:09pm 4.1
Total 8.5 1.0

Route # : 3 Tot Time: 3:09 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 6:55am
1 49 7:00am-10:00am 4.3 1.0
END 3 10:04am 4.1
Total 8.5 1.0

Route # : 4 Tot Time: 1:14 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 7:20pm
1 9 7:25pm- 8:30pm 4.3 1.0
END 3 8:34pm 4.2
Total 8.6 1.0

Route # : 5 Tot Time: 1:18 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 2:50pm
1 70 2:55pm- 4:05pm 4.2 1.0
END 3 4:09pm 4.1
Total 8.4 1.0

Route # : 6 Tot Time: 1:58 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 7:30am
1 91 7:35am- 9:25am 4.1 1.0
END 3 9:29am 4.1
Total 8.3 1.0

Route # : 7 Tot Time: 1:10 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 8:57pm
1 84 9:00pm-10:05pm 2.3 1.0
END 3 10:07pm 2.3
Total 4.8 1.0

Route # : 8 Tot Time: 1:28 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 2:34pm
1 20 2:36pm- 4:00pm 1.8 1.0
END 3 4:02pm 1.8
Total 3.6 1.0

Route # : 9 Tot Time: 1:13 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 8:58pm
1 6 9:00pm-10:10pm 1.7 1.0
END 3 10:12pm 1.7
Total 3.4 1.0

Route # : 10 Tot Time: 1:03 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 3:28am
1 66 3:30am- 4:30am 1.6 1.0
END 3 4:32am 1.6
Total 3.3 1.0

Route # : 11 Tot Time: 1:11 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 1:38pm
1 43 1:40pm- 2:48pm 1.5 1.0
END 3 2:50pm 1.5
Total 3.1 1.0

Route # : 12 Tot Time: 0:38 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 3:28pm
1 31 3:30pm- 4:05pm 1.5 1.0
END 3 4:07pm 1.5
Total 3.1 1.0

Route # : 13 Tot Time: 0:57 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 7:18am
1 85 7:20am- 8:15am 1.1 1.0
END 3 8:16am 1.1
Total 2.3 1.0

Route # : 14 Tot Time: 1:17 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.2 Depart Load: 1.0

No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 12:13pm
1 23 12:15pm- 1:30pm 1.1 1.0
END 3 1:31pm 1.1
Total 2.2 1.0

Route # : 15 Tot Time: 1:07 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 2:08am
1 5 2:10am- 3:15am 1.0 1.0
END 3 3:16am 1.0
Total 2.1 1.0

Route # : 16 Tot Time: 1:09 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 2:12am
1 57 2:13am- 3:20am 0.9 1.0
END 3 3:21am 0.9
Total 2.0 1.0

Route # : 17 Tot Time: 1:14 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 13.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 3:08pm
1 28 3:15pm- 4:15pm 6.8 1.0
END 2 4:22pm 6.8
Total 13.6 1.0

Route # : 18 Tot Time: 1:20 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 10.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 6:34pm
1 40 6:40pm- 7:49pm 5.3 1.0
END 2 7:54pm 5.3
Total 10.7 1.0

Route # : 19 Tot Time: 1:39 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 9.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 8:45pm
1 17 8:50pm-10:20pm 4.5 1.0
END 2 10:25pm 4.5
Total 9.1 1.0

Route # : 20 Tot Time: 1:35 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 4:49pm
1 71 4:54pm- 6:20pm 4.3 1.0
END 2 6:24pm 4.3
Total 8.8 1.0

Route # : 21 Tot Time: 1:08 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 5:25pm
1 3 5:30pm- 6:30pm 4.1 1.0

END 2 6:34pm 4.1
Total 8.3 1.0

Route # : 22 Tot Time: 4:37 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.9 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 2:51am
1 12 2:55am- 7:25am 3.4 1.0
END 2 7:28am 3.4
Total 6.9 1.0

Route # : 23 Tot Time: 0:52 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 4:06pm
1 62 4:10pm- 4:55pm 3.4 1.0
END 2 4:58pm 3.4
Total 6.8 1.0

Route # : 24 Tot Time: 1:12 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 4:06am
1 1 4:10am- 5:15am 3.3 1.0
END 2 5:18am 3.3
Total 6.7 1.0

Route # : 25 Tot Time: 1:01 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 12:21pm
1 50 12:25pm- 1:19pm 3.3 1.0
END 2 1:22pm 3.3
Total 6.7 1.0

Route # : 26 Tot Time: 1:26 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 6:17pm
1 39 6:20pm- 7:40pm 2.8 1.0
END 2 7:43pm 2.8
Total 5.6 1.0

Route # : 27 Tot Time: 1:10 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 1:37pm
1 79 1:40pm- 2:45pm 2.5 1.0
END 2 2:48pm 2.5
Total 5.1 1.0

Route # : 28 Tot Time: 1:10 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 11:46am
1 27 11:48am-12:55pm 1.6 1.0
END 2 12:57pm 1.7
Total 3.4 1.0

Route # : 29 Tot Time: 0:54 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 2:32pm
1 18 2:34pm- 3:25pm 1.6 1.0
END 2 3:27pm 1.6
Total 3.3 1.0

Route # : 30 Tot Time: 2:18 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 7:18pm
1 47 7:20pm- 9:35pm 1.4 1.0
END 2 9:37pm 1.5
Total 3.0 1.0

Route # : 31 Tot Time: 0:38 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 2:18pm
1 8 2:20pm- 2:55pm 1.3 1.0
END 2 2:56pm 1.4
Total 2.8 1.0

Route # : 32 Tot Time: 0:52 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 12:49pm
1 29 12:50pm- 1:40pm 0.9 1.0
END 2 1:41pm 0.9
Total 2.0 1.0

Route # : 33 Tot Time: 1:39 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 10:57am
1 64 10:58am-12:35pm 0.9 1.0
END 2 12:36pm 0.9
Total 1.8 1.0

Route # : 34 Tot Time: 1:11 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 12:39pm
1 87 12:40pm- 1:50pm 0.6 1.0
END 2 1:51pm 0.6
Total 1.3 1.0

Route # : 35 Tot Time: 1:11 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 3:04pm
1 73 3:05pm- 4:15pm 0.6 1.0
END 2 4:16pm 0.6
Total 1.2 1.0

Route # : 36 Tot Time: 1:18 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery

2 9:15am
1 38 9:16am-10:33am 0.5 1.0
END 2 10:34am 0.5
Total 1.1 1.0

Route # : 37 Tot Time: 0:41 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 0.9 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 4:24pm
1 63 4:25pm- 5:05pm 0.4 1.0
END 2 5:05pm 0.4
Total 0.9 1.0

Route # : 38 Tot Time: 2:02 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 12.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 7:58pm
1 13 8:05pm- 9:55pm 6.0 1.0
END 1 10:01pm 6.3
Total 12.4 1.0

Route # : 39 Tot Time: 2:25 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 11.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 9:44am
1 68 9:50am-12:04pm 5.4 1.0
END 1 12:10pm 5.6
Total 11.0 1.0

Route # : 40 Tot Time: 1:08 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 9.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 5:45am
1 61 5:50am- 6:49am 4.6 1.0
END 1 6:54am 4.6
Total 9.2 1.0

Route # : 41 Tot Time: 1:44 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.9 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 5:55pm
1 51 6:00pm- 7:35pm 4.3 1.0
END 1 7:40pm 4.5
Total 8.9 1.0

Route # : 42 Tot Time: 2:54 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.9 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 6:25pm
1 65 6:30pm- 9:15pm 4.3 1.0
END 1 9:20pm 4.5
Total 8.9 1.0

Route # : 43 Tot Time: 1:24 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 7:55am
1 36 8:00am- 9:15am 4.1 1.0
END 1 9:19am 4.3

Total 8.6 1.0
Route # : 44 Tot Time: 1:06 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 9:32pm
1 42 9:37pm-10:35pm 4.1 1.0
END 1 10:39pm 4.1
Total 8.3 1.0

Route # : 45 Tot Time: 0:58 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 6:50am
1 41 6:55am- 7:45am 4.0 1.0
END 1 7:49am 4.1
Total 8.2 1.0

Route # : 46 Tot Time: 2:12 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 7.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 8:36am
1 46 8:40am-10:45am 3.6 1.0
END 1 10:49am 3.6
Total 7.4 1.0

Route # : 47 Tot Time: 0:57 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 7.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 5:46pm
1 59 5:50pm- 6:40pm 3.5 1.0
END 1 6:44pm 3.8
Total 7.4 1.0

Route # : 48 Tot Time: 0:49 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 7.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 9:34am
1 16 9:38am-10:20am 3.5 1.0
END 1 10:24am 3.7
Total 7.2 1.0

Route # : 49 Tot Time: 1:27 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 7.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 7:31pm
1 11 7:35pm- 8:55pm 3.4 1.0
END 1 8:59pm 3.6
Total 7.1 1.0

Route # : 50 Tot Time: 1:17 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.9 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 10:36pm
1 60 10:40pm-11:50pm 3.3 1.0
END 1 11:54pm 3.5
Total 6.9 1.0

Route # : 51 Tot Time: 0:57 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.8 Depart Load: 1.0

No. Name Arrival-Depart Dist Delivery

1 5:41pm

1 75 5:45pm- 6:35pm 3.3 1.0

END 1 6:39pm 3.5

Total 6.8 1.0

Route # : 52 Tot Time: 0:42 Capacity : 1.0

Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.7 Depart Load: 1.0

No. Name Arrival-Depart Dist Delivery

1 2:56pm

1 7 3:00pm- 3:35pm 3.2 1.0

END 1 3:38pm 3.4

Total 6.7 1.0

Route # : 53 Tot Time: 1:42 Capacity : 1.0

Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.6 Depart Load: 1.0

No. Name Arrival-Depart Dist Delivery

1 4:21pm

1 21 4:25pm- 6:00pm 3.1 1.0

END 1 6:03pm 3.3

Total 6.6 1.0

Route # : 54 Tot Time: 1:01 Capacity : 1.0

Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.5 Depart Load: 1.0

No. Name Arrival-Depart Dist Delivery

1 7:26pm

1 89 7:30pm- 8:25pm 3.1 1.0

END 1 8:28pm 3.3

Total 6.5 1.0

Route # : 55 Tot Time: 1:26 Capacity : 1.0

Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.2 Depart Load: 1.0

No. Name Arrival-Depart Dist Delivery

1 5:52pm

1 76 5:55pm- 7:15pm 2.9 1.0

END 1 7:18pm 3.2

Total 6.2 1.0

Route # : 56 Tot Time: 1:06 Capacity : 1.0

Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.0 Depart Load: 1.0

No. Name Arrival-Depart Dist Delivery

1 4:17pm

1 81 4:20pm- 5:20pm 2.9 1.0

END 1 5:23pm 3.0

Total 6.0 1.0

Route # : 57 Tot Time: 1:30 Capacity : 1.0

Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.3 Depart Load: 1.0

No. Name Arrival-Depart Dist Delivery

1 5:07pm

1 55 5:10pm- 6:35pm 2.6 1.0

END 1 6:38pm 2.7

Total 5.3 1.0

Route # : 58 Tot Time: 0:55 Capacity : 1.0

Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.4 Depart Load: 1.0

No. Name Arrival-Depart Dist Delivery

1 4:42am

1 10 4:45am- 5:35am 2.6 1.0

END 1 5:38am 2.8
Total 5.4 1.0

Route # : 59 Tot Time: 1:20 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 5:27pm
1 54 5:30pm- 6:45pm 2.5 1.0
END 1 6:48pm 2.7
Total 5.4 1.0

Route # : 60 Tot Time: 0:10 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 4:22pm
1 80 4:25pm- 4:30pm 2.4 1.0
END 1 4:33pm 2.5
Total 5.0 1.0

Route # : 61 Tot Time: 0:54 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 6:02pm
1 35 6:05pm- 6:55pm 2.1 1.0
END 1 6:57pm 2.2
Total 4.4 1.0

Route # : 62 Tot Time: 1:09 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 10:27pm
1 78 10:30pm-11:35pm 2.1 1.0
END 1 11:37pm 2.2
Total 4.4 1.0

Route # : 63 Tot Time: 1:19 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 7:47pm
1 56 7:50pm- 9:05pm 2.0 1.0
END 1 9:07pm 2.2
Total 4.3 1.0

Route # : 64 Tot Time: 1:36 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 10:20pm
1 45 10:23pm-11:55pm 2.0 1.0
END 1 11:57pm 2.2
Total 4.3 1.0

Route # : 65 Tot Time: 0:49 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 8:18pm
1 92 8:20pm- 9:05pm 1.8 1.0
END 1 9:07pm 1.8
Total 3.7 1.0

Route # : 66 Tot Time: 1:29 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 9:13pm
1 86 9:15pm-10:40pm 1.7 1.0
END 1 10:42pm 1.7
Total 3.5 1.0

Route # : 67 Tot Time: 1:04 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 6:03pm
1 58 6:05pm- 7:05pm 1.7 1.0
END 1 7:07pm 2.0
Total 3.8 1.0

Route # : 68 Tot Time: 1:44 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 5:58pm
1 15 6:00pm- 7:40pm 1.7 1.0
END 1 7:42pm 1.9
Total 3.7 1.0

Route # : 69 Tot Time: 1:08 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 6:23pm
1 4 6:25pm- 7:30pm 1.6 1.0
END 1 7:32pm 1.7
Total 3.4 1.0

Route # : 70 Tot Time: 1:18 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 8:28am
1 48 8:30am- 9:45am 1.6 1.0
END 1 9:47am 1.6
Total 3.3 1.0

Route # : 71 Tot Time: 1:11 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 12:10pm
1 37 12:12pm- 1:20pm 1.6 1.0
END 1 1:22pm 1.6
Total 3.3 1.0

Route # : 72 Tot Time: 1:01 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 11:08am
1 32 11:10am-12:08pm 1.5 1.0
END 1 12:10pm 1.6
Total 3.2 1.0

Route # : 73 Tot Time: 1:03 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery

1 7:33am
1 53 7:35am- 8:35am 1.5 1.0
END 1 8:37am 1.5
Total 3.1 1.0

Route # : 74 Tot Time: 1:10 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 4:03pm
1 69 4:05pm- 5:12pm 1.4 1.0
END 1 5:13pm 1.4
Total 3.0 1.0

Route # : 75 Tot Time: 0:38 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 4:53pm
1 52 4:55pm- 5:30pm 1.3 1.0
END 1 5:32pm 1.8
Total 3.2 1.0

Route # : 76 Tot Time: 1:18 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.9 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 8:58am
1 72 9:00am-10:15am 1.3 1.0
END 1 10:17am 1.5
Total 2.9 1.0

Route # : 77 Tot Time: 1:58 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 11:48am
1 82 11:50am- 1:45pm 1.3 1.0
END 1 1:46pm 1.4
Total 2.7 1.0

Route # : 78 Tot Time: 0:52 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 6:54pm
1 44 6:56pm- 7:45pm 1.2 1.0
END 1 7:46pm 1.2
Total 2.5 1.0

Route # : 79 Tot Time: 1:07 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 4:23pm
1 24 4:25pm- 5:30pm 1.1 1.0
END 1 5:31pm 1.2
Total 2.4 1.0

Route # : 80 Tot Time: 0:57 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 8:38am
1 30 8:40am- 9:35am 1.1 1.0
END 1 9:36am 1.3

Total 2.5 1.0

Route # : 81 Tot Time: 1:02 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 6:48pm
1 34 6:50pm- 7:50pm 1.0 1.0
END 1 7:51pm 1.2
Total 2.3 1.0

Route # : 82 Tot Time: 1:27 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 6:38pm
1 25 6:40pm- 8:05pm 1.0 1.0
END 1 8:06pm 1.1
Total 2.2 1.0

Route # : 83 Tot Time: 0:57 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 10:23am
1 83 10:25am-11:20am 1.0 1.0
END 1 11:21am 1.0
Total 2.1 1.0

Route # : 84 Tot Time: 1:17 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 5:23pm
1 19 5:25pm- 6:40pm 1.0 1.0
END 1 6:41pm 1.0
Total 2.0 1.0

Route # : 85 Tot Time: 1:21 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.9 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 7:15am
1 33 7:16am- 8:35am 0.8 1.0
END 1 8:36am 1.0
Total 1.9 1.0

Route # : 86 Tot Time: 1:24 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 9:07am
1 14 9:08am-10:30am 0.8 1.0
END 1 10:31am 1.1
Total 2.0 1.0

Route # : 87 Tot Time: 0:57 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 11:59am
1 74 12:00pm-12:55pm 0.8 1.0
END 1 12:56pm 0.7
Total 1.6 1.0

Route # : 88 Tot Time: 0:57 Capacity : 1.0

Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 10:14am
1 77 10:15am-11:10am 0.8 1.0
END 1 11:11am 0.7
Total 1.6 1.0

Route # : 89 Tot Time: 1:02 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 11:44am
1 67 11:45am-12:45pm 0.8 1.0
END 1 12:46pm 0.8
Total 1.7 1.0

Route # : 90 Tot Time: 1:06 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 7:49pm
1 26 7:50pm- 8:55pm 0.7 1.0
END 1 8:56pm 0.7
Total 1.4 1.0

Route # : 91 Tot Time: 1:01 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 8:24pm
1 22 8:25pm- 9:25pm 0.6 1.0
END 1 9:26pm 0.5
Total 1.2 1.0

Route # : 92 Tot Time: 0:46 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 0.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 2:14pm
1 2 2:15pm- 3:00pm 0.3 1.0
END 1 3:00pm 0.1
Total 0.6 1.0

ANEXO F

Itinerary Report da Roteirização de Veículos a partir das Unidades de Atendimento existentes e selecionadas.

Itinerary Report / instalações existentes e selecionadas

Route # : 1 Tot Time: 1:32 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 11.9 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 7:29pm
1 11 7:35pm- 8:55pm 5.9 1.0
END 8 9:01pm 5.9
Total 11.9 1.0

Route # : 2 Tot Time: 1:02 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 11.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 5:39pm
1 75 5:45pm- 6:35pm 5.8 1.0
END 8 6:41pm 5.7
Total 11.6 1.0

Route # : 3 Tot Time: 1:00 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 10.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 4:39am
1 10 4:45am- 5:35am 5.1 1.0
END 8 5:40am 5.0
Total 10.2 1.0

Route # : 4 Tot Time: 0:15 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 10.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 4:20pm
1 80 4:25pm- 4:30pm 4.9 1.0
END 8 4:35pm 5.1
Total 10.1 1.0

Route # : 5 Tot Time: 0:59 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 9.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 6:00pm
1 35 6:05pm- 6:55pm 4.7 1.0
END 8 7:00pm 4.7
Total 9.5 1.0

Route # : 6 Tot Time: 1:41 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 9.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 10:18pm
1 45 10:23pm-11:55pm 4.5 1.0
END 8 0:00am 4.7
Total 9.4 1.0

Route # : 7 Tot Time: 1:18 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 9.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 6:35pm
1 40 6:40pm- 7:49pm 4.5 1.0
END 8 7:54pm 4.5
Total 9.1 1.0

Route # : 8 Tot Time: 1:09 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 6:00pm
1 58 6:05pm- 7:05pm 4.3 1.0
END 8 7:09pm 4.4
Total 8.8 1.0

Route # : 9 Tot Time: 1:35 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 4:49pm
1 71 4:54pm- 6:20pm 4.3 1.0
END 8 6:24pm 4.3
Total 8.6 1.0

Route # : 10 Tot Time: 1:14 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 10:25pm
1 78 10:30pm-11:35pm 4.2 1.0
END 8 11:39pm 4.3
Total 8.5 1.0

Route # : 11 Tot Time: 1:23 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 7:45pm
1 56 7:50pm- 9:05pm 4.0 1.0
END 8 9:09pm 4.0
Total 8.0 1.0

Route # : 12 Tot Time: 1:48 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 7.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 5:56pm
1 15 6:00pm- 7:40pm 3.8 1.0
END 8 7:44pm 3.9
Total 7.8 1.0

Route # : 13 Tot Time: 1:15 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 7.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 12:08pm
1 37 12:12pm- 1:20pm 3.5 1.0
END 8 1:24pm 3.6
Total 7.1 1.0

Route # : 14 Tot Time: 1:21 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.2 Depart Load: 1.0

No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 8:26am
1 48 8:30am- 9:45am 3.0 1.0
END 8 9:48am 3.1
Total 6.2 1.0

Route # : 15 Tot Time: 0:51 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 8:17pm
1 92 8:20pm- 9:05pm 2.9 1.0
END 8 9:08pm 2.7
Total 5.7 1.0

Route # : 16 Tot Time: 1:30 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 9:12pm
1 86 9:15pm-10:40pm 2.8 1.0
END 8 10:43pm 2.6
Total 5.5 1.0

Route # : 17 Tot Time: 1:12 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 4:02pm
1 69 4:05pm- 5:12pm 2.3 1.0
END 8 5:14pm 2.3
Total 4.7 1.0

Route # : 18 Tot Time: 1:29 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 6:38pm
1 25 6:40pm- 8:05pm 1.8 1.0
END 8 8:07pm 1.8
Total 3.7 1.0

Route # : 19 Tot Time: 1:03 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 5:28pm
1 3 5:30pm- 6:30pm 1.4 1.0
END 8 6:32pm 1.5
Total 3.0 1.0

Route # : 20 Tot Time: 2:18 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 7:18pm
1 47 7:20pm- 9:35pm 1.3 1.0
END 8 9:36pm 1.3
Total 2.6 1.0

Route # : 21 Tot Time: 1:09 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 11:46am
1 27 11:48am-12:55pm 1.1 1.0
END 8 12:56pm 1.1

Total 2.3 1.0

Route # : 22 Tot Time: 1:22 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 6:18pm
1 39 6:20pm- 7:40pm 1.0 1.0
END 8 7:41pm 1.0
Total 2.0 1.0

Route # : 23 Tot Time: 4:32 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 2:54am
1 12 2:55am- 7:25am 0.8 1.0
END 8 7:26am 0.8
Total 1.6 1.0

Route # : 24 Tot Time: 0:47 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
8 4:09pm
1 62 4:10pm- 4:55pm 0.7 1.0
END 8 4:56pm 0.7
Total 1.5 1.0

Route # : 25 Tot Time: 2:21 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 7.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 9:46am
1 68 9:50am-12:04pm 3.5 1.0
END 5 12:08pm 3.5
Total 7.0 1.0

Route # : 26 Tot Time: 1:56 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 8:01pm
1 13 8:05pm- 9:55pm 3.2 1.0
END 5 9:58pm 3.2
Total 6.5 1.0

Route # : 27 Tot Time: 1:21 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 7:56am
1 36 8:00am- 9:15am 3.1 1.0
END 5 9:18am 3.1
Total 6.3 1.0

Route # : 28 Tot Time: 0:48 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 9:34am
1 16 9:38am-10:20am 3.0 1.0
END 5 10:23am 3.1
Total 6.2 1.0

Route # : 29 Tot Time: 1:01 Capacity : 1.0

Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 7:27pm
1 89 7:30pm- 8:25pm 2.9 1.0
END 5 8:28pm 2.9
Total 5.8 1.0

Route # : 30 Tot Time: 1:26 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 5:52pm
1 76 5:55pm- 7:15pm 2.8 1.0
END 5 7:18pm 2.8
Total 5.8 1.0

Route # : 31 Tot Time: 1:16 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 10:37pm
1 60 10:40pm-11:50pm 2.8 1.0
END 5 11:53pm 2.8
Total 5.7 1.0

Route # : 32 Tot Time: 1:40 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 4:22pm
1 21 4:25pm- 6:00pm 2.6 1.0
END 5 6:03pm 2.6
Total 5.2 1.0

Route # : 33 Tot Time: 1:20 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 5:27pm
1 54 5:30pm- 6:45pm 2.5 1.0
END 5 6:47pm 2.4
Total 5.0 1.0

Route # : 34 Tot Time: 1:05 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 4:17pm
1 81 4:20pm- 5:20pm 2.3 1.0
END 5 5:22pm 2.2
Total 4.5 1.0

Route # : 35 Tot Time: 0:55 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 5:47pm
1 59 5:50pm- 6:40pm 2.2 1.0
END 5 6:42pm 2.2
Total 4.5 1.0

Route # : 36 Tot Time: 2:50 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 6:27pm

1 65 6:30pm- 9:15pm 2.2 1.0
END 5 9:17pm 2.2
Total 4.5 1.0

Route # : 37 Tot Time: 1:40 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 5:57pm
1 51 6:00pm- 7:35pm 2.2 1.0
END 5 7:37pm 2.2
Total 4.5 1.0

Route # : 38 Tot Time: 0:39 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 2:57pm
1 7 3:00pm- 3:35pm 2.1 1.0
END 5 3:37pm 2.1
Total 4.2 1.0

Route # : 39 Tot Time: 1:09 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 7:22pm
1 9 7:25pm- 8:30pm 2.0 1.0
END 5 8:32pm 2.0
Total 4.1 1.0

Route # : 40 Tot Time: 1:14 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 2:53pm
1 70 2:55pm- 4:05pm 1.9 1.0
END 5 4:07pm 1.9
Total 4.0 1.0

Route # : 41 Tot Time: 1:38 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 10:15pm
1 88 10:17pm-11:52pm 1.8 1.0
END 5 11:54pm 1.6
Total 3.5 1.0

Route # : 42 Tot Time: 1:53 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 7:33am
1 91 7:35am- 9:25am 1.2 1.0
END 5 9:26am 1.2
Total 2.5 1.0

Route # : 43 Tot Time: 1:57 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 1:08pm
1 90 1:10pm- 3:05pm 1.1 1.0
END 5 3:06pm 1.1
Total 2.3 1.0

Route # : 44 Tot Time: 3:02 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
5 6:58am
1 49 7:00am-10:00am 1.1 1.0
END 5 10:01am 1.1
Total 2.3 1.0

Route # : 45 Tot Time: 1:08 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 8.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
4 3:10pm
1 28 3:15pm- 4:15pm 4.0 1.0
END 4 4:19pm 4.0
Total 8.1 1.0

Route # : 46 Tot Time: 1:30 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.8 Depart Load: 1.0
Página 10
itinerário existentes e novas.txt
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
4 5:07pm
1 55 5:10pm- 6:35pm 2.3 1.0
END 4 6:37pm 2.3
Total 4.8 1.0

Route # : 47 Tot Time: 1:34 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
4 8:48pm
1 17 8:50pm-10:20pm 1.7 1.0
END 4 10:22pm 1.7
Total 3.6 1.0

Route # : 48 Tot Time: 1:01 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
4 5:48am
1 61 5:50am- 6:49am 1.0 1.0
END 4 6:50am 1.0
Total 2.1 1.0

Route # : 49 Tot Time: 2:07 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
4 8:38am
1 46 8:40am-10:45am 1.0 1.0
END 4 10:46am 1.0
Total 2.1 1.0

Route # : 50 Tot Time: 0:59 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
4 9:36pm
1 42 9:37pm-10:35pm 0.6 1.0
END 4 10:36pm 0.6
Total 1.2 1.0

Route # : 51 Tot Time: 0:51 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 0.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
4 6:54am
1 41 6:55am- 7:45am 0.3 1.0
END 4 7:45am 0.3
Total 0.7 1.0

Route # : 52 Tot Time: 1:10 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 4.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 8:57pm
1 84 9:00pm-10:05pm 2.3 1.0
END 3 10:07pm 2.3
Total 4.8 1.0

Route # : 53 Tot Time: 1:28 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 2:34pm
1 20 2:36pm- 4:00pm 1.8 1.0
END 3 4:02pm 1.8
Total 3.6 1.0

Route # : 54 Tot Time: 1:13 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 8:58pm
1 6 9:00pm-10:10pm 1.7 1.0
END 3 10:12pm 1.7
Total 3.4 1.0

Route # : 55 Tot Time: 1:03 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 3:28am
1 66 3:30am- 4:30am 1.6 1.0
END 3 4:32am 1.6
Total 3.3 1.0

Route # : 56 Tot Time: 1:11 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 1:38pm
1 43 1:40pm- 2:48pm 1.5 1.0
END 3 2:50pm 1.5
Total 3.1 1.0

Route # : 57 Tot Time: 0:38 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 3:28pm
1 31 3:30pm- 4:05pm 1.5 1.0
END 3 4:07pm 1.5
Total 3.1 1.0

Route # : 58 Tot Time: 0:57 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery

3 7:18am
1 85 7:20am- 8:15am 1.1 1.0
END 3 8:16am 1.1
Total 2.3 1.0

Route # : 59 Tot Time: 1:17 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 12:13pm
1 23 12:15pm- 1:30pm 1.1 1.0
END 3 1:31pm 1.1
Total 2.2 1.0

Route # : 60 Tot Time: 1:07 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 2:08am
1 5 2:10am- 3:15am 1.0 1.0
END 3 3:16am 1.0
Total 2.1 1.0

Route # : 61 Tot Time: 1:09 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
3 2:12am
1 57 2:13am- 3:20am 0.9 1.0
END 3 3:21am 0.9
Total 2.0 1.0

Route # : 62 Tot Time: 1:12 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 4:06am
1 1 4:10am- 5:15am 3.3 1.0
END 2 5:18am 3.3
Total 6.7 1.0

Route # : 63 Tot Time: 1:01 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 6.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 12:21pm
1 50 12:25pm- 1:19pm 3.3 1.0
END 2 1:22pm 3.3
Total 6.7 1.0

Route # : 64 Tot Time: 1:10 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 5.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 1:37pm
1 79 1:40pm- 2:45pm 2.5 1.0
END 2 2:48pm 2.5
Total 5.1 1.0

Route # : 65 Tot Time: 0:54 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 2:32pm
1 18 2:34pm- 3:25pm 1.6 1.0
END 2 3:27pm 1.6

Total 3.3 1.0

Route # : 66 Tot Time: 0:38 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 2:18pm
1 8 2:20pm- 2:55pm 1.3 1.0
END 2 2:56pm 1.4
Total 2.8 1.0

Route # : 67 Tot Time: 0:52 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 12:49pm
1 29 12:50pm- 1:40pm 0.9 1.0
END 2 1:41pm 0.9
Total 2.0 1.0

Route # : 68 Tot Time: 1:39 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.8 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 10:57am
1 64 10:58am-12:35pm 0.9 1.0
END 2 12:36pm 0.9
Total 1.8 1.0

Route # : 69 Tot Time: 1:11 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 12:39pm
1 87 12:40pm- 1:50pm 0.6 1.0
END 2 1:51pm 0.6
Total 1.3 1.0

Route # : 70 Tot Time: 1:11 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 3:04pm
1 73 3:05pm- 4:15pm 0.6 1.0
END 2 4:16pm 0.6
Total 1.2 1.0

Route # : 71 Tot Time: 1:18 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 9:15am
1 38 9:16am-10:33am 0.5 1.0
END 2 10:34am 0.5
Total 1.1 1.0

Route # : 72 Tot Time: 0:41 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 0.9 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
2 4:24pm
1 63 4:25pm- 5:05pm 0.4 1.0
END 2 5:05pm 0.4
Total 0.9 1.0

Route # : 73 Tot Time: 1:08 Capacity : 1.0

Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 6:23pm
1 4 6:25pm- 7:30pm 1.6 1.0
END 1 7:32pm 1.7
Total 3.4 1.0

Route # : 74 Tot Time: 1:01 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 11:08am
1 32 11:10am-12:08pm 1.5 1.0
END 1 12:10pm 1.6
Total 3.2 1.0

Route # : 75 Tot Time: 1:03 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 7:33am
1 53 7:35am- 8:35am 1.5 1.0
END 1 8:37am 1.5
Total 3.1 1.0

Route # : 76 Tot Time: 0:38 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 3.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 4:53pm
1 52 4:55pm- 5:30pm 1.3 1.0
END 1 5:32pm 1.8
Total 3.2 1.0

Route # : 77 Tot Time: 1:18 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.9 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 8:58am
1 72 9:00am-10:15am 1.3 1.0
END 1 10:17am 1.5
Total 2.9 1.0

Route # : 78 Tot Time: 1:58 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 11:48am
1 82 11:50am- 1:45pm 1.3 1.0
END 1 1:46pm 1.4
Total 2.7 1.0

Route # : 79 Tot Time: 0:52 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 6:54pm
1 44 6:56pm- 7:45pm 1.2 1.0
END 1 7:46pm 1.2
Total 2.5 1.0

Route # : 80 Tot Time: 1:07 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 4:23pm

1 24 4:25pm- 5:30pm 1.1 1.0
END 1 5:31pm 1.2
Total 2.4 1.0

Route # : 81 Tot Time: 0:57 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.5 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 8:38am
1 30 8:40am- 9:35am 1.1 1.0
END 1 9:36am 1.3
Total 2.5 1.0

Route # : 82 Tot Time: 1:02 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.3 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 6:48pm
1 34 6:50pm- 7:50pm 1.0 1.0
END 1 7:51pm 1.2
Total 2.3 1.0

Route # : 83 Tot Time: 0:57 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.1 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 10:23am
1 83 10:25am-11:20am 1.0 1.0
END 1 11:21am 1.0
Total 2.1 1.0

Route # : 84 Tot Time: 1:17 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 5:23pm
1 19 5:25pm- 6:40pm 1.0 1.0
END 1 6:41pm 1.0
Total 2.0 1.0

Route # : 85 Tot Time: 1:21 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.9 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 7:15am
1 33 7:16am- 8:35am 0.8 1.0
END 1 8:36am 1.0
Total 1.9 1.0

Route # : 86 Tot Time: 1:24 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 2.0 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 9:07am
1 14 9:08am-10:30am 0.8 1.0
END 1 10:31am 1.1
Total 2.0 1.0

Route # : 87 Tot Time: 0:57 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 11:59am
1 74 12:00pm-12:55pm 0.8 1.0
END 1 12:56pm 0.7
Total 1.6 1.0

Route # : 88 Tot Time: 0:57 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 10:14am
1 77 10:15am-11:10am 0.8 1.0
END 1 11:11am 0.7
Total 1.6 1.0

Route # : 89 Tot Time: 1:02 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.7 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 11:44am
1 67 11:45am-12:45pm 0.8 1.0
END 1 12:46pm 0.8
Total 1.7 1.0

Route # : 90 Tot Time: 1:06 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.4 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 7:49pm
1 26 7:50pm- 8:55pm 0.7 1.0
END 1 8:56pm 0.7
Total 1.4 1.0

Route # : 91 Tot Time: 1:01 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 1.2 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 8:24pm
1 22 8:25pm- 9:25pm 0.6 1.0
END 1 9:26pm 0.5
Total 1.2 1.0

Route # : 92 Tot Time: 0:46 Capacity : 1.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 0.6 Depart Load: 1.0
No. Name Arrival-Depart Dist Delivery
1 2:14pm
1 2 2:15pm- 3:00pm 0.3 1.0
END 1 3:00pm 0.1
Total 0.6 1.0

ANEXO G

Rede viária de Uberlândia exibindo o conjunto de seleção no *layer* das unidades públicas de saúde.

