

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES  
GEOGRÁFICAS VISANDO O GERENCIAMENTO DA  
SEGURANÇA VIÁRIA NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ – SC**

Dissertação submetida à Universidade  
Federal de Santa Catarina para a obtenção  
do grau de Mestre em Engenharia Civil.

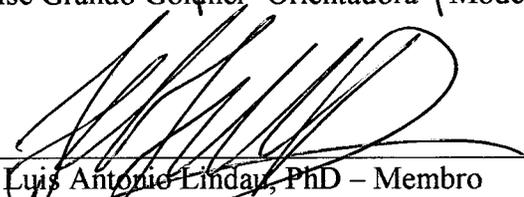
**GILMAR CARDOSO**

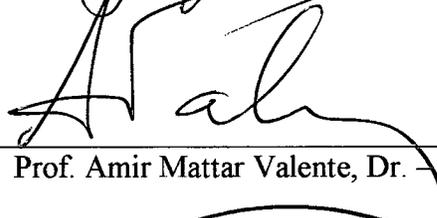
Florianópolis, junho de 1999.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

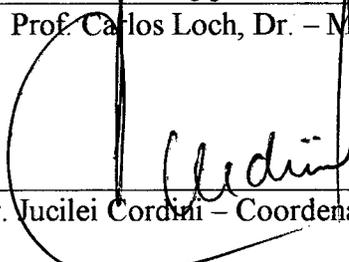
Dissertação Defendida e Aprovada em 25/06/1999,  
Pela comissão examinadora

  
Prof. Dr.<sup>a</sup> Lenise Grando Goldner - Orientadora - Moderadora

  
Prof. Luis Antonio Linday, PhD - Membro

  
Prof. Amir Mattar Valente, Dr. - Membro

  
Prof. Carlos Loch, Dr. - Membro

  
Prof. Dr. Jucilei Cordini - Coordenador do CPGEC

Aos meus pais,  
que me ensinaram  
a aprender.

## AGRADECIMENTOS

No desenvolvimento deste trabalho houve a colaboração de várias pessoas com as quais divido nesse momento a alegria e o mérito da tarefa concluída. Dentre essas pessoas, que por ora me vêm a lembrança, cito:

- Meus pais: Walmir e Joaquina, meus irmãos: Geraldo, Carlos, Heber e Paulo e demais membros de minha família, base de tudo que sou e fonte inesgotável de energia.
- Natalia, companheira de todos os momentos, que tão bem soube dividir o meu tempo com o dedicado a este trabalho.
- Minha orientadora Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lenise Grandó Goldner, por todo incentivo e repasse de conhecimentos nestes três últimos anos que trabalhamos em conjunto.
- Prof. Dr. Carlos Loch, pelos ensinamentos vitais no início de minha carreira acadêmica e pela amizade que cultivamos.
- Meus colegas de estudo, durante o aprendizado do *software* Geographics, Geol. Edgard Fernandes e Eng<sup>o</sup> João Wilson Vieira Sperry, com os quais cultivo uma grande amizade.
- Os fraternos amigos Carlos Augusto Lazzarin, Eng<sup>o</sup> Silênio S. Quarti e Eng<sup>o</sup> Alexandre de Araújo Chimello.
- A amiga e colega de trabalho Eng<sup>a</sup> Alessandra D. Menezes.
- Os colegas de turma no curso de graduação em Engenharia Civil, em especial os Eng<sup>os</sup> Alisson Matje, Adilson Zamparetti e Everson L. Silva.
- O amigo e incentivador, Prof. Cláudio Zimmermann.
- Os professores e colegas do curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.
- Os amigos que formei durante o trabalho no Lab. De Fotogrametria Sens. Remoto e Geoprocessamento, aqui lembrados em nome dos Eng<sup>os</sup> Luiz Ernesto Renúncio, Francisco H. Oliveira e Silvana Ghizoni.
- As delegacias de polícia do município de São José, pela cessão dos dados de acidentes de trânsito, lembradas em nome do então delegado João Manuel Lipinski.
- O Eng<sup>o</sup> Marcelo Teixeira Moreira, ministrante do curso de treinamento no *software* Geographics, e importante colaborador no desenvolvimento deste trabalho.
-

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xi
RESUMO	xii
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1. Considerações Iniciais	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo Geral	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Justificativa	3
1.4. Área de estudo	4
1.5. Estrutura da dissertação	5
<b>2. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA</b>	<b>7</b>
2.1. Segurança viária e acidentes de tráfego	8
2.1.1. Conceitos	8
2.1.1.1. Segurança viária	8
2.1.1.2. Acidentes de tráfego	8
2.1.1.3. Morte em acidente de tráfego	9
2.1.2. Causas dos acidentes de tráfego	9
2.1.3. Dados de acidentes de tráfego	11
2.1.3.1. Precisão nos dados	12
2.1.4. Custos de acidentes de tráfego	14
2.1.4.1. Componentes dos custos de acidentes de tráfego	16
2.1.4.2. Apropriação final dos custos de acidentes de tráfego	22
2.1.5. Avaliação da segurança viária	22
2.1.6. Análises de acidentes de tráfego	25
2.1.6.1. Análises dos dados disponíveis para um ponto crítico identificado	29
2.1.6.2. Vistoria, análise e seleção de medidas	30
2.2. Sistema de Informações Geográficas	32
2.2.1. Conceitos básicos	32

2.2.1.1. Cartografia	32
2.2.1.2. Cartografia Digital	33
2.2.1.3. Base Cartográfica	33
2.2.1.4. Base de dados espacial	34
2.2.1.5. Mapas temáticos	34
2.2.1.6. Geoprocessamento	34
2.2.1.7. Sistema	34
2.2.1.8. Informação	35
2.2.1.9. Sistema de Informação	36
2.2.2. Histórico	36
2.2.3. Conceitos de SIG	38
2.2.4. Benefícios com a utilização de SIG	40
2.2.5. Componentes fundamentais de um SIG	41
2.2.5.1. Hardware	41
2.2.5.2. Software	41
2.2.6. Aspectos organizacionais do SIG	42
2.2.7. Elementos essenciais de um SIG	43
2.2.8. Representação gráfica de um SIG	44
2.2.8.1. Topologia	44
2.2.9. Modelos de representação de dados	45
2.2.9.1. Modelo de dados <i>Vector</i>	45
2.2.9.2. Modelo de dados <i>Ráster</i>	46
2.2.10. Multidisciplinaridade dos SIGs	47
2.3. Sistemas de Informações Geográficas para Transportes ( SIG-T )	48
2.3.1. Representação de redes viárias utilizando SIG	50
2.3.1.1. Modelos de representação de dados em rede nos SIGs-T	50
2.3.2. Aplicação de SIG-T em segurança viária	52
2.3.3. Aplicações de SIG-T em outras áreas de transportes	56
2.3.3.1. Gerência de pavimentos	57
2.3.3.2. Análise de transporte de cargas tóxicas	57
2.3.3.3. Transporte coletivo	58
2.3.3.4. Modelagem de transportes	59
2.3.3.5. Coordenação semafórica	60
2.3.3.6. Interface com o usuário	61

<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>62</b>
3.1. Esquema básico da metodologia	63
3.2. Descrição das etapas da metodologia	65
3.2.1. Levantamento de dados de acidentes de tráfego	65
3.2.2. Coleta de dados espaciais ( mapas digitais )	66
3.2.3. Digitação do banco de dados	67
3.2.4. Estruturação do banco de dados de acidentes de tráfego	67
3.2.4.1. Estudo do software Access e estruturação do banco de dados a ser usado no SIG	68
3.2.5. Estruturação do SIG	78
3.2.5.1. A escolha do <i>software</i>	78
3.2.5.2. O <i>software</i> Geographics	79
3.2.5.3. Estruturação do projeto do SIG de acidentes de tráfego no Geographics	82
<b>4. ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS</b>	<b>91</b>
4.1. Dados de acidentes de tráfego do município de São José	92
4.1.1. Interseções	93
4.1.2. Segmentos	100
4.2. Locais com maior incidência de acidentes de tráfego	108
4.2.1. Interseção entre as vias Presidente Kennedy e Lédio J. Martins	109
4.2.2. Avenida Presidente Kennedy	112
<b>5. APLICAÇÃO DO PRODUTO</b>	<b>115</b>
5.1. Número total de acidentes por interseção e por segmento de via	117
5.2. Vítimas de acidentes em interseções	119
5.3. Vítimas de acidentes em segmentos de via	121
5.4. Análise anual do total de acidentes por via	121
5.5. Acidentes envolvendo automóveis e motocicletas	126
5.6. Fotografias das vias	128

<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>131</b>
6.1. Conclusões	132
6.2. Recomendações	134

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **ANEXOS**

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Estimativa das perdas de rendimentos em função das lesões e gravidade dos acidentes de trânsito nas rodovias federais – 1992 ( US\$ )	19
Tabela 2.2 – Estimativa de custos com danos aos veículos em função da gravidade dos acidentes de trânsito – 1992 ( US\$ x 10 <sup>3</sup> )	19
Tabela 2.3 – Elementos de cálculo dos custos médico-hospitalares em decorrência de acidentes de trânsito	20
Tabela 2.4 – Custos de atendimentos médico-hospitalares às vítimas de acidentes de trânsito – 1992 ( US\$ )	21
Tabela 2.5 – Custos dos danos às cargas transportadas – 1992 ( US\$ )	21
Tabela 2.6 – Dados estatísticos de indenização de seguros para vítimas de acidentes de tráfego – 1992 - 94 ( US\$ )	22
Tabela 2.7 – Custos estimados de acidentes de trânsito – 1992 ( US\$ )	22
Tabela 2.8 – Exemplo mostrando a diferença entre frequência e periculosidade	27
Tabela 2.9 – Diferentes representações para dados em rede	51

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Os três fatores que contribuem para o acidente viário	10
Figura 2.2 – Componentes de um Sistema de Informação	39
Figura 2.3 – CTM e SIG	47
Figura 2.4 – Fontes de dados utilizadas para um SIG-T	54
Figura 3.1 – Esquema básico da Metodologia	64
Figura 3.2 – Caixa de ferramentas banco de dados	68
Figura 3.3 – Modo estrutura – tabela com dados de acidentes de tráfego em interseções (tabela:inter)	70
Figura 3.4 – Modo folha de dados - tabela com dados de acidentes de tráfego em interseções (tabela:inter)	71
Figura 3.5 – Relacionamento entre as tabelas do banco de dados	72
Figura 3.6a – Tabela que descreve o nome da interseção a partir de seu código <i>mmlink</i>	73
Figura 3.6b – Tabela que descreve o tipo de acidente a partir de seu código <i>tipo</i>	73
Figura 3.6c – Tabela que descreve os veículos envolvidos no acidente a partir de seu código <i>envolv</i>	74
Figura 3.7 – Janela de criação de consulta no modo estrutura	75
Figura 3.8 – Exemplo de formulário	76
Figura 3.9 – Estrutura típica de um projeto no Geographics	80
Figura 3.10 – Fonte de dados inserida no ODBC para conexão com o Geographics	83
Figura 3.11 – Caixa de diálogo <i>Project Setup</i>	84
Figura 3.12 – Caixa de diálogo <i>Feature Setup</i>	85
Figura 3.13 – <i>Zoom</i> de uma área do projeto, contendo as feições criadas	87
Figura 3.14 – Caixa de diálogo <i>Feature Manager</i> e ícone <i>Attach Feature</i>	88
Figura 3.15 – Caixa de diálogo <i>Thematic Rsymbolization</i>	90
Figura 4.1 – Totais de acidentes de tráfego em interseções	93
Figura 4.2 – Condições do tempo dos acidentes de tráfego em interseções	93
Figura 4.3 – Distribuição de acidentes de tráfego em interseções conforme o período	94
Figura 4.4 – Distribuição de acidentes de tráfego em interseções conforme a hora de ocorrência	95

Figura 4.5 – Distribuição mensal de acidentes de tráfego em interseções	96
Figura 4.6 – Distribuição percentual de acidentes em interseções conforme envolvidos	97
Figura 4.7 – Distribuição percentual de acidentes em interseções conforme tipo	98
Figura 4.8 – Número de vítimas de acidentes de tráfego em interseções	99
Figura 4.9 – Totais de acidentes de tráfego em segmentos	100
Figura 4.10 – Condições do tempo dos acidentes de tráfego em segmentos	101
Figura 4.11 – Distribuição de acidentes de tráfego em segmentos conforme o período	101
Figura 4.12 – Distribuição de acidentes de tráfego em segmentos conforme a hora de ocorrência	103
Figura 4.13 – Distribuição mensal de acidentes de tráfego em segmentos	104
Figura 4.14 – Distribuição percentual de acidentes em segmentos conforme envolvidos	106
Figura 4.15 – Distribuição percentual de acidentes em segmentos conforme tipo	107
Figura 4.16 – Número de vítimas de acidentes de tráfego em segmentos	107
Figura 4.17 – Gráficos de dados da int. Presid. Kennedy e Lédio J. Martins	109
Figura 4.18 – Gráficos de dados da Av. Presidente Kennedy	112
Figura 5.1 – Mapa com totais de acidentes de tráfego para a área de estudo – dados de 1996 e 1997	118
Figura 5.2 – Mapa com totais de acidentes de tráfego em interseções – dados de 1996 e 1997	120
Figura 5.3 – Mapa com totais de vítimas não-fatais de acidentes de tráfego em segmentos de via – dados de 1996 e 1997	122
Figura 5.4 – Mapa com totais de vítimas fatais de acidentes de tráfego em segmentos de via – dados de 1996 e 1997	123
Figura 5.5 – Mapa com totais de acidentes de tráfego em segmentos de via – 1996	124
Figura 5.6 – Mapa com totais de acidentes de tráfego em segmentos de via – 1997	125
Figura 5.7 – Mapa com totais de acidentes de tráfego, envolvendo motocicletas e automóveis, em segmentos de via – dados de 1996 e 1997	127
Figura 5.8 – Fotos da interseção entre as vias Pres. Kennedy e Lédio J. Martins, existentes no banco de dados	129
Figura – Fotos com totais de acidentes de tráfego na Av. Pres. Kennedy, existentes no banco de dados	130

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

CAD – Computer Aided Design

CET-SP – Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo

DER – Departamento de Estradas de Rodagem

ODBC – *Open Database Connectivity*

SGBD – Sistema de gerenciamento de banco de dados

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIG-T - Sistema de Informações Geográficas para Transportes

SQL – *Structured Query Language*

SSR – Sistema de Sensoriamento Remoto

ZAT – Zona de Análise de Tráfego

## RESUMO

O estudo do sistema viário possui importância fundamental dentro do planejamento urbano, visto que a área de transportes detém uma parcela significativa do aporte de recursos públicos. A segurança viária é uma das componentes principais desses estudos, sendo que análises nesse campo geram ferramentas eficientes na avaliação de um sistema viário.

Todavia, analisar e compreender os eventos dentro de uma rede viária, no que diz respeito à sua segurança, é relativamente difícil, devido a estreita relação entre a estrutura urbana e o sistema viário, gerando dessa forma uma elevada quantidade de fatores influentes na ocorrência de acidentes de tráfego.

A partir dessa realidade, pesquisadores de vários países têm usado a tecnologia de Sistema de Informações Geográficas para Transporte ( SIG-T ), com a finalidade de possibilitar a análise espacial dos dados inerentes à segurança viária. Isso se deve à característica fundamental dos SIGs que possibilita trabalhar em conjunto com dados espaciais e atributos não espaciais.

Este trabalho utilizou um SIG para analisar a segurança viária no município de São José - SC. Para tal propósito, foram coletados e analisados dados de acidentes de tráfego em conjunto a informações espaciais ( mapas do sistema viário ) da área de estudo dentro de um SIG. Foi realizada a coleta dos registros de acidentes de trânsito ocorridos em São José durante um horizonte de estudo de dois anos ( 1996 e 1997 ), as informações foram, então, armazenadas em um banco de dados o qual foi ligado ao mapeamento do sistema viário dentro de um SIG, possibilitando a visualização dos Pontos Críticos relativos à segurança viária na área de estudos. O último passo foi analisar as informações resultantes, em determinados locais escolhidos, na área de estudo.

Espera-se deste modo, demonstrar a importância da utilização de um SIG para análise de segurança viária, sua exequibilidade e os resultados obtidos, os quais podem ajudar na definição de tratamentos no sistema viário, contribuindo assim para a melhoria da qualidade da vida urbana.

## **ABSTRACT**

The study about road system had fundamental importance at urban planning, for as much the transport role keep a significant portion of inflictation public resources. The road security is the main part from that application, and this kind of analysis produces efficient tools to road system valuation.

However, analyse and understand the road system occourences, as far as safety concerned, have been a little uneasy, due to urban structure and road system are too linked, bringing many powerfull factors at traffic accidents.

From that reality, some researches have been making use of Geographical Information System for Transportation ( GIS-T ) tecnology, to alow a spatial analysis about datas inherent of road security. It is possible because GIS-T main feature enables to work with spatial datas and no spatial atributes.

This work make use of a GIS\_\_T to analyse the road security of São José town / Santa Catarina State – Brazil. We collected and analysed traffic accidents datas next to spatial informations ( road system maps ) of area at GIS-T. We also gathered from files of traffic accidents accoured in the course of two years ( 1996-1997 ) at São José town, and stored the information at data bank which was connected to road system map as GIS-T. Tham we could visualyse Critical Points about road safety and studied area.

So we hope demonstrate that GIS-T utilization is very important to analyse roads security, the possibilities and results, which may be helpfull at road systems definitions, having a hand in urban life.

*CAPÍTULO 1*  
**INTRODUÇÃO**

## **1.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O planejamento e gerenciamento do sistema viário urbano constitui-se numa tarefa bastante complexa, devido ao elevado número de fatores do meio urbano, que mantêm influência sobre tal sistema. Esse meio ambiente urbano no qual está envolvida a rede viária de uma cidade, possui uma série de variáveis que podem influir nas características do tráfego, gerando uma rede complexa de informações, as quais na grande maioria das vezes não são consideradas em sua totalidade, o que leva à adoção de medidas, que não estejam totalmente calcadas na técnica, dando margem a soluções empíricas.

Dentro dessa realidade está incluída a análise de segurança viária, que geralmente, quando realizada, não leva em conta todos os fatores que possuem influência significativa para a ocorrência de acidentes, gerando então resultados que não representem a real situação das vias.

Essa inexistência de estudos adequados sobre segurança viária, deve-se a uma soma de causas, destacando-se entre elas a complexidade dos dados analisados, os quais vêm de diferentes fontes, e a falta de um melhor inter-relacionamento entre os órgãos responsáveis pela coleta desses.

Tais características apontam para a necessidade evidente de um sistema que possa armazenar dados e gerar, com rapidez, informações confiáveis sobre a ocorrência de acidentes na rede viária, vindo a possibilitar um mapeamento desses na malha. Uma solução possível e viável, tendo em vista o acima exposto, é a aplicação da tecnologia de Sistemas de Informações Geográficas ( SIG ), por possuir ferramentas capazes de armazenar, manipular e editar dados, gerando informações fundamentais para a análise e compreensão de fenômenos relacionados à segurança viária.

Essa dissertação gerou um Sistema de Informações Geográficas contemplando dados de acidentes de tráfego, visando possibilitar análises de segurança viária na área de estudo escolhida, localizada no município de São José-SC.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GERAL**

Desenvolver um aplicativo capaz de auxiliar o gerenciamento do sistema viário, e também o planejamento urbano em geral, através da análise de segurança viária, utilizando dados de acidentes de tráfego e espaciais da área de estudo, congregados em um Sistema de Informações Geográficas.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Formar um banco de dados com os acidentes ocorridos durante o período de estudo, contendo informações sobre a localização dos mesmos, bem como outras características relevantes;
- b) Possibilitar o mapeamento dos acidentes de tráfego, ocorridos no horizonte de estudo, ligado a um banco de dados, contendo informações sobre os mesmos, facilitando dessa forma a visualização da segurança viária na área de estudo ;
- c) Definir pontos críticos de acidentes de tráfego na área de estudo do município de São José-SC, através dos dados coletados e armazenados no SIG;
- d) Gerar um sistema que possibilite a análise conjunta da segurança viária para a rede viária, auxiliando no processo de tomada de decisão;
- e) Produzir resultados possíveis de serem repassados às autoridades locais, demonstrando a viabilidade da implantação de um SIG, congregando informações de segurança viária, bem como outras pertinentes aos trabalhos realizados por organismos oficiais.

## **1.3 JUSTIFICATIVA**

Uma das maiores preocupações atuais das administrações de grandes cidades, bem como as de médio porte está centrada em seus sistemas viários. Uma série de problemas ligados a este fato têm espaço diário nos meios de comunicação e são conhecidos do público em geral. Dentre os fatores que contribuem para esse grave problema urbano estão a significativa elevação da frota automotora nacional aliado à escassez de recursos públicos, em particular os destinados a transportes.

A segurança viária é uma das principais características a ser levada em consideração . Necessita-se de um pleno conhecimento dos fatores que exercem influência na ocorrência de acidentes de tráfego para que possam ser implementadas medidas eficazes de prevenção a esses no que tangem ao gerenciamento viário. Nesse sentido um estudo apropriado é a localização de pontos críticos de ocorrência de acidentes na rede viária. Através do conhecimentos destes locais e outras informações sobre os acidentes relatados, capacita-se os gestores do sistema viário de uma importante ferramenta no processo de tomada de decisão.

Os procedimentos acima descritos não podem analisar separadamente trechos isolados do sistema viário, sob pena de que mudanças implementadas, apenas transfiram problemas de um determinado local para outro, ocasionando um dispêndio desnecessário de recursos públicos. Isto se deve à estrita relação entre o sistema viário e a estrutura urbana a qual ele pertence. O uso do solo exerce grande influência nos eventos ocorridos no sistema viário, dentre os quais estão os acidentes de tráfego. Portanto, ao se analisar a segurança viária é imprescindível que se leve em consideração uma componente espacial ( localização ) dos dados analisados., para isso necessita-se de um meio que possa congrega as informações de acidentes ocorridos na malha viária com as respectivas localizações.

Tendo em vista as necessidades descritas anteriormente, os Sistemas de Informações Geográficas é visualizado como a tecnologia mais apropriada para a realização de análises de segurança viária devido à sua capacidade de arquivar, manipular e analisar dados, tanto espaciais como tabulares .

## **1.4 ÁREA DE ESTUDO**

Como área de estudo foi escolhido o município de São José , por ser uma cidade de médio porte, equivalendo-se às principais cidades do Estado e por possuir uma estrutura viária bastante complexa. Outro fator preponderante para a escolha de São José como área de estudo é a existência de dados espaciais ( mapas ) relativamente atualizados (levantamento de 1995), além destes já estarem em meio digital, o que facilita a tarefa de utilização do SIG e também contribui para aumentar a precisão do trabalho.

O município de São José, fundado por açorianos em 26/10/1750, está localizado na Grande Florianópolis – Capital do estado de Santa Catarina, possuindo um área territorial de 116 km<sup>2</sup> e população, em 1996 ( IBGE ), de 151.024 habitantes. Sendo a população urbana de 137.659 habitantes ( 91,15 % ) e a rural de 13.365 habitantes ( 8,85 % ). Para o ano de 1998, a

projeção populacional feita pelo IBGE foi de 152.734 habitantes, sendo o quinto município do estado de Santa Catarina, em população.

A pequena extensão territorial e o elevado número de habitantes torna o município de São José, o de maior densidade demográfica de Santa Catarina, considerando-se população residente fixa, excluindo-se, portanto, as cidades turísticas, com 1.317 hab./km<sup>2</sup>. O estado de Santa Catarina tem a média de 50 hab./km<sup>2</sup> e Florianópolis 593 hab./km<sup>2</sup>.

O desenvolvimento do município nos últimos vinte anos foi bastante significativo, ajudado pela existência de grandes áreas de terras pouco valorizadas, que puderam ser urbanizadas e adquiridas pela população de menor renda, face ao seu reduzido valor se comparado com Florianópolis, bem como pela política de incentivos fiscais adotada pela administração municipal.

Esse rápido crescimento agravou problemas relacionados à infra-estrutura urbana, dentre eles os do sistema viário.

## **1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação está estruturada de maneira a facilitar a compreensão dos passos realizados para o alcance do objetivo final e a aplicabilidade do produto desenvolvido, dividindo-se em seis capítulos, quais sejam:

- a) Capítulo 1: Apresenta uma breve introdução ao assunto, objetivos, justificativa e informações sobre a área de estudo.
- b) Capítulo 2: Neste capítulo está a revisão da literatura pertinente ao tema do trabalho, dividida em três módulos: segurança viária e acidentes de tráfego, Sistemas de Informações Geográficas e , Sistemas de Informações Geográficas para Transportes.
- c) Capítulo 3: Descreve a metodologia adotada no trabalho, dissertando sobre as atividades realizadas em cada fase e as ferramentas utilizadas para realização das mesmas.
- d) Capítulo 4: São realizadas análises descritivas dos dados de acidentes de tráfego do município estudado, demonstrando a capacidade do banco de dados do sistema trabalhar tanto em nível global, quanto com informações desagregadas.
- e) Capítulo 5: Apresenta a aplicabilidade do produto desenvolvido, demonstrando a capacidade de responder questionamentos sobre segurança viária e analisar informações desagregadas na área de estudo.

f) **Capítulo 6:** São apresentadas as principais conclusões deste trabalho e recomendações para novos trabalhos utilizando Sistemas de Informações Geográficas para Transportes.

Nos anexos que ocupam a última seção desta dissertação, são apresentadas informações adicionais, mencionadas no texto e fundamentais para a compreensão do estudo desenvolvido.

*CAPÍTULO 2*  
**REVISÃO DA LITERATURA**

## **2.1 – SEGURANÇA VIÁRIA E ACIDENTES DE TRÁFEGO.**

A segurança viária tornou-se uma das principais preocupações de nosso tempo, devido ao elevado número de acidentes de tráfego que acontecem em vias urbanas e rodovias, em todo o planeta. Diariamente depara-se com notícias que evidenciam este flagelo dos tempos modernos e dão conta das inestimáveis perdas a sociedade.

Este cenário conduz à necessidade de estudos que visem contribuir cientificamente para a redução de acidentes viários. A condução destes deve estar calcada em metodologias técnicas e eficientes, sempre buscando a compreensão do fenômeno e a capacidade de implementar mudanças no sentido de reverter esse quadro negativo a que estamos expostos.

Esse item busca dar uma ênfase científica à segurança viária, em especial aos acidentes de tráfego, expondo o conhecimento relatado sobre o assunto.

### **2.1.1 – CONCEITOS**

#### **2.1.1.1 – Segurança viária**

O ITE ( 1995 ) define “segurança no viária” como sendo uma medida de performance do sistema viário, em termos de óbitos por unidade de viagem, por veículos registrados ou por distância percorrida no sistema viário.

#### **2.1.1.2 – Acidentes de tráfego**

O *Department of Transportation* – EUA ( Baginski – 1995 ) define acidente como sendo um evento raro, aleatório, e originado a partir de diversos fatores interrelacionados, sempre precedido de uma situação na qual uma ou mais pessoas falharam na cooperação com o seu ambiente. Em outras palavras, o usuário não teve habilidade para se adaptar às novas necessidades impostas pelo ambiente de tráfego. Isto significa que o usuário enfrentou uma dificuldade de interação com o seu veículo ( diretamente ) ou com a via ( indiretamente, através do veículo ).

Para Montans ( 1979 ) acidente de tráfego pode ser tido como qualquer evento no sistema viário envolvendo pelo menos um usuário ( por exemplo, motorista, pedestre, ciclista, motociclista ), e que resulta em danos materiais ou pessoais.

Vuren e Leonard ( 1994 ) definem acidente de tráfego, levando em consideração à capacidade da via, como um evento que causa uma redução na capacidade da via.

### **2.1.1.3 – Morte em acidente de tráfego**

A definição padrão de morte no tráfego recomendada pela Organização das Nações Unidas ( ONU ) é aquela que ocorre até trinta dias após o evento. Trindade Jr. ( 1988 ) comenta que desde de 1954 a ONU adota esta definição para morte, entretanto em muitos países ainda persistem diferentes entendimentos. Segundo Baginski ( 1995 ) alguns países utilizam definições diferentes tais como: morte no local do acidente, 6 ou 7 dias após o acidente, chegando em até a 12 meses após a ocorrência do acidente.

É importante que se possa contar com definições comuns sobre os diversos aspectos de segurança viária, no sentido de conduzir estudos deste importante tema visando somar conhecimentos da maneira mais eficaz possível.

Sobre isso Hobbs ( 1990 ) descreve o seguinte:

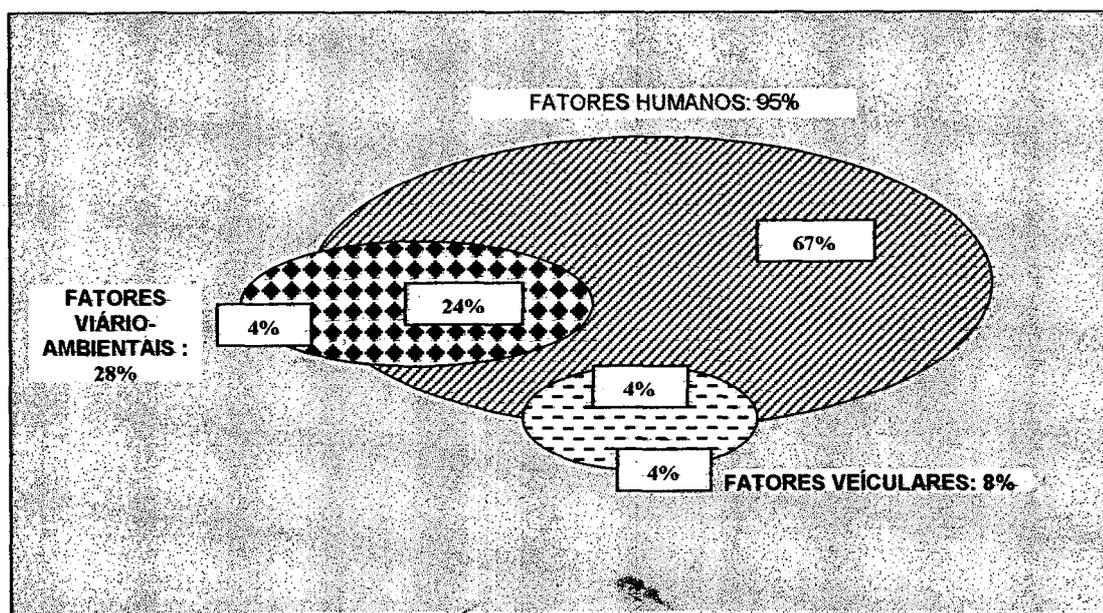
*“A comparação de estatísticas de acidentes entre diferentes países é dificultada pela falta de definições comuns. Enquanto que um acidente pode ser considerado fatal se a vítima falecer dentro de 30 dias na Grã-Bretanha, ela só é registrada em Portugal se acontecer no local do acidente, na Espanha se ocorrer dentro de 24 horas, na França em 6 dias, na Itália em 7 dias e dentro de 1 ano nos Estados Unidos. Fatores de correção podem ser aplicados, por exemplo: para converter as mortes no local para uma definição de 30 dias é requerido um acréscimo de 40%, para 3 dias de 9% e 12% para o caso de uma definição que considere o óbito em 6 dias.”*

### **2.1.2 – CAUSAS DOS ACIDENTES DE TRÁFEGO.**

Quando se trata de definir as causas dos acidentes de tráfego, normalmente se aponta a falha humana como principal causa. Todavia, torna-se desconfortável aceitar estatísticas que apresentam percentagens acima de 95% para o fator humano ( usuário ), dividindo a percentagem restante entre o veículo e a via. Sobretudo no Brasil, onde é notória a existência

de vias inadequadas, que sem sombra de dúvida assumem uma parcela relevante nas causas dos acidentes.

Panitz ( 1996 ) descreve que recentes estudos demonstram que, na realidade, existe uma interação entre os três fatores que intervêm na gênese dos acidentes. Há uma predominância dos fatores humanos numa proporção de 95%, que de inúmeras formas desencadeiam o processo de acidente. Porém, o que diferencia este estudo dos demais é que a interseção, entre os três conjuntos de fatores não é nula. É uma indicação de que, além do comportamento humano, gerador da falha na circulação, existem fatores agravantes viário-ambientais que estabelecem o verdadeiro nexos causal do agravamento dos danos, ferimentos e mortes sofridas. A figura 2.1 demonstra esta relação.



**FIGURA 2.1 – OS TRÊS FATORES QUE CONTRIBUEM PARA O ACIDENTE VIÁRIO**  
( FONTE: ASTROAD, 1994 *in* PANITZ, 1996 )

A figura acima demonstra que há uma interseção entre as causas do acidente viário, que não é nula e precisa ser considerada. Isso significa que boa parte dos acidentes ( 28% ) tem como causa a interação de dois fatores, ou seja, o fator humano como causa de acidente é 95% se considerada as interseções com os outros fatores, considerando somente o fator humano como causa de acidentes de tráfego, essa porcentagem cai para 67% dos acidentes. O estudo apresentado na figura mostra que o fator viário-ambiental é responsável ou co-responsável por 28% dos acidentes, o que demonstra a necessidade de interferências nas vias para a melhoria da segurança viária. Contudo, conclui-se que a informação normalmente dada

que mais de 90% dos acidentes são causados pelo fator humano, é uma afirmação errada e tendenciosa, pois dentro dessa percentagem existe interferência dos outros fatores causadores de acidentes de tráfego.

Segundo Roess e McShane ( 1990 ) a Engenharia de Tráfego pode desenvolver projetos de vias que minimizem o risco de falha humana. Uma sinalização apropriada reduz o risco de erros dos condutores. Projetos de vias que possam evitar mudanças súbitas na geometria, permitindo uma boa distância de visualização e uma transição suave entre os elementos geométricos também reduz o risco de erros. Muitos tipos de controles de tráfego, tais como semáforos ou placas de PARE, eliminam ou reduzem a possibilidade de conflitos no fluxo de tráfego, que poderiam ocasionar acidentes. A aplicação apropriada de controles de tráfego é o meio mais efetivo para evitar acidentes.

Para Hobbs ( 1990 ), mudanças efetuadas em alguns locais das vias podem reduzir o número de acidentes, bem como minorar as suas conseqüências. Entretanto, a medida mais efetiva e apropriada só pode ser escolhida após as causas dos acidentes nas vias serem determinadas. A ocorrência de um acidente não pode ser atribuída a uma simples causa, mas sim a uma combinação de efeitos e um número de deficiências ou falhas associadas com o usuário, seu veículo e a via. As condições do meio-ambiente também são importantes, tal como a superfície da via e se ela está molhada, e a influência da hora do dia.

Contudo, verifica-se uma grande incoerência ao se aceitar que a quase totalidade dos acidentes de tráfego sejam causados por falha humana. Na verdade os acidentes fazem parte de um sistema, compreendido por via, veículo e usuário.

### **2.1.3 – DADOS DE ACIDENTES DE TRÁFEGO**

A coleta e utilização de dados sobre acidentes de tráfego são parte obrigatória nos estudos de segurança viária. O conhecimento e a experiência adquiridos a partir de análises dos acidentes já ocorridos podem capacitar uma maior facilidade e exatidão na tarefa de melhorar a segurança viária.

Segundo Baginski ( 1995 ) os métodos de identificação de acidentes de trânsito são derivados de análises sistemáticas dos dados dos acidentes. Um dos fatores mais importantes no sucesso ou falha da análise é a qualidade dos dados primários. Igualmente importante é um detalhado entendimento dos vários métodos de armazenamento, ordenação e apresentação, tendo em vista que a informação será necessária para diferentes usuários:

gerentes, engenheiros, polícia, pesquisadores, representantes do povo, advogados, etc., para uma variedade de objetivos.

Para o ITE ( 1995 ) dados sobre a condição do acidentado e perdas materiais com acidentes, são essenciais para análises de acidentes de trânsito e na determinação das conseqüências totais dos acidentes, entretanto para este propósito é também necessário usar dados sobre a quantidade de vítimas fatais. Segundo Vieira *et al* ( 1995 ) a indisponibilidade de uma boa base de dados dificulta e muitas vezes impossibilita a tarefa de avaliar a eficiência de medidas de contenção de acidentes de trânsito. Baginski ( 1995 ) relata que a falta de padrões nos procedimentos de coleta e armazenamento de dados tem inconvenientes graves, que impedem a correta identificação de problemas e da situação do sistema de trânsito, com relação à segurança.

Essas afirmações indicam para a necessidade da coleta e armazenamento de dados de acidentes de trânsito ser realizada de maneira padronizada, buscando uma maior precisão nos estudos para os quais estes dados servirão.

### **2.1.3.1 – Confiabilidade dos dados**

Uma das maiores preocupações para um correto gerenciamento da segurança viária está centrada na precisão dos dados de acidentes de trânsito a serem utilizados nos estudos conduzidos.

Segundo Austin *et al.* ( 1997 ) para que um trabalho usando dados de acidentes possa ser confiável, a necessidade mais essencial é a boa qualidade desses, isto é, as informações devem estar corretas e com pouca falta de valores. Se isso não acontecer as avaliações dos problemas de segurança podem ser imprecisas, o que eventualmente direciona a uma ineficiente alocação de recursos.

De acordo com Ibrahim e Silcock ( 1992 ) os dados de acidentes são os principais recursos para a avaliação da eficácia de tratamentos que tenham a finalidade de melhorias na rede viária. É importante ter confiança nos dados utilizados para identificar problemas e obter informações sobre a evolução particular de um determinado tratamento. A identificação de problemas de segurança viária e informações acerca da eficiência das medidas adotadas são indexadas aos dados de acidentes que são analisados.

Hakkert e Haer *in* Ibrahim e Silcock ( 1992 ) indicam que, baseado em estudos sobre informações que foram colhidas em diferentes países, em média cerca de 20% dos acidentes que requerem hospitalização e mais que 50% dos acidentes que não requerem hospitalização

não são informados pela polícia. Eles descrevem, também, que a quantidade de informações de acidentes analisadas mostram que a precisão com que a segurança viária pode ser medida, depende da proporção de acidentes informados e a precisão com que essa proporção é conhecida.

Para Peled e Hakkert ( 1993 ) os dados de acidentes coletados pela polícia sofrem de muitas limitações e imprecisões. Muitos acidentes não são informados, carecem de detalhes e são coletados algum tempo depois da ocorrência.

Para que se alcance uma confiabilidade adequada dos dados de acidentes de trânsito, é necessário uma interligação entre fontes de informações, como polícia e hospitais, por exemplo. Essa necessidade torna-se clara se for adotada a definição de morte em acidente de trânsito da ONU, onde seria necessário um acompanhamento da vítima ferida e hospitalizada, até trinta dias da ocorrência.

Para Austin ( 1993 ) a coleta e uso de informações suplementares sobre segurança, em adição aos dados de acidentes de tráfego levantados pela polícia é necessário para melhorar a qualidade e quantidade dos mesmos e dotar de informações extras os estudos de segurança viária. Para realizar isto, seriam necessárias estratégias de segurança viária que unissem, órgãos de gerência viária e outros, tais como polícia e hospitais.

Segundo Vieira *et al* ( 1995 ) devem ser somados esforços para que os órgãos envolvidos com o gerenciamento do tráfego se tornem integrados, por via informatizada, com a rede hospitalar. Desta maneira poder-se-ia contar com informações mais reais quanto à situação das vítimas, além da situação vantajosa de uma base de dados única.

Austin ( 1992 ) descreve a ligação de dados de acidentes de tráfego da polícia com dados coletados nos hospitais. O objetivo deste estudo foi desenvolver uma técnica para ligar as informações de acidentes de tráfego da polícia com os dados dos hospitais, usando o nome e endereço da vítima. Investigou-se a diferença entre as informações relatadas pela polícia para vários tipos de acidentes de tráfego e o real dano à vítima causado pelo acidente.

Segundo Austin ( 1992 ) existem outros estudos que tentaram interligar os dados coletados pela polícia e as informações dos hospitais, no que se refere a acidentes de trânsito. Conforme cita o autor, Nicholl, Sayer e Hitchcock, Stone e Fife usaram combinações de variáveis tal como sexo, idade, classe do usuário, severidade, dados e localização do acidente. Estes estudos desenvolveram níveis de tolerância para testar se as informações sobre acidentes de tráfego da polícia e os dados dos hospitais têm uma concordância significativa. Existem algumas variáveis, tal como idade ou dados do acidente, que capacitaram uma análise comparativa entre os dados coletados pela polícia e pelos hospitais.

Ainda, conforme o mesmo autor, os resultados obtidos variam e dependem dos dados utilizados na pesquisa bem como do procedimento de obtenção destes. Sayer e Hitchcock e Barancik e Fife consideraram os dados de todos os acidentes atendidos em hospitais e encontraram variações de 23% e 55% respectivamente. Nicholl e Stone utilizaram dados dos pacientes e encontraram variações de 41% e 70% respectivamente. Existem, ainda, 8,9 % de informações erradas no estudo de Nicholl e 6,6% das informações coletadas nos hospitais estavam duplicadas. Fife encontrou uma variação de 85% para vítimas fatais.

Ainda segundo Austin ( 1992 ) a diferença entre os dados coletados nas informações policiais e aqueles existentes nos hospitais pode ser atribuída aos seguintes fatores:

- falta de relatórios de acidentes para a polícia;
- Falta de uma forma de obtenção de dados interligados entre polícia e hospitais.

Um sistema que possa reduzir ao máximo as imprecisões na coleta dos dados, certamente poderá alcançar resultados amplamente positivos, quanto à análise da segurança viária. Nesse sentido a coleta de dados computadorizada pode oferecer grande contribuição, através de uma interface facilmente compreensível por parte de quem a realiza evitando erros devido a complexidade das informações. Esse sistema deve possibilitar, por exemplo, o preenchimento de um boletim de acidente de trânsito, através de perguntas e respostas objetivas, oferecendo ao operador as alternativas possíveis, de modo que ele realize a tarefa passo-a-passo, com a máxima simplicidade. Dessa maneira poder-se-ia contribuir para a eliminação de grande parte dos erros na coleta de dados. .

#### **2.1.4 – CUSTOS DE ACIDENTES DE TRÁFEGO**

Ao analisarmos a viabilidade de investimentos em segurança viária faz-se necessário o estudo de uma série de características que possibilitem resultados quantificáveis conduzindo, da forma mais exata possível, aos ganhos obtidos com melhorias implementadas no sistema viário. Dentre as variáveis definidoras do processo de tomada de decisão no âmbito viário, estão os custos de acidentes de trânsito, por gerarem um fiel retrato das perdas originárias do fator segurança viária. Segundo Andreassen ( 1992 ) para analisar melhorias implementadas num sistema viário devem ser analisados outros fatores que beneficiam ( ou que não beneficiam ) o local, dentre eles os acidentes de trânsito. Para tanto deve-se contar com os custos destes acidentes.

A primeira vista, parece ser antiético que se faça uso de valores monetários com objetivo de quantificar não só possíveis ferimentos, mas também a própria vida humana. Entretanto, numa abordagem mais profunda aponta-se exatamente para o contrário, uma vez que a quantificação monetária das perdas com acidentes tem como objetivo maior alocação de recursos ao setor viário, no que tange à sua segurança, visando, portanto, preservar a vida humana.

Para Andreassen ( 1992 ) são duas as razões que justificam as estimativas de custos de acidentes de tráfego:

A primeira refere-se a capacidade de estimar o custo total de acidentes de tráfego em um determinado local, sendo eles registrados ou não. Estes custos são geralmente usados para determinar um valor monetário aos acidentes ocorridos em um país, por exemplo, para um determinado ano. A segunda razão, é capacitar a avaliação do valor a ser empregado para determinadas mudanças no sistema viário. Para isso devem ser utilizados vários custos específicos para possibilitar a determinação dos benefícios potenciais para a segurança viária.

Os custos para um determinado “tipo de acidente” são função do seu resultado característico, isto é, da sua freqüência relativa de mortos, feridos, veículos envolvidos e padrão dos danos a estes. O uso deste resultado esperado garante uma certa estabilidade de comportamento ao longo do tempo ( Andreassen – 1991 *in* Vieira *et al.* - 1995 ).

De acordo com Hobbs ( 1990 ) o custo de acidentes é particularmente difícil de ser avaliado, mas os métodos mais usuais têm se baseado na razão média da renda, onde existem dados, renda percapita nacional com o objetivo de avaliar as perdas financeiras. O custo total pode incluir tratamentos médicos, custo com medicamentos, prejuízos materiais com o veículo, custos administrativos e uma estimativa de custos não monetários, tais como sofrimento e aflição.

Ao se buscar uma maneira prática para a determinação dos custos com acidentes de tráfego, dentre a bibliografia analisada encontrou-se apenas um documento com uma abordagem prática mais apurada e voltada para a realidade nacional, o trabalho “Estimativa de Custos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais”, datando de 1995 e realizado para o DNER através de consultoria.

Portanto, doravante, sempre que houver menções sobre valores determinados de custos de acidentes de tráfego, referir-se-á ao citado trabalho.

Pretendia-se com o trabalho acima citado gerar um novo sistema para estimar os custos de acidentes na Rodovias Federais sobre jurisdição do DNER, em substituição a um

antigo sistema, denominado Sistema TRAT e implementado em 1978, o qual encontrava-se em total obsolescência metodológica.

Esse sistema em sua formulação básica pretendia operar com o universo de acidentados. Para isso além dos dados contidos nas típicas fichas de acidentes, esperava-se contar com dados advindos das fichas de acompanhamento dos acidentados, que deveriam complementar o diagnóstico final de cada acidentado e o correspondente custo médico-hospitalar. Isso, porém, nunca foi alcançado, quer pelo preenchimento falho das fichas, quer pela não devolução das mesmas por parte dos hospitais

Para definir custos de acidentes de tráfego, é necessário, em primeiro lugar, identificar todos os elementos que compõem esses custos e, posteriormente, em função dos dados disponíveis, definir os critérios metodológicos a serem empregados e, então, proceder-se as correspondentes quantificações.

#### **2.1.4.1 Componentes dos Custos dos acidentes de tráfego**

Existe uma grande quantidade de elementos que contribuem no custo total de acidentes de tráfego. Alguns deles mais facilmente quantificáveis, como custos materiais, por exemplo, e outros com grande grau de dificuldade para que seja definido um valor monetário, dado à sua subjetividade. Segundo o DNER ( 1995 ) dentre esses componentes, os principais deles, que abrangem praticamente a totalidade dos custos de acidentes de tráfego, os principais são:

- a) Perdas de rendimentos futuros;
- b) Custos médicos;
- c) Danos à propriedade;
- d) Administração de seguros;
- e) Obrigações familiares;
- f) Dor e sofrimento;
- g) Custos judiciários;
- h) Serviços para a comunidade;
- i) Perdas de terceiros;
- j) Custos mistos;
- k) Perdas de ativos;
- l) Perdas do empreendedor;

m) Custos de funeral.

Desses itens, apenas os três primeiros: perdas de rendimentos futuros, custos médicos e danos à propriedade, constituem entre 60% a 100% do custo total, para as diferentes metodologias.

Elvik ( 1995 ) in Porto Velho ( 1996 ) aponta a partir de um estudo sobre os custos de acidentes fatais em 20 países, inclusive Brasil, as seguintes afirmações:

*“Os custos de restituição são os custos diretos gerados pelo acidente. Estes custos são estimados por caminhos similares em todos os países. As diferenças são relacionadas ao custo aproximado do recurso humano, e a aproximação do que se está disposto a pagar. Geralmente o capital humano aproximado é usado para estimar a perda da capacidade produtiva devido à fatalidade no tráfego, onde o custo aproximado do que se está disposto a pagar é usado para estimar a perda da qualidade de vida.”*

**a) Perdas de rendimentos futuros**

Para a análise desse item faz-se necessário estimar o valor referente ao fator trabalho das vítimas, que deixará de ser auferido em decorrência dos acidentes de trânsito. A transformação das perdas inerentes a esse fator em um valor monetário, pode ser feita através de uma estimativa de rendimento para cada grupo de pessoas, ou salário dessas, a partir do conhecimento de como os acidentes se distribuem por idade, sexo, faixa salarial, etc., chegando a um valor médio de cada acidente. Tal procedimento foi adotado pelo DNER ( 1995 ). Foi feita uma análise do comportamento da distribuição de renda do fator trabalho no Brasil, no período de 1980 a 1990 utilizando as tabelas de rendimentos do sistema TRAT, sendo também de extrema validade o trabalho de Oliveira ( 1993 ).

Chegou-se à conclusão de que o rendimento médio no período de 1981 a 1990 , manteve-se, em média, para a categoria não agrícola, na ordem de 4,9 salários mínimos, tendo, as mulheres, incorporado ganhos reais da ordem de 10,3 %, contra uma perda para os homens de 10,0%.

A distribuição por sexo e idade dos vitimados em acidentes de tráfego foi obtida a partir dos dados do DNER relativos ao ano de 1992, tendo a seguinte distribuição percentual por sexo: masculino - 71,8%; feminino - 28,2%. Esses valores aplicados aos rendimentos médios mensais por sexo para 1990 ( 5,4 salários mínimos para o sexo masculino e 3,2 salários mínimo para o feminino ) resultaram para o salário médio mensal; para ambos os

sexos de 4,78 salários mínimo ou US\$ 386,5. Adotou-se então, esse valor como o correspondente ao rendimento básico do fator trabalho, equivalente a US\$ 4.638 anuais. Estabeleceu-se também, taxas de produtividade pelo fator trabalho e de custo de oportunidade de capital, respectivamente de 3% e de 12% ao ano.

A partir do conhecimento da idade média das pessoas acidentadas, sendo elas, 36 anos para pessoas adultas e 10 anos para menores, tendo como objetivo obter o valor atual médio de cada acidente, levando em conta ainda as taxas de produtividade e do custo de oportunidade de capital citadas anteriormente, foram determinados fatores de capitalização, a partir das seguintes equações, obtidas do trabalho do DNER ( 1995 ) :

i. Para adultos

$$L_1 = Y_0 ( \alpha ) \frac{(\alpha)^{t-r} - 1}{\alpha - 1}$$

ii. Para crianças

$$L_2 = Y_0 ( \alpha ) \frac{(\alpha)^{t-r} - 1}{\alpha - 1} - \frac{(\alpha)^{s-r} - 1}{\alpha - 1}$$

Onde:

$L_1$  e  $L_2$  = perdas de rendimentos de adultos e crianças respectivamente

$Y_0$  = Remuneração média do trabalho em função do sexo e idade do acidentado

$\alpha$  = Fator que relaciona o crescimento da produtividade do trabalho ( 3%aa ) e do custo de oportunidade de capital ( 12%aa ).

$t$  = idade prevista p/ encerramento da fase produtiva, utilizado 60 anos

$s$  = idade prevista p/ início da fase produtiva, utilizado 19 anos

$r$  = idade na época da morte ou invalidez do acidentado, utilizado 36 anos p/ adultos e 10 anos p/ crianças.

Com a utilização destas fórmulas obteve-se os seguintes valores para o fator de capitalização de vítimas adultas e menores respectivamente, 9,91 e 5,21.

Seguindo no intuito da determinação do custo médio por vítima de acidente de trânsito, foram aplicadas as proporções de vítimas adultas ( 85,6% ) e de menores ( 14,4% ), chegou-se a um fator médio igual a 9,21, o qual permitiu a determinação da perda de rendimento média final da ordem de US\$ 42.700 por pessoa morta ou totalmente inválida.

Tendo o conhecimento das proporções da gravidade dos acidentados, sendo utilizado o valor definido acima para pessoas mortas e inválidas permanentemente, e admitindo, ainda,

perdas relativas a um ano de trabalho para pessoas com lesões graves e quinze dias para lesões leves, chegou-se aos resultados apresentados na tabela 2.1 .

Tabela 2.1: Estimativa das perdas de rendimentos em função das lesões e gravidade dos acidentes de trânsito nas rodovias federais - 1992 ( US\$ ):

Gravidade	Quant.	Valor un. ( US\$ )	Acid. c/ morte ( US\$ )	Acid. c/ ferido ( US\$ )	Total ( US\$ )
Morte	8.982	42.700	383.531.400	—	383.531.400
Invalidez	785	42.700	—	33.519.500	33.519.500
Lesão Grave	9.098	4.638	—	42.196.524	42.196.524
Lesão Leve	25.061	193,25	—	4.843.038	4.843.038
Total	43.926	—	383.531.400	80.559.062	464.090.462

FONTE: DNER ( 1995 )

### b) Danos aos veículos

Os danos causados aos veículos é outro fator importante na análise das perdas com acidentes de tráfego. A metodologia adotada pelo DNER contempla os seguintes itens, na tentativa de quantificar os danos à propriedade de veículos, a partir do tipo e gravidade de cada acidente:

- Determinação de categorias de veículos tipo para a análise;
- Estabelecimento da percentagem de cada veículo tipo por modo e gravidade dos acidentes;
- Determinar o custo unitário de cada veículo tipo em função da gravidade da ocorrência;
- Conhecimento do número total de veículos envolvidos, conforme cada classe dos mesmos, bem como tipo e gravidade de cada acidente.

A utilização dessa metodologia levou o DNER à tabela 2.2 apresentada abaixo:

Tabela 2.2: Estimativa dos custos com danos aos veículos em função da gravidade dos acidentes de trânsito - 1992 (US\$ x 10<sup>3</sup>):

Tipo	Distribuição segundo a gravidade da ocorrência			Total
	C/ Morte	C/ Feridos	S/ Vítima	
Passeio	18.925	89.040	126.108	234.073
Carga	62.104	161.889	301.394	525.386
Coletivo	6.374	16.313	30.862	53.549
Total	87.403	267.242	458.364	813.009

FONTE: DNER ( 1995 )

### c) Custos Médico-Hospitalares

Este termo reflete os valores dispendidos com despesas médicas quando da ocorrência de acidentes de trânsito. Os principais fatores levados em consideração são o tempo médio de internação e o custo médio diário de permanência nos hospitais para pessoas acidentadas no trânsito.

De acordo com dados do Ministério da Saúde, foram dispendidos em 1992, o equivalente a cerca de 5,6 milhões de dólares em internações hospitalares em decorrência de acidentes de trânsito no Brasil, tendo o custo médio de internação se situado ao redor de US\$ 575 por pessoa. Sendo o tempo médio de internação estimado em 5,883 dias, resultando num custo por dia da ordem de US\$ 98,6.

Um outro estudo envolvendo o HMAL/SARAH, de Brasília apresenta estimativas do serviço de contabilidade e Custos daquela instituição, referenciadas ao mês de julho de 1992, que indicam um custo médio de US\$ 97,20. Os valores de custos diários nos dois trabalhos não possuíram diferenças muito significativas, sendo então o tempo de permanência o fator determinante nos custos finais.

O trabalho analisado considerou os seguintes tempos de permanência e custos apresentados na tabela 2.3.

Tabela 2.3: Elementos de cálculo dos custos médico-hospitalares em decorrência de acidentes de trânsito:

Gravidade da lesão	Tratamento	Valor Unitário (US\$)	Quant.	Valor por acidentado (US\$)
Leve	Consulta	16,79	1	16,79
Grave	Internação	98,6	5,83	574,84
Invalidez	Internação	110	42	4.620
Morto fora da pista	Internação	110	2,86	314,6

FONTE: DNER ( 1995 )

Para os casos em que há necessidade de internação, além dos valores apresentados na tabela 2.3, considerou-se uma média de duas horas cirúrgicas, à razão de US\$ 440 por hora. A partir desses valores foi obtida a estimativa para os custos médico-hospitalares apresentados na tabela 2.4.

Tabela 2.4: Custos de atendimentos médico-hospitalares às vítimas de acidente de trânsito - 1992( US\$ )

Gravidade da Lesão	Quantidade de vítimas	Custo unitário	Cirurgia	Custo total
Morte fora da pista	3.226	314,6	880	3.853.780
Lesão leve	25.061	16,79	–	420.774
Lesão grave	9.098	574,84	880	13.236.134
Inválidos	785	4.620	880	4.317.500
Total de vítimas	38.170	–	–	21.828.188

FONTE: DNER ( 1995 )

#### d) Danos às cargas transportadas

Os danos às cargas transportadas dizem respeito aos prejuízos ocorridos com perdas parciais ou total das mercadorias transportadas pelo veículo acidentado. Este valor foi obtido no trabalho analisado ( DNER-1995 ) a partir dos anuários estatísticos do DNER.

A obtenção destes valores por parte do DNER é feita através de informação prestada pelo patrulheiro quando do atendimento do acidente. Esse estima o percentual de perda da carga, sendo o valor obtido a partir dessa informação cruzada com dados da nota fiscal ou outra fonte em que seja possível obter o valor global da carga transportada.

O cálculo final dos danos às cargas transportadas foi feito pela aplicação das médias dos custos por acidente aos valores apurados no ano de 1992, segundo a gravidade da ocorrência. O resultado é apresentado na tabela 2.5.

Tabela 2.5: custos dos danos às cargas transportadas - 1992 ( US\$ )

Grav. do acidente	Com morte	C/ feridos	S/ vítimas	Total
Custo de danos	2.954.088	14.424.115	19.877.427	37.255.631

FONTE: DNER ( 1995 )

#### e) Administração de Seguros

Segundo o DNER ( 1995 ) esse não é tradicionalmente levado em conta para estudos nesse âmbito, entretanto podem ser apontados dois tipos de despesas com seguros no que se refere a acidentes de tráfego, o seguro obrigatório contra terceiros e os seguros privados.

De acordo com a Frenaseg - Federação Nacional de Empresas de Seguros Privados e de Capitalização, as indenizações pagas em decorrência de mortes ou invalidez permanentes de vítimas de acidentes de trânsito, para o triênio 1992-94, têm os valores indicados na tabela 2.6.

Tabela 2.6: Dados estatísticos de indenizações de seguros para vítimas de acidentes de tráfego  
- 92-94 ( US\$ )

Ano	Morte		Invalidez Permanente	
	Total	P/ Vítima	Total	P/ Vítima
1992	30.097.303	1.350	751.430	712
1993	50.598.683	2.090	1.755.038	1.058
1994	95.640.356	3.300	3.123.431	1.310

FONTE: DNER ( 1995 )

#### **2.1.4.2 Apropriação final dos custos de acidentes de tráfego**

A última etapa do processo de definição dos custos de acidentes de trânsito é a apropriação dos mesmos, os quais foram desagregados nos componentes estudados anteriormente afim de facilitar a visualização e execução dos cálculos. Em resumo a apropriação final é a soma de todos os custos estudados anteriormente. A tabela 2.7 demonstra a apropriação final para os custos de acidentes de tráfego em rodovias Federais no ano de 1992.

Tabela 2.7: Custos estimados de acidentes de trânsito - 1992 ( US\$ )

Distribuição segundo a gravidade dos acidentes

Componentes do Custo	Total do ano	Acidentes		
		C/ morto	C/ ferido	S/ vítima
Perdas de rend. futuros	464.090.462	383.531.400	80.559.062	0
Danos aos veículos	813.009.000	87.403.000	267.242.000	458.364.000
Custos Méd.- hosp.	21.828.188	3.853.780	17.553.634	420.774
Danos às cargas	37.255.630	2.954.088	14.424.115	19.877.427
Adm. de Seguros	12.686.630	12.128.038	558.592	0
<b>Total geral</b>	<b>1.348.869.910</b>	<b>489.870.306</b>	<b>380.337.403</b>	<b>478.662.201</b>
No de acidentes	67.021	4.429	19.419	43.173
Veíc. envolvidos	105.625	6.672	29.094	69.859
Custos médios p/ acid.	20.126	110.605	19.586	11.087
Custos médios por veíc.	12.770	73.422	13.073	6.852

FONTE: DNER ( 1995 )

#### **2.1.5 - AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA**

Uma das questões pertinentes quanto à prevenção de acidentes de tráfego é como aplicar os recursos disponíveis. Isso se deve a escassez dos recursos destinados a esse fim, que não atendem ao montante global das necessidades. Deve-se assim definir a melhor forma de

aplicação dos recursos disponíveis. É necessário que as decisões e medidas de segurança sejam tomadas de maneira racional. Técnicas de análise custo/benefício constituem uma forma de conduzir a decisões que produzam benefícios maiores.

Segundo Roess e McShane ( 1990 ), devido as dificuldades inerentes à redução de acidentes de tráfego, muitas medidas de Engenharia de Tráfego, buscam a redução na severidade dos acidentes, quando estes ocorrem.

De acordo com Baginski ( 1995 ) acidentes e suas conseqüências não podem ser totalmente eliminados, mas somente reduzidos. A seleção de medidas de segurança deve ser baseada em avaliações dos efeitos relevantes, direta ou indiretamente ligados à prevenção de acidentes. Para escolher eficientemente uma medida de segurança, é importante conhecer os fatores envolvidos nos acidentes e como estes acontecem. Uma prática comumente utilizada consiste em isolar-se o componente principal responsável pelo acidente ( a via, o veículo ou o usuário ) e tentar melhorá-lo. Contudo, pesquisas em alguns países têm demonstrado que esta abordagem não é suficiente. Grande parte dos acidentes ocorrem devido a interação de muitos fatores que atuam sobre os componentes do sistema de tráfego.

Para Hobbs ( 1990 ) a redução dos problemas de segurança viária requer uma análise dos diversos fatores influentes antes que sejam tomadas medidas de Engenharia. Para isso é necessário não somente um trabalho coordenado, mas um trabalho participativo entre Polícia, legisladores, educadores, Jornalistas, Engenheiros, planejadores e por fim dos cidadãos. A Engenharia de Tráfego pode dar uma importante contribuição, a partir do conhecimento estabelecido, para melhores projetos e controle do sistema viário.

Segundo Andreassen ( 1992 ) os elementos necessários a avaliação dos tratamentos de redução de acidentes e redução de severidade são:

1. Custo padronizado “por pessoa-classe de ferimento” para cada uma das classes de ferimento ( morte, admissão hospitalar, ferido com tratamento médico, ferido sem tratamento médico e não ferido );
2. A classe de ferimento gerada pelo tipo de acidente, obtida dos registros policiais e hospitalares;
3. O custo de reparo esperado para o(s) veículo(s) envolvido(s) no acidente;
4. O custo padronizado por acidente obtido através de 1,2 e 3, para cada tipo de acidente.

Ainda segundo o mesmo autor, os itens acima podem ser obtidos através do estudo dos boletins de ocorrência das autoridades policiais, que além de descreverem o tipo de acidente, possuem outras informações que possibilitam levar até a ficha hospitalar das vítimas. Estas permitem avaliar os padrões de ferimentos e custos hospitalares reais. Um complemento

tecnicamente desejável é a determinação do perfil sócio econômico dos usuários do sistema em questão conforme apresentado por MacDowell ( 1995 ), para evitar o uso de médias globais que podem conduzir a conclusões irreais para determinados procedimentos e locais.

Segundo Lupton ( 1996 ) o efeito de melhorias na segurança é geralmente medido pelo número de acidentes que ocorrem antes e depois do tratamento. Porém essa simples comparação pode exagerar a dimensão do benefício por duas razões:

- a) **A regressão para a média dos efeitos** - Os tratamentos localizados, visando a redução de acidentes de tráfego geralmente são executados em locais, que num determinado momento alcançaram freqüências elevadas de acidentes de tráfego, acima da média de acidentes historicamente registrada naquele local ( média populacional ). É possível, portanto, que mesmo sem a realização de qualquer tratamento haja uma regressão do número de acidentes para essa média. Por outro lado, num local que recebeu tratamento, a redução na freqüência de acidentes de tráfego, pode não ter como causa as mudanças efetuadas e sim o fenômeno da regressão para a média.
  
- b) **Migração de acidentes** - Uma redução de acidentes em áreas que sofreram um tratamento pode vir acompanhada de um incremento na freqüência de acidentes para áreas vizinhas que não sofreram tratamento, representando assim uma migração de acidentes da região tratada para locais vizinhos na rede.

De acordo com a CET-SP ( 1979 ) após a implantação de um projeto visando a redução de acidentes, é preciso avaliá-lo para saber se deu certo ou não. A avaliação do projeto envolve uma série de perguntas fundamentais, quais sejam:

1. Como mudou a freqüência e gravidade dos acidentes, após a implantação do projeto ?
2. Mudou algum outro fator após a implantação do projeto, que pode ter influenciado a freqüência e/ou a gravidade dos acidentes ?
3. Qual foi a mudança da freqüência e da gravidade que se deve exclusivamente ao projeto sobre avaliação ?
4. Esta mudança devido ao projeto implantado, foi significativa ?
5. Caso houve uma redução significativa da freqüência e/ou da gravidade dos acidentes, devido ao projeto implantado, qual foi o valor dessa redução?
6. Quanto custou a avaliação e implantação do projeto ?

7. O custo de elaboração e implantação do projeto foi justificado pelo valor de redução dos acidentes ?

Segundo Affum e Taylor ( 1997 ) geralmente, as técnicas utilizadas para avaliação de acidentes de tráfego podem ser classificadas em três grupos:

Análises custo-benefício; análises de custo efetivo e análises multi-critério.

1. **ANÁLISES CUSTO-BENEFÍCIO** – Este método converte todos os efeitos do programa em valores monetários, para que os custos possam ser comparados com os benefícios. A dificuldade deste método é como converter efeitos abstratos, como custos sociais e fatores ambientais, em termos monetários.
2. **ANÁLISES DE CUSTO EFETIVO** – Compara o custo de cada alternativa com a efetivamente realizada, baseando-se em prioridades pré-definidas para um conjunto de objetivos.
3. **ANÁLISES MULTI-CRITÉRIO** – Esta técnica permite aos tomadores de decisão avaliar, de forma ampla e ordenada, alternativas de projeto ou de ação, as quais podem ter diferentes objetivos, impactos e conseqüências. Nesse caso, a rentabilidade econômica passa a ser apenas um elemento a mais dentro do conjunto de indicadores da oportunidade do projeto ou da ação.

Todas essas técnicas são apropriadas se o foco da análise for o impacto de segurança sobre o tráfego. Uma maneira mais relevante seria a análise de dados de acidentes de tráfego desagregados numa área, para uma comparação “antes” e “depois”, com um apropriado controle da área.

### **2.1.6– ANÁLISES DE ACIDENTES DE TRÁFEGO**

Para cumprir sua função o técnico em tráfego deve estudar a informação disponível sobre os acidentes, vistoriar o local, descobrir padrões nos acidentes e fatores em comum, e identificar e implantar modificações à Engenharia de Tráfego. Essas modificações podem ser tanto para corrigir falhas e inadequações na própria Engenharia, quanto para compensar possíveis falhas e inadequações nos elementos sobre os quais os técnicos não têm controle: o

comportamento dos motoristas e dos pedestres, as características dos veículos e as regulamentações e o nível de fiscalização das mesmas ( CET-SP, 1979 ).

Segundo Roess e McShane ( 1990 ) a execução de melhorias na segurança viária requer a consideração de três elementos que influenciam a operação de tráfego: o motorista, o veículo e a via. Infelizmente a Engenharia de Tráfego pode ter o controle sobre somente um desses elementos – a via. Indiretamente, pela realização de estudos e legislação, podem ser influenciados os motoristas, o projeto de veículos e o registro dos mesmos.

Análises de acidentes requerem uma cuidadosa coleta de dados no local do evento ou estimativas a partir de dados agregados, dependendo do nível de precisão do estudo. Para isso as tendências devem ser interpretadas, e mudanças significativas devem ser detectadas a partir de medidas de controle e uma metodologia consistente é necessária para que melhorias realizadas possam ser cientificamente avaliadas ( Hobbs, 1990 ).

Para que os problemas de trânsito possam ser diagnosticados e as medidas de redução de acidentes mais adequadas sejam escolhidas e implementadas, é necessário uma base de dados que descreva os acidentes. Quanto aos pontos críticos na malha viária, é necessário elaborar um estudo para identificar e diagnosticar estes locais problemáticos, aqueles com maior frequência de acidentes com vítimas, sobretudo acidentes fatais. As etapas do estudo de identificação e diagnóstico dos locais problemáticos são ( Institution of Highways and Transportation, 1990 *in* Baginski, 1995 ) :

1. **Provisão de dados** - Coleta e armazenamento de dados de acidentes de tráfego.
2. **Identificação de locais e áreas problemáticas** – Dados dos acidentes, recuperados por via ( local, classe, área e condições de tráfego ).
3. **Diagnóstico dos problemas** – Observações local, estudo de conflitos e amostragem local – Estudo detalhado das informações para colher informações adicionais sobre o local – determinação dos fatores relevantes para os acidentes como uma orientação na adoção de medidas corretivas – identificação dos fatores dominantes da via e reconhecimento de correlações.
4. **Busca e avaliação de medidas corretivas** – determinação da gama de medidas que podem influenciar os fatores dominantes e da via – avaliação econômica do custo/benefício – seleção das medidas a serem implementadas.

Ainda segundo o mesmo autor, dependendo do tipo de usuário e do objetivo de análise dos dados, a quantidade e características destes dados podem variar. Informações, por exemplo, sobre as testemunhas de um acidente de trânsito não interessam menos ao Engenheiro de Tráfego, mas podem ser imprescindíveis para a justiça.

De acordo com a CET-SP ( 1979 ) os locais das maiores freqüências de acidentes não são necessariamente os locais de maior perigo, medido pela probabilidade de sofrer um acidente de cada veículo/pedestre que passa. A seguir é dado na tabela 2.8 um exemplo que explica essa afirmação:

Tabela 2.8: Exemplo mostrando a diferença entre freqüência e periculosidade.

Local N°	Acid./ano ( Freqüência )	Veíc./ano ( Volume )	Acid./100.000 veíc. ( Periculosidade )	Ordem de:	
				Freqüência	Periculosidade
1	2	10.000	20	3	1
2	50	500.000	10	2	2
3	100	2.000.000	5	1	3

Os dados apresentados na tabela 2.8 podem ser explicados da seguinte forma:

- Uma alta freqüência de acidentes pode ocorrer como resultado de um alto volume de veículos /pedestres, num local não muito perigoso;
- Uma baixa freqüência de acidentes pode indicar muito perigo, ou risco de acidente se for registrado num local de baixo volume de veículos/pedestres.

A aplicação deste conceito pode resultar, então, numa priorização dos pontos críticos diferente daquela feita na base da freqüência. Entretanto, é necessário a disponibilidade de contagem de veículos/pedestres para todos os locais a serem comparados.

Sobre dados de volume de tráfego, destaca-se a inexistência destes para a maioria das cidades brasileiras, o que dificulta, em muito, qualquer análise sobre o sistema viário, em particular análises de segurança viária.

Bourahli e Jacques ( 1997 ) apresentaram um trabalho sobre práticas de avaliação de pavimentos nos órgãos municipais e estaduais. Para tal foram realizadas entrevistas através de questionários enviados para 83 municípios e 27 DER's. Destes retornaram 16,86% e 55,55% dos questionários respectivamente. Quanto a dados sobre o tráfego, os resultados apontaram que somente 23% dos municípios dispõem destes dados e ainda menos se for considerada a

composição do tráfego ( 14% ). Para os DER's o panorama melhora, sendo que 60% dispõem de dados tanto sobre volume quanto sobre composição do tráfego.

Portanto, as informações prestadas por essa pesquisa, confirmam a afirmação de que são raros os municípios que possuem contagens de tráfego. Vale salientar, que os municípios entrevistados, são todos de médio e grande porte.

São recomendadas as seguintes prioridades na seleção de locais para estudo ( CET-SP, 1979 ):

**a) Gravidade dos acidentes**

Em primeiro lugar acidentes com danos pessoais ( ênfase para acidentes do tipo atropelamento ), por último acidentes com danos apenas materiais.

**b) Alta Frequência x Alta Periculosidade**

Nos locais com alta frequência de acidentes de tráfego tem-se a maior probabilidade da existência de um padrão de acidentes, sendo possível a eliminação de um número significativo de acidentes com a execução de um só projeto de melhorias.

Os locais com alta periculosidade podem ser tanto aqueles com muitos acidentes e altos volumes de tráfego, quanto aqueles com uma frequência baixa de acidentes e também baixos volumes de veículos. Onde ocorrem poucos acidentes, qualquer projeto visando reduzir o número destes deve render menos.

Por isso, alta frequência de acidentes deve ter prioridade sobre alta periculosidade em geral. Se forem disponíveis contagens de veículos para locais com altas frequências de acidentes, então, devem ter prioridade de estudo aqueles que apresentam maiores índices de periculosidade.

**c) Locais com recentes crescimento no número de acidentes**

Normalmente se espera a ocorrência de uma mudança de fácil identificação, que deu origem ao elevado número de acidentes.

#### **d) Locais reclamados pelo público**

Estes locais devem ser sempre sujeitos a um estudo inicial por dois motivos:

O primeiro é que se está prestando um serviço público. O segundo porque estes locais podem ser potenciais em relação a ocorrência de acidentes de tráfego devido a mudanças recentes no sistema viário ou nos fluxos de veículos e pedestres, ainda não refletidos nos dados disponíveis sobre acidentes.

#### **2.1.6.1 Análise dos dados disponíveis para um ponto crítico identificado**

Segundo a CET-SP ( 1979 ) os objetivos principais desta análise são a caracterização dos problemas do local e a identificação de fatores comuns ou padrões nos acidentes registrados. O estudo dos dados disponíveis sobre acidentes de tráfego deve contemplar os seguintes fatores:

##### **a) Evolução da frequência de acidentes:**

Normalmente considerar períodos mês a mês.

##### **b) Crescimento constante da frequência:**

Uma tendência de crescimento gradual, mas constante pode indicar um simples crescimento no volume de veículos e/ou pedestres. Alternativamente, pode indicar a deterioração, com o tempo, de algum fator como, por exemplo, a sinalização horizontal ou a visibilidade de algumas placas devido ao crescimento da vegetação.

##### **c) Mudança súbita de frequência:**

Um aumento súbito de acidentes, mantido com o tempo, pode indicar o mau resultado de algum projeto implantado no local, ou um aumento no volume de veículos e/ou pedestres devido a uma mudança na circulação que desvia o tráfego para o local, ou uma deterioração súbita na sinalização como, por exemplo, uma placa que cai.

##### **d) Frequência alta e constante:**

Neste caso provavelmente não há interferência de um projeto implantado, nem de fatores como o crescimento de volumes de veículos e/ou pedestres. A alta frequência de acidentes deve ser resultado de outras características do local ou de altos volumes de tráfego.

### e) Distribuição horária e por dia da semana:

Qualquer programação de vistorias em determinados locais deve incluir os dias e horas de maiores concentrações de acidentes. De preferência deve incluir algumas horas de baixo número de acidentes para complementar e verificar possíveis raciocínios sobre a causa dos acidentes. Qualquer diagnóstico deve levar em conta a distribuição horária e por dia da semana.

Affum e Taylor ( 1997 ) no desenvolvimento de um método de avaliação de segurança para o gerenciamento do tráfego em áreas locais, afirmam :

*“O problema da investigação de segurança num local requer que as perdas com acidentes sejam identificadas para auxiliar na determinação da extensão e nível do problema. Isto é normalmente medido em termos de números de acidentes, severidade ou uma medida de exposição ao acidente. Sabe-se que somente números absolutos de acidentes são inadequados para medir índices de acidentes, especialmente em áreas locais onde o número de ocorrências por valor unitário ( pedestre ou veículo ) é usualmente muito baixo. Para um método de avaliação que se aplique a diferentes níveis da rede viária é necessário a desagregação dos dados de acidentes de tráfego no sistema. Tal desagregação torna possível investigar como a implementação de aparelhos de gerenciamento de tráfego, tais como lombadas, rótulas, etc., afetaram os vários níveis da rede e determinar efeitos interativos entre eles.*

*Compreender a evolução do impacto em segurança viária na área em estudo do gerenciamento de tráfego é, portanto, necessário para a própria compreensão da ocorrência de acidentes em áreas locais e para o desenvolvimento de índices apropriados de acidentes e medidas de gerenciamento de tráfego que possam combater esses problemas”.*

#### 2.1.6.2. Vistoria, análise e seleção de medidas:

Uma vez completada a análise dos dados disponíveis deve ser feita uma vistoria do local visando estabelecer <sup>PRVANTAR</sup> ligações causativas entre os acidentes e os seguintes fatores:

- As inadequações no comportamento dos motoristas, dos pedestres e dos demais usuários do sistema viário;
- As inadequações na Engenharia de Tráfego; e

- As situações de conflito veículo-veículo e veículo-pedestre resultantes dessas inadequações.

Até este ponto o trabalho referiu-se à segurança viária e acidentes de tráfego, que se traduzem no tema em estudo por esta dissertação. Doravante será apresentado a ferramenta utilizada para o alcance dos objetivos inicialmente traçados, o Sistema de Informações Geográficas ( SIG ).

## **2.2 – SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.**

Ao introduzir Sistemas de Informações Geográficas ( do inglês *Geographic Information System – GIS* ) doravante denominado SIG, tema fundamental nessa dissertação, vale transcrever o que afirma Renúncio ( 1995 ):

*“Uma rápida análise dos dados coletados e utilizados por órgãos governamentais e empresas privadas, processados por meio de computadores, concluiria que na maioria das vezes estes relacionam-se com estatísticas demográficas, econômicas e geográficas. A maioria destas informações possui também uma dimensão geográfica, pois relacionam-se a uma localização específica, como um endereço ou região/área. Estas informações têm sido processadas das mais diversas formas, entre elas a manipulação, gerenciamento e armazenamento através de bancos de dados, planilhas eletrônicas e graficamente em sistemas de Mapeamento Assistido por Computador ( CAM ). Informações de dados econômicos atuais e tendências demográficas futuras podem ser formadas usando formatos padrões de relatórios, mas a melhor forma de demonstrar, apresentar e analisar a distribuição destes dados ( principalmente a análise qualitativa / comparativa ) é através de imagens. Quando os dados referem-se a uma localização geográfica, mapas podem apresentar-se como o melhor veículo para demonstração das conclusões obtidas ( “uma figura vale mais que mil palavras” )”.*

### **2.2.1 CONCEITOS BÁSICOS**

#### **2.2.1.1 Cartografia**

A mais recente definição de Cartografia, de acordo com a *International Cartographic Association* é a seguinte: “A arte, ciência e tecnologia de produzir mapas, juntamente com o seu estudo como documentos científicos e obras de arte. Neste contexto, pode-se considerar que “mapas” inclui todos os tipos de representação gráfica, mapas, plantas, cartas e seções, modelos e globos tridimensionais representando a terra ou qualquer corpo celeste em qualquer escala” ( Rech, 1997 ).

O objetivo principal da Cartografia é expressar sobre um sistema de coordenadas plano, pontos discretos que tenham perfeita ligação com seu homólogo na superfície terrestre,

de tal forma que o cálculo efetuado sobre o sistema plano, mantenha perfeita correspondência quando transportado para a superfície original ( Bekker *in* Sato, 1996 ).

### **2.2.1.2 Cartografia Digital**

Segundo Sato ( 1996 ) a Cartografia Digital é o processamento digital de dados e dentro desse processamento estão inseridas a imagem digital, processamento digital de imagens, concepção de objetivos, vetorização, “escanerização” ( varredura ), rasterização (digitalização matricial de imagens ), entre outros. Os dados processados na cartografia digital se apresentam na forma vetorial ou *raster*. No processamento desses dados digitais, normalmente utilizam-se os sistemas CAD ( *Computer Aided Design* ) e outros sistemas SIG. Estes sistemas na cartografia digital, têm como principais características tornar a produção cartográfica mais ágil e eficiente, através de melhorias na qualidade de representação gráfica, redução de custos e tempo de produção.

Pode-se dizer que as cartas digitais são produtos da mais alta tecnologia dos aerolevantamentos. São arquivos digitais que contém separadas em níveis de informação (*layers*), os dados que compõem as cartas de traço e ortofotos. Para obtenção de cartas digitais basicamente dois métodos podem ser adotados: a restituição digital ou a digitalização de cartas. ( Rech, 1997 ).

Segundo o mesmo autor, a cartografia digital proporciona as seguintes vantagens:

- a) Elimina o trabalho manual e repetitivo;
- b) Rapidez na produção;
- c) Aumento da produtividade;
- d) Melhoramento na qualidade do produto;
- e) Permite que novos produtos sejam gerados;
- f) Facilidade no processo de controle do produto; e
- g) Permite a análise dos dados no computador.

### **2.2.1.3 Base Cartográfica**

Segundo Riebold *in* Rech ( 1997 ) Base Cartográfica é qualquer representação gráfica, que através de símbolos representa a superfície terrestre, que pode ser desde um croqui, até mapeamentos por processos computacionais. A qualidade da base deve ser compatível com a

finalidade de trabalho, ou seja, com o tipo de trabalho que será executado com ela, as informações que deverá conter e a acurácia de tais informações.

#### **2.2.1.4 Base de dados espacial**

É uma coleção de mapas digitais em que cada feição é referenciada a uma localização geográfica expressada em coordenadas espaciais. Os dados podem ser pontos, linhas e polígonos. A base de dados é análoga a um simples mapa ou um conjunto de mapas sobrepostos ( Robinove, 1986 )

#### **2.2.1.5 Mapas Temáticos**

Mapas Temáticos tratam-se de documentos em qualquer escala, em que sobre o fundo geográfico básico, são representados os fenômenos geográficos, geológicos, demográficos, econômicos, etc., visando ao estudo, à análise e à pesquisa dos termos, no seu aspecto espacial ( Oliveira *in* Rech, 1997 )

#### **2.2.1.6 Geoprocessamento**

Segundo Rodrigues ( 1990 ) geoprocessamento é o conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento e uso de sistemas que as utilizam.

De acordo com Portugal *et al* ( 1995 ) o geoprocessamento, entendido como uma tecnologia que envolve a cartografia e a informática a partir da informatização das bases cartográficas georeferenciadas associadas a um banco de dados relacional, é o instrumento utilizado na confecção dos SIGs.

Geoprocessamento, portanto, nada mais é que o uso automatizado de informação que de alguma forma está vinculada a um determinado lugar no espaço, seja por meio de um simples endereço ou por coordenadas.

#### **2.2.1.7 Sistema**

Sistema pode ser definido como um conjunto de elementos coordenados pelas relações que estabelecem todos entre si. É um conjunto complexo, com elementos distintos, e

ordenado, pois as interrelações entre elementos obedecem as regras que visam objetivos comuns (Dantas, 1992).

Segundo Oliveira *in* Renúncio ( 1995 ), sistema pode ser definido como um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função. Os componentes básicos do sistema são:

- a) **Objetivos:** Vem a ser o motivo pelo qual o sistema foi criado e deve subsistir, quer sejam do usuário ou do próprio sistema;
- b) **Entradas do sistema:** Consistem das informações que requer o sistema para sua operação ou processo. A transformação sobre os dados de entrada pelo sistema gera saídas que devem estar em sintonia com os objetivos.
- c) **Saídas:** São o resultados de todo o Processo de transformação sobre os dados de entrada e devem satisfazer aos objetivos previamente traçados, gerando produtos e informações que justifiquem o seu funcionamento.

Ainda segundo o mesmo autor, pode-se considerar dois outros componentes de um sistema:

- a) **Controles e avaliação:** Confere se o sistema está atingindo de forma correta os objetivos propostos a uma medida custo/benefício positiva;
- b) **Retroalimentação:** Atua como um elemento de controle, onde as informações realimentadas são resultados das divergências verificadas entre as saídas do sistema e os parâmetros introduzidos inicialmente como entradas e objetivos do sistema.

### **2.2.1.8 Informação**

A maioria dos autores ao conceituar informação, faz um paralelo entre informação e dado.

Entende-se dado como um elemento em forma bruta, que não pode ser utilizado sem que haja uma etapa de “tratamento” deste. Por outro lado, informação pode ser vista como um dado trabalhado, estando em sua forma final, para auxiliar a tomada de decisão.

### **2.2.1.9 Sistema de Informação**

Dale e Mclaughlin ( 1990 ) afirmam que um sistema de informações pode ser definido como: “a combinação de recursos humanos e técnicos, aliados a um conjunto de procedimentos organizacionais, que produzem informações para dar suporte às necessidades gerenciais”.

A função de um sistema de informação é desenvolver habilidades capazes de melhorar a tomada de decisão. Um sistema de informações compõe-se de uma série de operações com capacidade para auxiliar o processo de tomada de decisão a partir da coleta, armazenamento e análise de dados ( Star e Estes, 1990 ).

### **2.2.2 HISTÓRICO**

De acordo com Tomlison ( 1990 ) a origem de SIG data da década de 60, no Canadá. Wyngaarden ( 1989 ) aponta para o final dos anos 60, sendo o SIG originário do Sistema de Informações Geográficas Canadenses ( *CGIS* ) que gerenciou o mapeamento de inventário de terra daquele país. Já Montgomery e Schuch ( 1993 ) atribuem o nascimento de tal tecnologia com a implantação bem sucedida de um projeto de pesquisa na *Havard University*, sendo desenvolvido o SYMAP, que originou a criação do laboratório de computação gráfica daquela universidade, no final da década de 60.

Segundo Burrough ( 1987 ) a história do uso de computadores na análise espacial, teve inicialmente, para diversas aplicações unidisciplinares, desenvolvimento em dois ramos paralelos, quais sejam, as aplicações militares e as diversas pesquisas em campos de atividades civis. Dentre os campos unidisciplinares, de domínio militar, pode-se citar o cadastro, o mapeamento topográfico, a cartografia temática, a geografia, dentre outros.

O desenvolvimento em separado de diversas áreas envolvendo a tecnologia SIG, ocorrido nas décadas passadas, está possibilitando no presente o acesso a uma série de informações que podem ser agrupadas em sistemas complexos, amparado pelo amplo desenvolvimento computacional. Isso resulta em uma capacidade quase infinita de realizar análises, fazendo uso de dados advindos de diferentes áreas de conhecimento.

De acordo com Renúncio ( 1995 ) todo esse campo multidisciplinar possui um objetivo comum, ou seja, desenvolver um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação , transformação, análise e apresentação de dados espaciais de

um mundo real para um conjunto particular de propósitos. Este conjunto de ferramentas constitui os SIGs e descrevem o mundo em termos de :

- a) Sua posição com relação a um sistema conhecido de coordenadas;
- b) Atributos que não estão relacionados à localização;
- c) Interrelações espaciais entre esses dados, que descrevem como se interrelacionam e como o usuário pode navegar entre eles.

Segundo Star e Estes ( 1990 ) os SIGs tiveram sua origem em duas áreas menores sobrepostas, sendo elas: o gerenciamento do meio-ambiente urbano ( particularmente em termos de planejamento e renovação ) e a preocupação com o uso correto dos recursos naturais.

Segundo Dantas *et al.* ( 1996 ), referindo-se à área de transportes, as fases evolutivas dos SIGs quanto à sua conceituação são as seguintes:

**a) Fase 1 – Manipulação e Visualização de Banco de Dados**

Iniciada na década de 50, devido a necessidade de armazenar, organizar, processar e visualizar dados em projetos como o *Chicago Area Transportation Study* (1956 – 1960); a representação de fluxos de tráfego em Detroit ( 1955 ); e o uso de procedimentos automatizados no *US Bureau of the Budget* ( 1965 ). Estas foram iniciativas que geraram os primeiros SIGs na área de transportes.

**b) Fase 2 – Operações analíticas de dados não gráficos e estrutura organizacional**

O aumento da capacidade de processamento e de memória, aliado a necessidade de transformar dados numéricos em novas informações, possibilitando previsões de situações futuras, foram fatores decisivos no desenvolvimento de novas concepções de SIG e de sua popularização. Nesta fase as operações analíticas, através de modelos matemáticos com dados numéricos ( não gráficos ) são enfatizadas. Nota-se também avanços consideráveis nas relações *software* – usuários, sendo que este passa a interagir com maior frequência no processo de análise.

### c) Fase 3 – Análise Espacial

A partir da década de 80, o crescimento do setor industrial e comercial de SIG juntamente com a diminuição dos recursos disponíveis para pesquisas provocam mudanças significativas nos rumos do SIG.

Esta fase evolutiva caracteriza-se pela busca contínua do melhor aproveitamento do potencial de análise do SIG. Como pode-se observar nas fases anteriores, o SIG foi utilizado para manipular / visualizar Banco de Dados e posteriormente para realizar operações analíticas com dados numéricos, sempre partindo de dados estatísticos obtidos através de pesquisas, todavia na fase atual a capacidade de realizar a análise espacial, conjunto de técnicas que requer o acesso tanto aos atributos ( propriedades, valores medidos ) como a sua localização ( posição geográfica ) através de relações topológicas (relações de transformação de configurações geométricas em funções matemáticas para interpretação do computador) e que estabelecem a relação espacial existente entre cada feição geográfica ( pontos, linhas e polígonos ), tem sido apontada como fundamental para distinção entre outros sistemas de informação e o SIG ( Choi – 1993 e Maguire – 1991 *in* Dantas *et al.* – 1996 ).

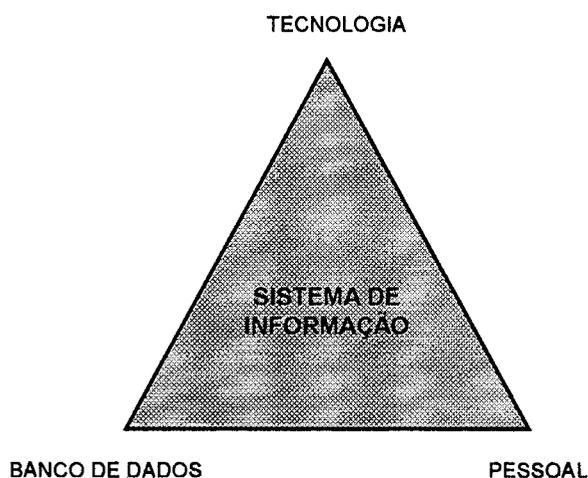
Para Tsou ( 1990 ) e Gallimore *et al.* ( 1992 ) *in* Dantas *et al.* ( 1996 ) a evolução dos recursos computacionais permitiu o desenvolvimento de tecnologias capazes de gerenciar grande quantidade de informações de forma rápida, a custos relativamente baixos e eliminando as limitações associadas aos sistemas de grande porte ( *mainframe* ), haja visto que a associação de microcomputadores e softwares ( como os de SIG ) oferece ao usuário maior flexibilidade, agilidade e interatividade no processo de análise. Particularmente em um SIG, além desses recursos, os dados que são coletados, armazenados, manipulados, visualizados e analisados podem ser de diferentes tipos e origens.

#### 2.2.3 CONCEITOS DE SIG

Devido ao acentuado crescimento no uso da tecnologia SIG observado nos últimos anos, e sua disseminação por variadas áreas do conhecimento, um grande número de conceitos desses Sistemas têm sido anunciados. Entretanto, todos esses conceitos têm em comum o reconhecimento de SIG como uma ferramenta tecnológica de elevado potencial para a realização de análises estatísticas ligadas a atributos espaciais. Apresenta-se a seguir

algumas conceituações que dão uma boa idéia sobre Sistemas de Informações Geográficas e sua aplicabilidade.

Segundo Dantas *et al.* (1996) SIG é um sistema de informação, entre outros que o precederam como os sistemas CADs - Computer Aided Design, Sistemas de Cartografia Computadorizada, SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados e SSR – Sistema de Sensoriamento Remoto. De forma geral os sistemas de informação de acordo com a Figura 2.2, agregam elementos de tecnologia ( equipamentos e programas ), de Banco de Dados ( imagens, mapas, dados estatísticos, etc. ) e Pessoal ( usuários treinados, manutenção e suporte técnico ), que se interagem para manipulação de dados através de procedimentos computacionais. Os SIGs diferem desses sistemas por possuir recursos dos quais eles não dispõem. Essas diferenças decorrem da evolução dos SIGs. Inicialmente possuíam funções relacionadas com o armazenamento e a visualização de banco de dados, até alcançar o estágio atual em que se pode realizar operações analíticas e espaciais com dados gráficos ( mapas, imagens de satélite e fotos aéreas ) e não gráficos ( estatísticos ). Além desses aspectos computacionais a concepção vem evoluindo de um simples software para uma estrutura organizacional voltada a obtenção de informações.



**FIG. 2.2 – Componentes de um Sistema de Informação ( fonte: Dantas *et al.*, 1996 )**

Um SIG é um sistema de informação designado para trabalhar com dados espacialmente referenciados. Em outras palavras SIG é tanto um sistema de base de dados com capacidades específicas de dados para informações referenciadas espacialmente como um meio de operação para trabalhar com dados. ( Star e Estes – 1990 )

Para Congalton e Green ( 1992 ) um SIG pode ser definido como um sistema para entrada, armazenamento, manipulação, análise e exibição de dados geograficamente referenciados.

Segundo Renúncio ( 1995 ) SIGs são uma tecnologia que está revolucionando o modo como se manipulam e gerenciam informações geográficas. Fortemente calcado no desenvolvimento avançado da qualidade gráfica e velocidade de processamento de computadores, os SIGs permitem visualizar respostas estatísticas em mapas, diagramas, gráficos tridimensionais, análises dinâmicas, revelando alterações no meio através dos tempos. Essas aplicações de computação gráfica ampliam o inter-relacionamento entre os dados coletados a campo e a tomada de decisão.

Para Abkowitz *et al* ( 1990 ) SIG representa uma informação tecnológica composta de *hardware*, *software* e dados, usados em conjunto para armazenar, editar, recuperar e analisar informações geográficas.

O manual do *software Geographics* conceitua SIG como uma sistema de base computadorizada que trabalha com a entrada, gerenciamento, manipulação, análises e saída de dados espaciais e tabulares. Dados espaciais se referem a locais específicos da superfície terrestre e são armazenados como elementos gráficos. Dados tabulares são atributos não gráficos ligados a dados espaciais e armazenados numa base de dados relacional.

#### **2.2.4 BENEFÍCIOS COM A UTILIZAÇÃO DE SIG**

Dentre os inúmeros benefícios da incorporação da tecnologia SIG, cita-se aqui os seguintes ( Tomlison,1990; Burrough,1987; Dale & Mclaughlin,1990; Montgomery & Schuch,1993; Korte,1992 *in* Renúncio, 1995 ) :

- a) Informações redundantes e problemas advindos da manutenção de múltiplos conjuntos de dados são eliminados;
- b) As revisões de mapas são mais fáceis e rápidas;
- c) A mão-de-obra torna-se mais produtiva;
- d) Dados de mapas são integrados através de toda organização. Banco de dados centralizado, permitindo uma fonte comum de pesquisa e armazenamento de dados;
- e) Manutenção do banco de dados em tempo real;
- f) Velocidade no processamento de grande volumes de dados;
- g) Habilidade na produção rápida de relatórios e estatísticas de real interesse ao usuário;

- h) Suporte a funções de Engenharia e Planejamento;
- i) Melhora na qualidade da planos elaborados para o desenvolvimento, em função de uma melhor e mais ampla capacidade de análise.

## **2.2.5 COMPONENTES FUNDAMENTAIS DE UM SIG**

Um SIG é composto de três elementos essenciais: *hardware* computacional, módulos de *software* aplicativos e um contexto organizacional adequado, além da informação sobre a qual é desenvolvido o trabalho do SIG.

### **2.2.5.1 Hardware**

Vários fatores condicionam a escolha de uma configuração de *hardware* a ser usada em um SIG, tais como:

- a) tipo de objetivo do usuário
- b) experiência do analista;
- c) conhecimento da área de atuação do usuário,
- d) estimativa do crescimento do volume de informações,
- e) condições locais,
- f) tipo de dados.

### **2.2.5.2 Software**

Congalton e Green ( 1992 ) apontam seis importante fatores a serem considerados na avaliação de um *software* gerenciador de SIG. São eles :

1. ***Entrada de dados e edição*** - recuperação e pesquisa ágeis de dados e ainda uma interface com o usuário que o encorage a utilizar as tarefas de entrada de dados e edição mais difíceis;
2. ***Funções de análise*** - ferramentas de análise cartográfica, como sobreposição de polígonos, medições lineares e de áreas e produção de novos mapas.

3. **Flexibilidade** - habilidade do software em relacionar-se com diferentes sistemas operacionais e linguagens de programação de alto nível;
4. **Risco** - depende do tempo e tipo de experiência do usuário com SIG, número de usuários, satisfação do cliente, etc.
5. **Custo** - apesar do significativo decréscimo do custo nos últimos anos, o investimento inicial para a implantação e gerência de um SIG ainda é muito elevado;
6. **Sistema de gerenciamento de dados** - normalmente hierárquico ( mais comum ) ou relacional ( mais poderoso ).

O projetista de um SIG deve ter em mente que o usuário desejará fazer uma quantidade quase que ilimitada de questões. Para isso os SIGs devem ser capazes de combinar dados e realizar transformações, que atendam aos anseios dos usuários.

### **2.2.6 ASPECTOS ORGANIZACIONAIS DO SIG**

Os recursos humanos são um componente essencial dos SIGs, sendo portanto, necessário que boa parte dos recursos destinados à implantação de um SIG sejam destinados ao treinamento e capacitação de pessoal, que deverão operar o SIG.

Segundo Renúncio ( 1995 ) para isso faz-se necessário um fluxo contínuo de verbas, cujo montante não pode ser desprezado ao analisar-se o financiamento global do sistema. Ainda segundo o autor, os SIGs necessitam serem alocados em um contexto organizacional adequado para que sejam utilizados eficientemente. Assim como na indústria uma nova ferramenta só pode ser eficiente se integrada a todo o processo de produção e não apenas introduzidas como um elemento a mais, sob improvisações. Trazendo essa realidade para os SIGs, esses não alcançam eficiência unicamente com a aquisição de *hardware* e *software*, mas também com o treinamento de indivíduos capazes do operar o sistema.

Peuquet e Bacastow ( 1991 ) citam fatores que se opõe à implantação de SIGs em diversas organizações, os quais podem vir a frustrar a expectativa de resultados. A imobilidade de certas organizações em lidar com mudanças geradas pela implantação de um SIG, gera por vezes, o que os autores classificam de inércia social a qual tem como uma das

causas a redistribuição de tarefas dentro da organização. Tal inércia tem duas principais fontes:

**a) Inércia institucional** - Diz respeito ao processo de tomada de decisão dentro da instituição, o que é afetado pelo redirecionamento do fluxo de informações. Isso afeta tais procedimentos, por vezes políticos e dirigidos pela influência de cada departamento.

**b) Inércia do indivíduo** - Tem como principal causa a ameaça de redistribuição de poder, além do estado de inércia gerado pelo trabalho rotineiro ao longo dos anos.

O acima visto mostra que o sucesso na implantação de um SIG está diretamente relacionado com os departamentos e indivíduos que integram uma empresa, os quais devem estar em consenso sobre a implantação do sistema e agirem de forma conjunta para que se obtenha êxito.

### **2.2.7 ELEMENTOS ESSENCIAIS DE UM SIG**

Segundo Star e Estes ( 1990 ) existem cinco elementos essenciais que um SIG deve conter, sendo eles:

#### **a) Aquisição de dados**

É o processo de identificação e agrupamento dos dados destinados à aplicação requerida. Envolve uma série de procedimentos, que podem incluir a localização e aquisição de dados já existentes, como mapas, fotografias aéreas, dados da área e tema em estudo, etc. Uma outra necessidade é a definição de quais dados novos devem ser levantados para atender os requisitos do trabalho em realização.

#### **b) Preprocessamento**

Envolve a manipulação de dados em diversos meios até que eles possam ser inteiramente introduzidos no SIG. As duas tarefas principais do preprocessamento, envolvem a conversão do formato de dados e identificação do local exato a que se referem os dados de maneira sistemática. A conversão do formato de dados originais geralmente envolve a extração de informações de mapas, fotografias aéreas, dados impressos ( como informações

de demografia, relatos de acidentes de trânsito, etc. ) e o agrupamento dessas informações em um banco de dados computacional.

A segunda tarefa básica da fase de preprocessamento é estabelecer um sistema consistente para especificar as localizações relativas às informações coletadas. Completando esse passo, é possível determinar as características de um local específico em termos do conteúdo de algum plano de informações do sistema.

Durante este processo, é muito importante o estabelecimento de um critério de controle de qualidade para o monitoramento de operações durante a fase de preprocessamento.

### c) Gerenciamento de dados

São funções que governam a criação e acesso à base de dados. Estas funções capacitam métodos consistentes para entrada de dados, atualização, exclusão (“deletar”) de informações e recuperação. O gerenciamento de dados deve incluir funções de segurança. Nem todos os procedimentos devem estar disponíveis a todos os usuários do sistema. Por exemplo, a atualização do banco de dados deve ser permitida somente ao operador do sistema.

### d) Manipulação e análises

Está geralmente no foco da atenção do usuário do sistema. Muitos usuários acreditam, incorretamente, que este módulo é o todo em que se constitui o SIG. Nesta porção do sistema estão os operadores analíticos que trabalham em conjunto com o banco de dados para derivar novas informações.

Quando fala-se em geoprocessamento, geralmente se está enfocando a etapa de manipulação e análise de um SIG.

### e) Geração do produto

Nesta fase estão as saídas ( informações ) finais que são criadas a partir de um SIG.

## **2.2.8 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE UM SIG**

### **2.2.8.1 Topologia**

Todos os dados geográficos podem ser classificados em três conceitos topológicos básicos: o ponto ( nó ), a linha ( arco ), a área ( polígono ). Todo o fenômeno geográfico pode,

em princípio, ser representado por um ponto, linha ou área, mais um rótulo que descreve do que se trata, assim temos:

a) Nós ( pontos ) - Representam os pontos de interseção inicial e final de um arco. Cada ponto é representado por um par de coordenadas X Y, que o localiza no espaço geográfico. Além da representação XY, cada ponto pode conter informações específicas de um banco de dados a ele relacionado.

b) Arcos - Possuem também numeração única e são descritos através de uma série de pares coordenados. *Redes* : em sua forma simplificada as linhas não possuem conectividade espacial, o que é fundamental quando se trata de rede de drenagem ou transportes, por exemplo. Dessa forma, para formar uma rede linear, interconectando linhas é necessário a construção de ponteiros dentro da estrutura, a qual é normalmente construída com o apoio de nós ( Renúncio, 1995 ).

c) Áreas - Formada por um conjunto de arcos fechado. Cada área é representada por um único centróide, que é um ponto locado dentro do seu perímetro, com par X Y conhecido.

## **2.2.9 MODELOS DE REPRESENTAÇÃO DE DADOS**

Essencialmente existem dois contrastantes, mas complementares caminhos de se representar dados espaciais no computador, aos quais Burrough ( 1987 ) refere-se como o modo implícito ( *VECTOR* ) e explícito ( *RÁSTER* ) de descrever entidades espaciais.

### **2.2.9.1 Modelo de dados VECTOR**

Fundamentado nos postulados da geometria Euclidiana e em coordenadas cartesianas ,a representação implícita faz uso de um conjunto de linhas ,definidas por pontos de início e fim destas linhas e alguma forma de conectividade. Os pontos de início e fim de linhas definem vetores que representam a forma do elemento ,ponteiros entre as linhas indicam ao computador como as linha unem-se para formar o elemento.

A estrutura de dados é:

Atributo do elemento → conjunto de vetores → conectividade

O modo vetorial tem sido mais comum na representação de dados ,sendo utilizados pela Cartografia na representação de vários elementos ,tais como ,rodovias ,bordas entre diferentes entidades ,como terra e água ,etc. Vetores são utilizados também na elaboração de mapas.

Três formas principais de entidades geográficas são encontradas para o formato VECTOR de representação gráfica: pontos (semelhantes a células em RÁSTER ) ,linhas e áreas. Formam um conjunto de coordenadas interconectadas que podem ser relacionadas a determinados atributos.

### **2.2.9.2 Representação RÁSTER**

Estas imagens por sua natureza digital são constituídas por um arranjo de elementos sob a forma de malha ou grid. Cada cela (pixel) tem sua localização definida em um sistema de coordenadas do tipo “linha e coluna” ,representado por “X”e “Y” respectivamente. Por convenção a origem do grid é sempre no seu canto superior esquerdo.

Cada grade de células representa uma porção retangular da superfície terrestre. Na estrutura RÁSTER ,pontos são representados por células ,linhas por conjunto de células adjacentes com determinada direção e áreas são aglomerados de células vizinhas com atributos de classes semelhantes. Para um mesmo sensor remoto cada pixel representa sempre uma mesma área com as mesmas dimensões na superfície terrestre.

Cada pixel possui também um atributo numérico “z” ,que indica o nível de cinza e é conhecido por DN (“digital number”). O DN representa a intensidade de energia eletromagnética (refletida ou emitida ) medida pelo sensor ,para a área da superfície da terra correspondente ao tamanho do pixel.

Uma imagem digital pode então ser vista como uma matriz de dimensões x linhas e y colunas ,com cada elemento possuindo um atributo z (nível de cinza).

Ao contrário da representação vetorial (contínua) ,o modelo RASTER ao representar a superfície da terra em porções retangulares tem sua resolução em grau de precisão ,dependentes das dimensões das células ,menores unidades nas estruturas em grade. Quanto menor o tamanho da grade maior a precisão e também o volume de dados necessários para representar uma determinada região.

Vale lembrar que qualquer imagem mesmo não digital (como uma fotografia aérea por exemplo) ,pode ser transformada em analógica (fotografias ,mapas ,etc.) em uma matriz com o número de linhas e colunas e o tamanho de cada cela pré-definidos ,atribuindo para cada

cela um valor de nível de cinza proporcional à tonalidade da imagem original. Essa matriz é então convertida para um formato digital gráfico ,podendo ser lida e manipulada por sistemas de processamentos digitais.

## 2.2.10 MULTIDISCIPLINARIDADE DOS SIGs

Uma das grandes vantagens na implantação da tecnologia SIG é a possibilidade de se congregarem diversas áreas de conhecimento, devido a sua possibilidade de trabalhar com uma quantidade quase ilimitada de dados, dentre outros ganhos já enunciados anteriormente.

Deve-se ter em mente que um Sistema de Informações Geográficas é uma ferramenta poderosa e capaz de ser utilizado em conjunto para diversas finalidades. Assim sendo, a implantação de um SIG para segurança viária, teria sua viabilidade atrelada à implantação em conjunto com outros setores, também de significativa relevância para a administração pública. Essa interdisciplinaridade, é talvez a maior justificativa para a adoção desta tecnologia. Qualquer órgão que necessite utilizar informações ligadas ao espaço urbano, é um usuário em potencial deste sistema.

Segundo Renúncio ( 1995 ), um SIG pode ter sua estrutura constituída em função dos usuários de um Cadastro Técnico Multifinalitário ( CTM ), abrangendo dessa forma as mais diversas áreas de conhecimento. A figura 2.3 mostra as diversas áreas abrangidas por um CTM.

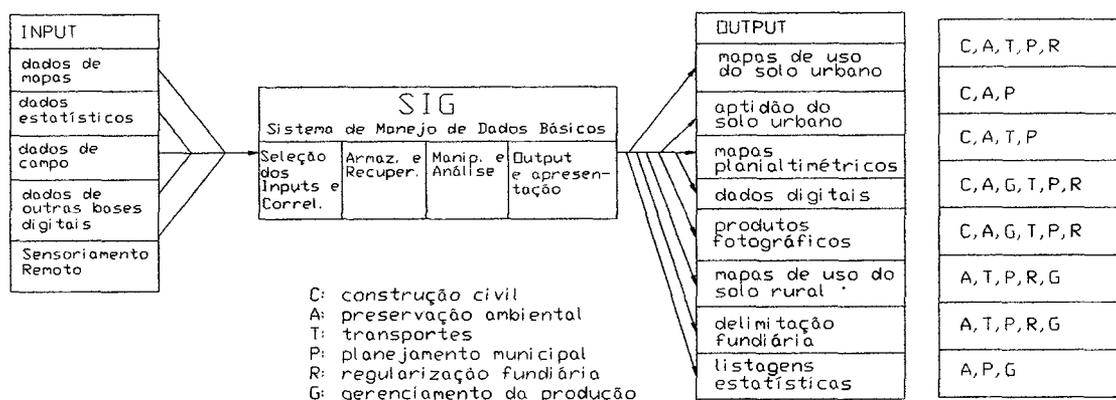


FIG.2.3 - CTM e SIG ( fonte: Loch, 1991 in Renúncio, 1995 )

## **2.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA TRANSPORTES ( SIG-T )**

Os órgãos de transporte gerenciam uma elevada quantidade de informações, que incluem, por exemplo, geometria, cadastro de semáforos, controle de tempos de semáforos, manutenção das vias, volumes de tráfego e muitos outros. Tais dados são requeridos para realizar tarefas como estudos de Engenharia de Tráfego, planejamento de rotas e análises de segurança viária (Quiroga e Bullock, 1996).

O intenso processo de urbanização e os diversos setores que interferem no desenvolvimento das cidades e nas funções urbanas, seja no âmbito social, econômico, político ou físico- espacial, são fatores que motivam a reformulação e a constante revisão dos sistemas de transportes. A medida em que surgem novas atividades, são também gerados novos movimentos dando origem a demanda por transporte ( Bartoli *et al.*, 1996 ).

Tanto o planejamento quanto a operação do sistema de transportes são processos extremamente dinâmicos, exigindo constantes reformulações em partes ou no seu todo. Para acompanhar estas constantes modificações é fundamental que o órgão gestor disponha de um instrumental que possibilite o cadastramento e a atualização da base de dados com a rapidez necessária.

Os SIGs têm demonstrado ser uma ferramenta de integração de bancos de dados informatizados e de visualização de informações, facilitando sobremaneira as atividades de planejamento, projeto, operação e monitoração dos sistemas de transporte e trânsito (Zuppo *et al.*, 1996 ).

De acordo com Lepofsky e Abkowitz ( 1993 ) com a aplicação de SIG-T os órgãos governamentais têm obtido ganhos no que se refere à sofisticação no gerenciamento do tráfego, em especial para problemas que requerem decisões em tempo real.

Segundo Dantas *et al.* ( 1996 ) os SIGs têm se tornado um importante instrumento de auxílio na resolução de problemas de transportes. Tal afirmação provém da constatação do aumento do número de estudos que se utilizam desse tipo de sistema de informação no planejamento, na gestão, na operação e na análise de sistemas de transportes. Nos últimos anos da década de 80 e principalmente nos anos 90, observa-se a intensificação do uso de Sistemas de Informações Geográficas em Transportes ( SIG-T ), trata-se então de sistemas de recente desenvolvimento e que ainda possuem muitos aspectos a serem consolidados e

explorados, mas que certamente têm relevante papel no tratamento das questões de transportes.

Para Sutton e Galingwater ( 1997 ) o desenvolvimento de Sistemas de Informações Geográficas ( SIG ) tem elevado o potencial de configurar dados de transportes com feições geográficas e portanto, dado nova vida e valor às bases de dados de transportes. Além disso, a integração de dados de transportes com SIG abrem inúmeras oportunidades para analisar dados de transportes mais compreensivelmente que em banco de dados usados isoladamente.

Ainda segundo o autor, a aplicação de SIG a transportes tem um desenvolvimento relativamente recente, sendo que a utilização desta tecnologia para estes tipos de aplicações data do fim da década de 80. A primeira geração de programas SIG tinha limitações para algumas áreas de análises de transportes, especialmente quando se tratava de uma rede com dados complexos. Entretanto, avanços significativos na tecnologia SIG estão possibilitando a disseminação de sua utilização.

Para Loureiro e Ralston ( 1996 ) a grande vantagem dos SIGs como ferramenta de análise, e em particular dos SIGs-T está menos na sua capacidade de armazenar, manipular, atualizar e apresentar dados georeferenciados, mas, principalmente, na sua utilização como um sistema de apoio a tomada de decisão, envolvendo a integração dos dados em um ambiente de solução de problemas específicos do planejamento e da Engenharia. Organizações públicas e privadas que têm investido pesado em SIG, aos poucos têm constatado que o retorno desse investimento só começa a aparecer quando os dados armazenados são destilados através de processos de análise, de forma a subsidiar os tomadores de decisão.

Segundo Abkowitz et al. ( 1990 ) entre as diversas vantagens da utilização de SIG para análises de transporte, estão:

- i. A facilidade na recuperação dos dados;
- ii. A descoberta de informações resultantes da interação entre atributos de transporte;
- iii. O processamento de uma grande quantidade de dados para avaliação espacial;
- iv. A habilidade para fazer mudanças de escala e sistema de projeção, remover distorções, fazer rotação e translação de coordenadas;
- v. Analisar as relações espaciais através da aplicação de modelos empíricos e quantitativos.

A aplicação de SIG para transportes ( SIG-T ) é uma das áreas que cresce mais rapidamente na venda de *softwares* SIG. Universidades nos EUA, Europa e em outros países,

estão começando a oferecer cursos de especialização em SIG-T e pesquisas de transportes fazendo uso da tecnologia SIG-T, estão aumentando. Nos EUA, a maioria dos Departamentos Estaduais de Transportes ( DOT's ) e muitas cidades têm unidades de suporte em SIG e alguns estão desenvolvendo seus próprios softwares, afim de aplicar esta tecnologia ao longo de sua área de atuação. Existe uma tendência similar em evidência na Europa e na Ásia ( Sutton e Gillingwater, 1997 ).

Para Martins e Iverson ( 1997 ) o atual estágio da utilização de SIG no Brasil coloca a necessidade da conversão das Bases Cartográficas existentes no Brasil para o formato digital e topológico dos SIGs, bem como a integração das entidades georeferenciadas com os dados sócio-econômicos e informações técnicas a elas relacionadas.

Segundo Sutton e Gillingwater ( 1997 ), está claro que SIG é uma importante tecnologia para transportes e uma das maiores ampliações nos horizontes da pesquisa e desenvolvimento de transportes. Assim como o uso de computadores nos anos 70 revolucionou o planejamento e modelagem de transportes, os SIGs-T poderão causar impacto semelhante em sistemas de informações e no gerenciamento de dados de transportes.

### **2.3.1 REPRESENTAÇÃO DE REDES VIÁRIAS UTILIZANDO SIG**

As tecnologias de SIG e transportes diferem em um importante aspecto, no que se refere às suas concepções. Por exemplo, SIG objetiva o estabelecimento e manutenção de inteligência espacial e uma integração de dados espaciais ao longo de um espectro geográfico horizontal. Já a tecnologia de transporte focaliza objetivos específicos de transportes que impõem uma estratégia de integração vertical ( tal como os quatro passos básicos do processo de modelagem ).

#### **2.3.1.1 Modelos de representação de dados em rede nos SIGs-T**

Os programas de SIG geram ferramentas para gerenciar os procedimentos dos programas que ligam dados espaciais e atributos não-espaciais. Como eles fazem isto e o efetivo gerenciamento das relações topológicas é uma das perguntas adequadas para a escolha de diferentes produtos SIG utilizados em transportes.

Segundo Sutton ( 1997 ) os SIGs gerenciam dados de rede mais compreensivelmente que em modelos de transportes não-espaciais. No último, a análise de rede é um meio para alcançar um fim. Em SIG, a conservação da topologia ( conectividade entre as figuras espaciais primitivas- ponto, linha e polígono ) é uma de suas maiores atividades. Por exemplo, para uma aplicação em monitoramento de tráfego, pode-se incluir a otimização de semáforos que respondam ao fluxo de tráfego: neste caso o Centro de Controle de Tráfego está simplesmente se preocupando em especificar as condições de tráfego e o controle de semáforos. Em um SIG, os semáforos e o fluxo de tráfego precisam ser espacialmente referenciados se os dados de transportes ( semáforos, vias, interseções ) são coordenados com outros dados espaciais ( ex.: seções do pavimento, limites de jurisdição ). Este gerenciamento de dados de um série de *layers* ( níveis de informação ) pode adicionar ganhos significativos no tempo para realizar análises em rede, especialmente onde existem redes topologicamente complexas.

A tabela 2.9 mostra que o gerenciamento de uma rede em SIG é mais que uma simples descrição precisa da forma ( geometria ) de uma linha. Cada dado tabular adicionado à rede precisa ser representado por alguma forma de indexação espacial tal como coordenadas x, y.

Tabela 2.9 – Diferentes representações para dados em rede ( fonte: Sutton, 1997 ):

<b>Sistemas de Informações Geográficas</b>	<b>Modelos de Transportes</b>
<b>Múltiplos Propósitos</b>	<b>Simple Propósito</b>
<b>Dirigido por dados</b>	<b>Dirigido pelo modelo</b>
<b>Contexto Geográfico</b>	<b>Contexto abstrato</b>
<b>Muitas Topologias ( ponto, arco, polígono, rede )</b>	<b>Topologia simples ( link – nó )</b>
<b>Estruturas em cadeia</b>	<b>Estruturas link – nó</b>
<b>Indexação espacial</b>	<b>Indexação por classe</b>
<b>Muitos Campos</b>	<b>Simple Campo</b>

Muitos atributos precisam ser referenciados à rede e estes têm localizações únicas e comprimentos ( seções do pavimento, largura da via, número de faixas, velocidade limite, etc.). Portanto, uma estrutura em cadeia precisa ser suficientemente flexível para acomodá-los. Os SIGs têm uma robustez suficiente para gerenciar a indexação, divisão em cadeias e topologias dentro de um ambiente uniforme.

### **2.3.2 APLICAÇÃO DE SIG-T EM SEGURANÇA VIÁRIA**

O uso de SIG em análises de segurança tem crescido rapidamente nos últimos anos. Eles têm demonstrado ser eficientes para responder questionamentos sobre os acidentes e identificar pontos com elevados números de acidentes, além de um potencial de uso muito maior.

SIG é um programa computacional que pode identificar a localização de um objeto e determinar informações sobre ele, capacitando a realização de análises geográficas e estatísticas. Seu uso na segurança viária tem geralmente se limitado a responder simples questionamentos sobre acidentes, como por exemplo, mostrar a localização dos acidentes que ocorrem com tempo chuvoso ou identificar locais com alto número de acidentes ( Austin *et al.*, 1997 ).

Segundo Affum e Taylor ( 1997 ), o questionamento espacial e a capacidade de realizar tarefas do SIG são empregados para gerar mapas de acidentes com qualidade para diferentes períodos de tempo, que podem ser usados para comparar as mudanças na tendência de acidentes, em períodos “antes” e “depois” da implementação de mudanças. Também pelo questionamento e superposição dos dados de acidentes na rede viária, fluxo de tráfego e mudanças implementadas, pode-se chegar a alguma correlação entre acidentes de tráfego e a localização destas características retratadas.

Para Abkowitz ( 1990 ) uma das principais atividades potenciais ao uso de SIG em transporte é a segurança viária. Ganhos em eficiência para este caso, são claramente obtidos com a localização de pontos críticos de acidentes, o que pode ser realizado utilizando SIG. A análise de dados de acidentes de tráfego em conjunto com as informações gráficas do sistema viário e informações como volume de tráfego, interseções semaforizadas, dentre outras, auxilia o planejamento e análise do sistema viário.

A análise da bibliografia disponível sobre estudos que envolvem a utilização de SIG ligada à temática de segurança do tráfego, mostrou a existência de alguns trabalhos realizados sobre o assunto, dentre os quais selecionou-se os citados a seguir.

Austin *et al* ( 1997 ) descreve algumas aplicações adicionais para SIG-T que incluem:

- Um sistema de validação que pode facilmente identificar erros nas informações policiais sobre os acidentes.
- Um sistema básico de localização, que melhora a identificação de rotas e áreas adequadas a receberem melhorias.

- Um sistema básico de escolas, que identificam o número de acidentes nos arredores das escolas e analisa os caminhos que as crianças seguem na ida e volta da escola.
- Um sistema básico de acidentes, que identifica o risco de uma pessoa sofrer um acidente baseado no local de residência.

Cada uma destas aplicações requerem algumas fontes de dados em adição aos dados de acidentes de tráfego levantados pela polícia, como demonstrado na figura 2.4.

Para que estes sistemas sejam confiáveis a parte mais essencial é a boa qualidade dos dados de acidentes a serem utilizados, que devem ser corretamente coletados e com pouca falta de valores. Caso contrário as análises dos problemas de segurança de tráfego podem ser imprecisas, o que pode conduzir a uma ineficiente alocação de recursos.

Devido o elevado número de informações que a polícia coleta no local dos acidentes, a existência de imperfeições nestas é inevitável. Entretanto ao utilizar dados de acidentes a fim de analisar a segurança viária, deve-se contar com um sistema de validação capaz de detectar boa parte destes erros.

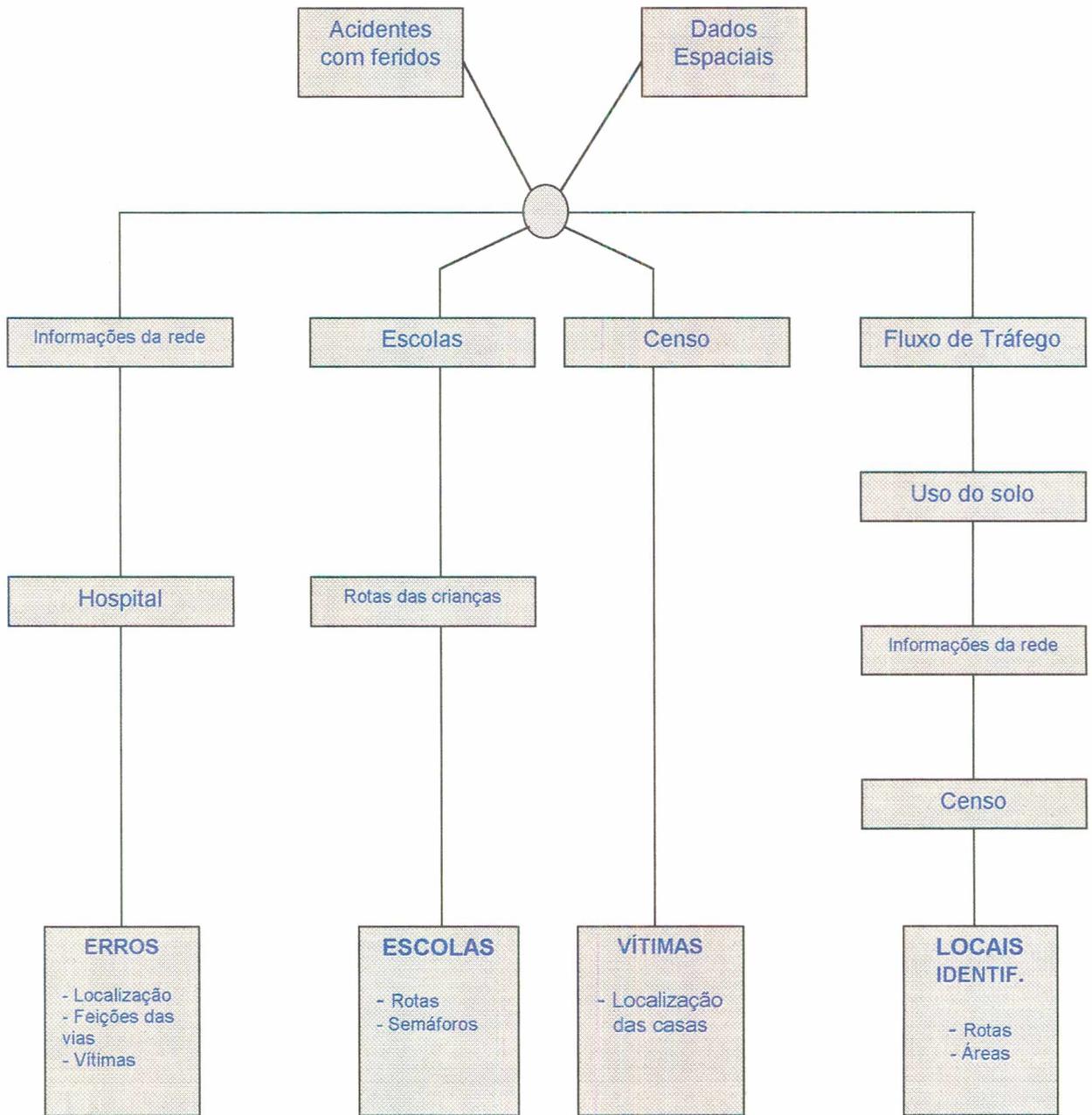


Fig. 2.4 – Fontes de dados utilizadas para um SIG-T ( fonte: Austin *at al* , 1997 )

Um outro trabalho foi apresentado por Quiroga e Bullock ( 1996 ). O trabalho descreveu a arquitetura de um protótipo de base computadorizada, indexando modelos para informações de Engenharia a um banco de dados. Este modelo foi baseado num procedimento para ligar interseções sinalizadas e segmentos de via com atributos não espaciais em um ambiente SIG. O modelo indexado é composto de dois módulos: um sistema único de referenciamento geográfico, que constitui a base do sistema e um modelo de informações de Engenharia. Esta estrutura mostra que a adição de informações, tais como dados de acidentes, informações de manutenção e tantas outras, é um processo relativamente fácil.

Peled e Hakkert ( 1993 ) desenvolveram um banco de dados georeferenciado para o gerenciamento de segurança e evolução de melhorias em Haifa, Israel. Eles digitalizaram o sistema viário, interseções e outros pontos de controle baseados em mapas já existentes. Ligaram fotografias scannerizadas de interseções específicas e segmentos de via para localizá-los no SIG usando coordenadas x-y. Foram localizados, também, os acidentes usando coordenadas x-y. Foi atribuído um número de identificação único para interseções e localização de acidentes e então ligado cada um destes a atributos não espaciais pertinentes. Os autores apontaram, porém, a necessidade de altos níveis de precisão geográfica, para que objetos possam ser localizados por coordenadas x-y, sendo que os objetos não foram ligados à rede através do banco de dados.

Affum e Taylor ( 1997 ) descrevem o desenvolvimento de um método de avaliação de segurança para o gerenciamento do tráfego local. É um programa baseado em SIG para analisar perdas com acidentes num determinado tempo e para a avaliação dos benefícios alcançados com a implantação de programas de segurança viária. O programa envolve a integração de dados da rede viária com as informações sobre acidentes e a instalação de um plano para gerar sumários estatísticos de acidentes de tráfego nos vários níveis da rede, permitindo sua comparação “antes” e “depois” da implementação de melhorias em uma área de controle. Este estudo foi realizado em um subúrbio da região metropolitana de Adelaide (Austrália).

O principal objetivo do trabalho foi a extração de dados de acidentes e a coleta de freqüências dos mesmos usando SIG, com o objetivo de determinar a significância estatística das mudanças de acidentes em períodos “antes” e “depois”. O motivo central para a utilização de SIG deve-se à necessidade de análises espaciais para checar a localização e classificação dos acidentes de tráfego em diferentes períodos de tempo.

O programa utilizou os seguintes dados:

- Dados de acidentes;

- Dados da rede viária e
- Dados de fluxo de tráfego.

Arthhur e Water ( 1997 ) pesquisaram a relação entre o aumento de velocidade dos veículos e o número de acidentes ocorridos com o auxílio de SIG. Para tal, os resultados pesquisados foram levados para um SIG com o objetivo de criar um mapa para a visualização espacial. Este mapa ilustra a probabilidade relativa ou risco de colisão resultantes de mudanças ocorridas na velocidade dentro da área de estudo. O trabalho foi realizado na cidade de Calgary ( Alberta ) no Canadá.

### **2.3.3 APLICAÇÕES DE SIG-T EM OUTRAS ÁREAS DE TRANSPORTES**

Devido a area de transporte ser inerentemente geográfica, SIG tornou-se uma tecnologia com elevado potencial capaz de obter ganhos em eficiência e produtividade para uma série de aplicações tradicionais de transporte, bem como criar oportunidade para o desenvolvimento de novas aplicações até então não consideradas ( Abkowitz *et al.*, 1990 ).

Os SIGs tem um grande potencial de aplicação na área de planejamento de transportes. Pinto ( 1998 ) refere-se a um estudo encomendado pelo Departamento de Transportes dos Estados Unidos ( DOT ) em 1994 para duas Universidades e duas consultoras sobre as novas tendências de desenvolvimento de modelos de demanda, o SIG foi indicado como plataforma ideal para o gerenciamento, integração e visualização de dados. Ao longo dos últimos anos tem havido um crescente número de publicações sobre experiências de uso de SIG em diversos setores, tais como :

- a) Cadastro de rotas de transporte coletivo;
- b) Registros de acidentes e controle de pavimento;
- c) Definição de zonas de tráfego;
- d) Planejamento de transporte coletivo;
- e) Modelos de acessibilidade a transporte coletivo;
- f) Controle de emissão de poluentes;
- g) Coordenação semafórica.

### **2.3.3.1 Gerência de Pavimentos**

Segundo Abkowitz *et al.* ( 1990 ) uma das necessidades para um Sistema de Gerência de Pavimentos é a análise econômica para se obter a melhor alternativa de intervenção. A análise espacial fazendo uso de SIG fornece uma ferramenta auxiliar para esta tarefa.

A gerência de pavimentos conhecida e aplicada com grande eficiência nos tempos atuais, tem como ferramenta básica os Sistemas de Gerência de Pavimentos ( SGP ), os quais utilizam como um dos componentes fundamentais, os softwares de banco de dados, devido ao grande número e complexidade dos dados armazenados. Integrar essas informações tabulares com uma base de dados espacial, é de grande utilidade e sem dúvida aumenta em muito a eficiência e produtividade dos SGPs. Portanto, a utilização de SIG-T, tem na gerência de pavimentos um vasto campo para seu desenvolvimento e aplicação.

### **2.3.3.2 Análise de transporte de cargas tóxicas**

Lepofsky. e Abkowitz ( 1993 ) desenvolveram um trabalho com o objetivo de descrever um método que capacite a realização de análises de transporte de cargas perigosas em conjunto com o gerenciamento de acidentes de tráfego, usando SIG-T.

A utilização de SIG serviu para analisar os locais com maior incidência de acidentes de tráfego e, portanto, com maior risco de ocorrência de novos acidentes e em conjunto definir estratégias emergenciais a serem utilizadas no caso de acidentes envolvendo o transporte de cargas perigosas.

Através da combinação de informações que descrevem a rede de transporte, produtos químicos específicos, histórico das condições meteorológicas, distribuição de população e outras dentro de um meio-ambiente integrado, possibilitou-se a realização de análises complexas de uma maneira muito eficiente.

Segundo o autor, a ferramenta de análise deve possibilitar a visualização dos efeitos ocasionados por um acidente com carga tóxica em um determinado local e avaliar cenários prováveis de acidentes, determinando responsabilidades e ações emergenciais.

A vantagem do SIG-T para o gerenciamento de acidentes de tráfego foi observada através de um estudo de caso que demonstrou uma boa utilização no redirecionamento do tráfego em uma *freeway* da Califórnia, durante um terremoto que ocorreu em outubro de 1989.

Através da definição de uma metodologia com SIG-T associada a estudos de caso, notou-se que os SIGs são capazes de manipular uma série de variáveis intrínsecas aos problemas de transportes.

### **2.3.3.3 Transporte Coletivo**

Segundo Schweiger ( 1992 ) os SIGs têm o potencial para capacitar melhorias significativas na qualidade dos dados usados para o planejamento de transportes urbanos, e reduz o custo de coleta de dados, permitindo o uso de dados já existentes.

Bartoli *et al.* ( 1996 ) desenvolveram uma metodologia que consiste na utilização de recursos de sensoriamento remoto, que associado ao SIG e a um banco de dados, possibilita uma análise e avaliação mais eficiente da acessibilidade do usuário ao transporte público.

Para o desenvolvimento da metodologia, foi utilizado como referência a cidade de Sobradinho – DF, de onde foram obtidos dados sócio-econômicos, planta com o sistema viário e fotografia aérea da região. Tendo delimitado a área de interesse, foi realizado a georeferenciação da fotografia aérea no mapa, sendo então possível encontrar os caminhos reais que os usuários de transporte público costumam fazer até chegar as paradas de ônibus.

Ainda segundo Bartoli e Andrade ( 1996 ), o uso de SIG no planejamento de sistemas de transportes públicos, mais especificamente na análise da demanda e de seu desempenho operacional, vem permitir intervenções rápidas, a um baixo custo e eficazes dos órgãos gestores do sistema.

Pinto e Lindau ( 1997 ) desenvolveram um projeto de levantamento de itinerário de algumas linhas no âmbito da região metropolitana de Porto Alegre. O trabalho de cadastro das linhas de ônibus envolveu duas etapas: A coleta de dados em campo e o armazenamento desses dados no SIG.

De acordo com Pinto e Lindau ( 1997 ), em transportes coletivos os SIG pode ser usado para o planejamento, modelagem, análise de dados demográficos, estudo de carregamento das linhas, estudos de circulação, localização de paradas e terminais, manutenção de base de dados e integração entre programas como modelos de planejamento, alocação, micro-simulação, etc.

### **2.3.3.4 Modelagem de transportes**

Analistas de sistemas de transportes têm se empenhado em avaliar a possibilidade de acoplar, nos SIG, modelos de otimização e simulação de forma a facilitar, mais especificamente o processo de análises de fluxos em redes e malhas viárias. O grande potencial de SIG, neste caso, se constituiria da sua capacidade de lidar com questões do tipo “O que acontece com o padrão de fluxo na malha se ...”. Perguntas desse tipo têm três características em comum: elas necessitam de dados espaciais como insumo para a solução do problema; suas respostas podem se demonstradas de uma forma bastante eficiente através de mapas; e elas requerem um conjunto de ferramentas para a formulação, análise e solução do problema ( Loureiro e Ralston , 1996 ).

McCormack e Nyerges ( 1997 ) estudaram a integração de SIG à modelagem de transportes. Para isso foram alterados os passos fundamentais na modelagem de transportes que são: geração de viagens, distribuição de viagens, escolha modal e alocação, adicionando mais dois passos, a etapa de *input* de dados sobre o uso do solo e a etapa de *output* contendo as respostas às alterações quanto ao uso do solo. O SIG foi orientado para ser um sistema auxiliar à tomada de decisão.

Para Bonzek e Whinston *in* McCormack e Nyerges ( 1997 ) um sistema de suporte à tomada de decisão é “... um sistema de processamento de informação que está imbutido em um sistema de tomada de decisão.”

Dentre os modelos desenvolvidos em SIG no início da década de 90 cita-se o trabalho de Lewis ( 1990 ). Para esse autor SIG é um meio de obter dados para modelos de Transportes, sendo capaz de adicionar informações sobre o uso do solo, porém constata a sua subutilização. Entre os fatores que contribuem para isso estão o número reduzido de relatos de dificuldades encontradas, dispersão de esforços e de recursos e incompatibilidade de modelos de transportes com alguns SIGs, até então existentes.

#### **2.3.3.4.a Zonas de análise de tráfego**

Sanches ( 1997 ) explorou técnicas que podem ser aplicadas na construção de um processo automático de criação de zonas de tráfego usando SIG. A metodologia desenvolvida foi utilizada para definir zonas de tráfego na cidade de São Carlos ( SP ).

Para a definição de zonas de tráfego os programas SIG incluem um conjunto de facilidades para executar mapeamento e análises espaciais que são muito adequadas para a definição de zonas de tráfego. A análise espacial trabalha com dois tipos bastante distintos de informações:

- a) Um conjunto de atributos dos objetos espaciais, que pode incluir medidas como área, população, nível de renda, densidade de empregos, etc.
- b) Um conjunto de informações locacionais sobre objetos espaciais que são, geralmente, descritos pela sua posição em um mapa ou por sistemas de coordenadas geográficas.

Sanches ( 1997 ) cita outros autores que fizeram uso de SIG para definir zonas de tráfego:

O'Neill ( 1991 ) utiliza-se de SIG em formato ráster que em conjunto com uma ferramenta de análise de classes ( “clusters”) define as zonas geográficas homogêneas, fazendo uma interpretação quantitativa e qualitativa dos dados.

Bennion e O'Neill ( 1994 ) utilizam conceitos de conjuntos difusos e ferramentas de análise espacial para agregar setores censitários em zonas de tráfego. O modelo considera a homogeneidade e a forma das zonas como critérios para agregação.

You *et al.* ( 1997 ) propôs uma metodologia para definição de Zonas de Análise de Tráfego (ZATs), utilizando-se de dados estatísticos espaciais, através da tecnologia SIG.

A tecnologia SIG foi usada neste trabalho para o desenvolvimento de uma base de dados, afim de estabelecer relações topológicas entre a Unidades Espaciais Básicas e para visualizar o resultado nas fases subsequentes da geração das ZATs.

As maiores contribuições de SIG nesta metodologia foram:

1. Produzir Unidades Básicas Espaciais ( BSUs ) com uma estrutura de dados topológica;
2. Integrar os vários processos durante a geração das ZATs, incluindo os programas de rotinas computacionais;
3. Visualizar os resultados de cada ZAT gerada.

### **2.3.3.5 Coordenação semafórica**

Oliveira e Ribeiro ( 1997 ) propõem um sistema que utiliza SIG-T na produção de planos a serem utilizados no *software* de coordenação semafórica TRANSYT. O sistema extrai do SIG-t informações de topologia, simplificando os processos de codificação dos modelos utilizados no *software* . Utiliza-se da produção de mapas temáticos dos SIGs para visualizar o desempenho dos planos.

### **2.3.3.6 Interface com o usuário**

Talvez o aspecto mais importante na aplicação dos SIGs na análise de sistemas de transporte seja o desenvolvimento de interfaces inteligentes capazes de integrar dinamicamente o usuário, o SIG e os modelos analíticos. Uma interface inteligente exporia o usuário a uma série de perguntas simples, evitando-se situações complexas que dificultem ou inibam a interação deste com o sistema. Com base, então, nas respostas fornecidas pelo analista, os dados de interesse na análise poderiam ser acessados e modelo apropriado seria formulado e resolvido pelo sistema ( Loureiro e Ralston, 1996 ).

*CAPÍTULO 3*  
**METODOLOGIA**

### **3.1 ESQUEMA BÁSICO DA METODOLOGIA**

A filosofia que norteia o presente trabalho divide-se de forma geral em duas partes principais: o estudo da ferramenta ( o SIG ) e a sua aplicação. Quanto ao estudo do SIG, no capítulo 2 foi apresentada a pesquisa bibliográfica que possibilitou um bom conhecimento desta ferramenta e direcionou as etapas metodológicas visando a sua aplicação. Estas etapas seguidas na realização do trabalho, observaram uma seqüência lógica, sendo elas: Levantamento de dados de acidentes de tráfego, coleta de dados espaciais ( mapas digitais ), digitação do banco de dados, estruturação do banco de dados, Análises descritiva e espacial e conclusões e recomendações. As etapas descritas podem ser visualizadas na figura 3.1. Destas, o levantamento de dados de acidentes de tráfego e a estruturação do SIG, foram as etapas mais trabalhosas, às quais foi dispensado a maior parte do tempo utilizado para a realização deste trabalho.

Vale salientar que, tendo em vista a complexidade dos diversos temas que compõem o conjunto de tarefas realizadas para a execução deste trabalho, foi imprescindível a análise de cada passo, bem como diversas reavaliações da metodologia seguida, tendo sempre em mente os objetivos traçados inicialmente. Buscou-se evitar o desvio destes objetivos, quer por uma abordagem insuficiente, quer, principalmente, pela extensão no trato de algum tema, que poderia ofuscar o real interesse do trabalho. Todavia, sempre que preciso prestam-se informações adicionais àquelas julgadas necessárias, visando enriquecer o suporte para a obtenção do resultado final desejado.

A seguir são apresentadas as etapas do desenvolvimento do trabalho, sendo que as análises descritiva e espacial, bem como as conclusões e recomendações, serão descritas nos capítulos 4, 5 e 6.

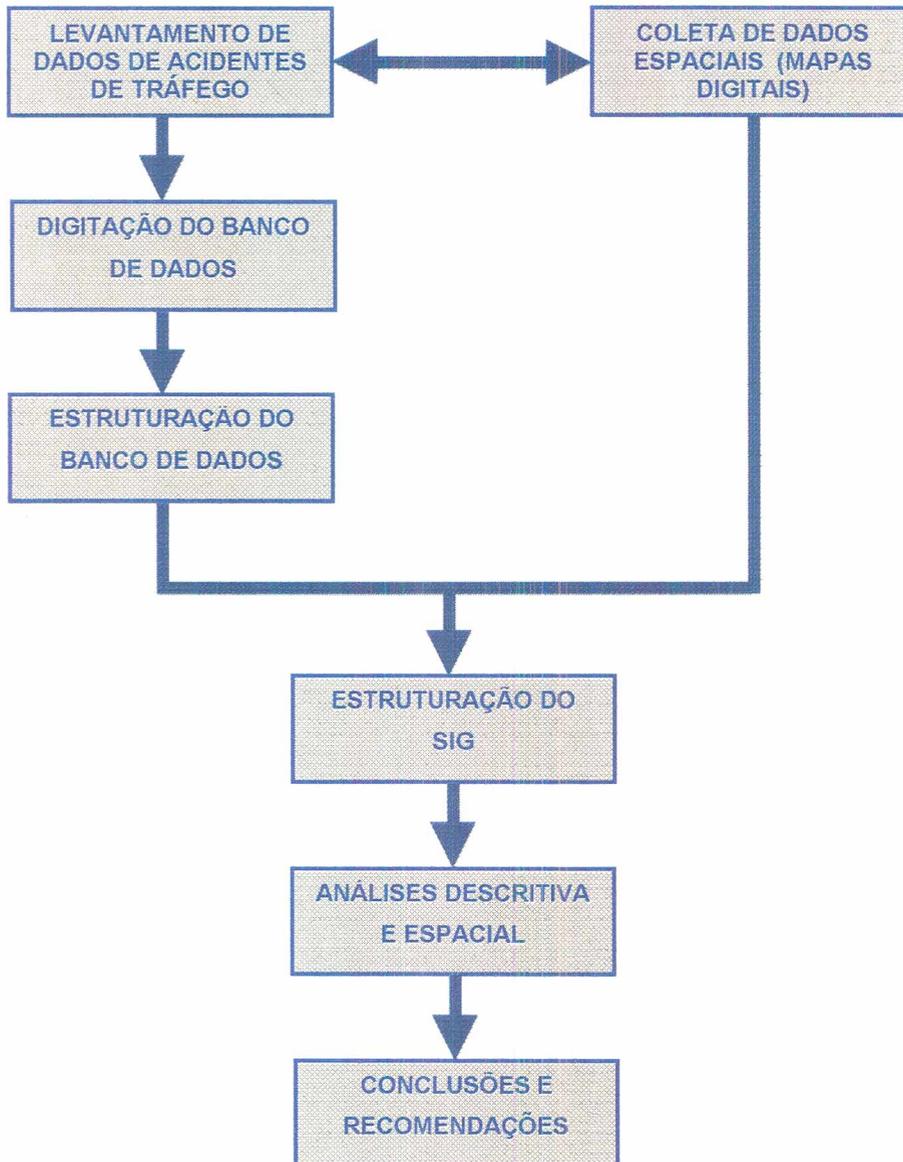


FIG. 3.1 – ESQUEMA BÁSICO DA METODOLOGIA

## **3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA METODOLOGIA**

### **3.2.1 LEVANTAMENTO DE DADOS DE ACIDENTES DE TRÁFEGO**

O levantamento e posterior digitação dos dados de acidentes de trânsito na área de estudo em conjunto com o levantamento de informações espaciais, a seguir descritos, formaram a “espinha dorsal” para a realização do trabalho. A precisão destes dados reflete diretamente na precisão do produto final do SIG desenvolvido.

Os dados de acidentes de trânsito foram coletados nos Boletins de Acidentes de Trânsito reportados pela polícia e presentes nos arquivos das três Delegacias de Polícia do município de São José ( 1ª, 2ª e 3ª DP ). Devido a impossibilidade de retirar esses Boletins das delegacias ou tirar cópias dos mesmos, foi preciso uma exaustiva coleta manual destes dados. Nessa tarefa foi fundamental a experiência adquirida pelo autor no trabalho de conclusão do curso de graduação ( Cardoso, 1996 ).

O primeiro passo visando a coleta de dados de acidentes de trânsito foi definir quais dados deveriam ser coletados, por serem necessários ao estudo realizado. A escolha prévia dos dados a serem retirados dos Boletins é de fundamental importância, uma vez que existe uma série de informações nestes registros, sendo que boa parte delas não são de interesse da Engenharia de Tráfego.

Após a definição anterior, coletou-se os seguintes dados:

- a) Hora e Data de ocorrência do acidente;
- b) Local onde ocorreu o acidente;
- c) Classificação dos Veículos envolvidos nos acidentes;
- d) Tipo de acidente
- e) Existência ou não de vítimas ( fatais ou não fatais ) e a quantidade destas.

Um modelo do Boletim de Acidente de Trânsito, adotado em Santa Catarina pode ser visto no anexo 1, o qual contém na primeira página os dados coletados.

Durante o desenvolvimento desta etapa enfrentou-se algumas dificuldades e fatos importantes, os quais são relatados a seguir:

- a) Falta do uso de um padrão único no preenchimento do Boletim, por parte dos agentes policiais;
- b) Existência de campos não preenchidos;
- c) Inexistência de padrão para a descrição da referência no caso de acidentes ocorridos em segmentos de vias;
- d) Incorreção gramatical em diversos nomes de vias;
- e) Falta de informações sobre o estado das vítimas do acidente;
- f) Falta de padrão na descrição do tipo de acidente; e
- g) Grande quantidade de Boletins analisados, devido ao fato de requerer um tempo significativo e ser realizado por uma única pessoa.

Contudo, lembra-se que apesar destas dificuldades, buscou-se desenvolver a coleta da maneira mais precisa possível, dentro das limitações já relatadas, no sentido de não interferir na precisão final do trabalho.

### **3.2.2 COLETA DE DADOS ESPACIAIS ( MAPAS DIGITAIS )**

Como já mencionado anteriormente, a informação espacial constitui um suporte básico para a utilização de um SIG, pois é sobre os mapas que pode-se visualizar o conjunto de dados ( espaciais e não espaciais ) do qual é formado o SIG, ou seja, o resultado final do trabalho. Realizar análises levando em conta o atributo espacial, sobre dados não espaciais, é uma potencialidade única dos SIGs. Neste trabalho, por exemplo, capacita-se, dentre outras possibilidades, localizar pontos com maior número de acidentes de tráfego e visualizá-los diretamente no mapa da rede viária. Este potencial pode ser usado sobre a ótica do gestor do sistema viário, para uma série de análises quanto a segurança viária, levando-se sempre em conta que não se está apenas visualizando um determinado local isoladamente, mas sim toda a área compreendida pelo SIG, ou um subconjunto desta.

Esta dissertação utilizou como informação espacial, a base cartográfica digital do município de São José, na escala 1:2.000, restituída em 1996 a partir do levantamento aerofotogramétrico na escala 1:8.000, realizado em julho de 1995 pela empresa AEROIMAGEM para a Prefeitura Municipal de São José. A utilização deste material foi viabilizada através do contrato de cooperação firmado entre o Laboratório de Fotogrametria,

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento ( Departamento de Engenharia Civil – UFSC ) e a Prefeitura Municipal de São José, o que possibilitou a cessão do material utilizado.

Os arquivos cedidos contém a base cartográfica digital em uma área do município de São José delimitada pelas coordenadas ( UTM ): ( 733400, 6945000 ); ( 735000, 6942000 ) e ( 735000, 6945000 ); ( 736600, 6944000 ).

Estes arquivos continham uma série de níveis de informação, das quais podemos citar, por exemplo, curvas de nível, vias, nomes de vias, edificações, vegetação, hidrografia, grid de coordenadas, etc., com um total de 29 temas . Para o presente trabalho utilizou-se, do mapa digital da área de estudo, apenas os níveis: vias, nome de vias e grid de coordenadas. Entretanto, a qualquer momento pode-se visualizar qualquer um dos outros níveis de informações, se for necessário para uma determinada análise que se queira realizar.

### **3.2.3 DIGITAÇÃO DO BANCO DE DADOS**

Esta etapa teve por finalidade colocar em meio digital os dados coletados manualmente, no levantamento de acidentes de tráfego realizado nas delegacias, já descrito no item 3.2.1.

Os diversos dados coletados, foram inseridos no banco de dados que foi utilizado no SIG através da digitação de cada registro de acidente. Para a realização dessa tarefa foi necessária extrema atenção, uma vez que erros de digitação, poderiam comprometer a precisão do produto final. Quanto ao *software* de banco de dados utilizado, esse será abordado no item seguinte.

### **3.2.4 ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS DE ACIDENTES DE TRÁFEGO**

Realizada a coleta dos dados de acidentes de tráfego, passou-se a estruturação de um banco de dados contendo estes dados coletados.

Neste ponto do trabalho já estava definido o *software* SIG a ser utilizado, o Geographics®. Os motivos desta escolha, bem como as características deste *software* , serão descritos no item 3.5, a seguir.

O *software* Geographics trabalha com diferentes plataformas de base de dados, sendo elas: Oracle, ODBC, Informix, Sybase e RIS. As plataformas de base de dados, explicando de maneira simplificada, são responsáveis pela ligação do *software* SIG (Geographics) com o

banco de dados ( V. item 3.5 ), e um dos *softwares* de banco de dados que pode ser interligado à plataforma ODBC ( *Open Database Connectivity* ) é o Microsoft ACCESS® ( doravante ACCESS ).

Esse *software* de banco de dados foi o escolhido para o trabalho, por alguns motivos, dos quais cita-se:

- a) O ACCESS é um software bem difundido na comunidade acadêmica, com um significativo número de usuários;
- b) Fácil aprendizado para o usuário iniciante;
- c) Boa quantidade de publicações com manuais explicativos sobre o uso do *software*, além de seu menu de ajuda;
- d) Interface com o usuário em Português;
- e) Recomendação para o uso por parte da assistência técnica do Geographics;
- f) Conhecimento básico do *software* por parte do mestrando.

#### **3.2.4.1 - Estudo do *software* Access e estruturação do banco de dados a ser usado no SIG**

O banco de dados ACCESS trabalha com seis elementos básicos, sendo eles: Tabelas, Consultas, Formulários, Relatórios, Macros e Módulos. São de interesse deste trabalho os quatro primeiros elementos, os quais são abordados a seguir.

##### **a) Iniciando o banco de dados**

Ao acessar o ACCESS e teclar o comando NOVO BANCO DE DADOS no menu arquivo, aparece uma caixa de ferramenta do Windows, na qual deve ser escolhido um nome para o banco de dados. Realizado este passo aparecerá a caixa de ferramentas banco de dados, como visto na figura 3.2, onde são mostrados todos os elementos que compõem o banco de dados (Tabelas, Consultas, Formulários, Relatórios, Macros e Módulos ). A caixa não contém nenhuma informação, pois nesse passo têm-se um banco de dados vazio. A partir desse ponto devem ser inseridas as informações no banco de dados.

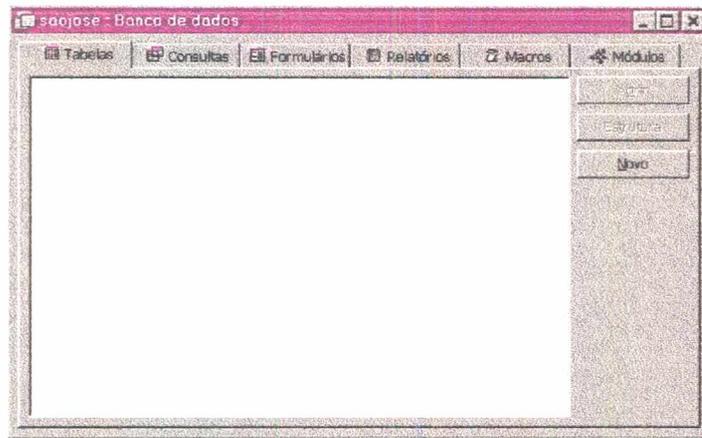


FIG. 3.2 – CAIXA DE FERRAMENTAS BANCO DE DADOS

### **b) Tabelas**

Os dados que são armazenados no ACCESS em forma de tabela. Uma tabela é uma coleção de dados sobre um tópico específico, como acidentes de trânsito em interseções, por exemplo. As tabelas são constituídas de campos e registros.

Os campos formam as colunas da tabela, e cada um contém o mesmo tipo de informação para registro (linhas da tabela). Cada registro contém todas as informações sobre um determinado campo. Isso pode ser melhor entendido da seguinte forma:

Em uma tabela de acidentes ocorridos em interseções, onde se define o local, data e hora do acidente, tem-se:

- i. Local, data e hora do acidente formam campos da tabela (títulos da coluna);
- ii. Para cada informação adicionada (novo acidente) cria-se um registro (linhas).

### **Criando uma tabela**

No ACCESS uma tabela opera em dois modos: folha de dados e estrutura. O modo folha de dados demonstra a tabela como ela realmente é, ou seja, como ela ficará se for impressa. No modo estrutura é mostrado a estrutura da tabela, sendo por ele que se deve iniciar a composição da tabela ao definir sua estrutura.

Para criar uma tabela deve-se estar apontado para a guia TABELA na caixa de ferramentas banco de dados (Figura 3.2), e teclar NOVO, a seguir deve ser escolhido o modo no qual se quer iniciar a tabela (estrutura ou folha de dados).

Na estruturação do banco de dados de acidentes de trânsito foi escolhido o modo estrutura e determinada a estrutura necessária para cada tabela. A figura 3.3 demonstra a

estrutura definida para a tabela **inter**, que contém todos os dados de acidentes de trânsito nas interseções, em forma de códigos numéricos.

A utilização de códigos numéricos ao contrário do texto definindo cada informação, foi realizada nesta tabela, devido ao uso de relacionamentos entre tabelas, como será explicado a seguir.

Definir a estrutura da tabela significa dizer qual o tipo de dado que se deseja armazenar em cada campo ( por exemplo, número, texto, figura, etc. ). Depois de ter uma estrutura definida para a tabela, pode-se inserir os dados no modo folha de dados, ou através de um Formulário ( item 3.4.1.4 ).

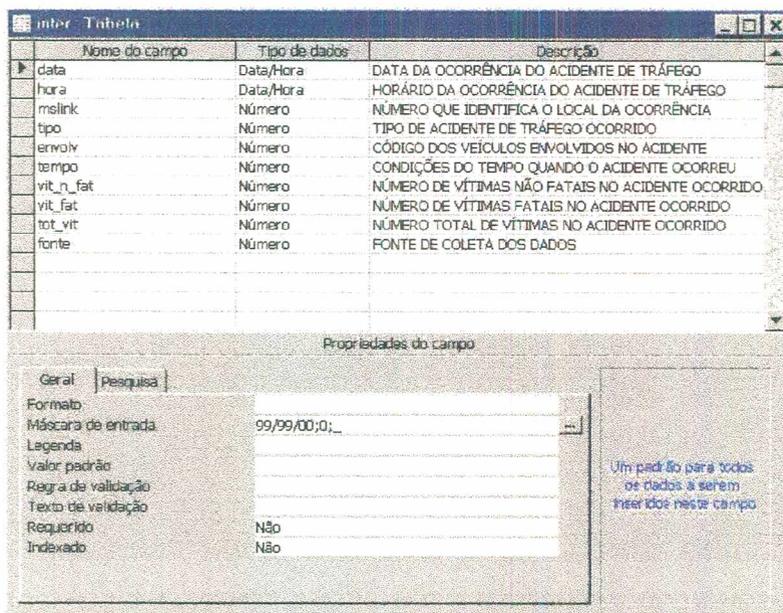


FIG. 3.3 – MODO ESTRUTURA – TABELA COM DADOS DE ACIDENTES DE TRÁFEGO EM INTERSEÇÕES ( TABELA:INTER ).

### Relacionamento entre tabelas

O ACCESS é um banco de dados relacional, ou seja, tem potencial para realizar análise a partir de dados vindo de diferentes tabelas, desde que estas possuam pelo menos um campo com informações em comum.

Esta potencialidade foi amplamente explorada neste trabalho. Procurou-se evitar a repetição de informações do tipo texto, o que diminui em muito o espaço de memória ocupado pelo banco de dados. Assim, por exemplo, a tabela **inter** que teve sua estrutura

demonstrada na figura 3.3, possui apenas campos numéricos e do tipo **data** e **hora**. Este método foi utilizado para evitar que se repetisse várias vezes o nome de uma determinada via, a descrição do tipo de acidente ou outras informações. A figura 3.4 mostra a tabela **inter** no modo folha de dados, que demonstra como foram registrados os dados de acidentes de trânsito nas interseções, nesta tabela.

	data	hora	mslink	tipo	envolv	tempo	vit_n_fat	vit_fat	tot_vit	fonte
	05/01/96	13:30:00	216	1	1020	0	0	0	0	3
	09/01/96	10:30:00	217	1	1010	1	0	0	0	3
	12/01/96	15:15:00	350	1	1030	1	1	0	1	1
	14/01/96	18:10:00	344	1	1010	1	0	0	0	1
	14/01/96	01:00:00	350	1	1010	1	0	0	0	1
	14/01/96	10:15:00	301	1	3030	1	1	0	1	2
	15/01/96	17:00:00	108	1	1030	0	1	0	1	3
	16/01/96	15:15:00	254	1	1010	0	0	0	0	2
	18/01/96	15:00:00	199	1	1030	1	1	0	1	3
	18/01/96	14:30:00	200	1	1030	1	1	0	1	3
	18/01/96	14:40:00	118	3	1030	1	1	0	1	3
	20/01/96	12:30:00	272	1	1010	1	0	0	0	2
	25/01/96	13:40:00	372	1	1030	1	1	0	1	1
	29/01/96	13:30:00	113	1	1020	1	0	0	0	3
	02/02/96	11:40:00	201	1	1040	1	2	0	2	3
	02/02/96	05:30:00	261	3	1010	0	0	0	0	2
	09/02/96	17:40:00	218	1	1030	1	0	0	0	3
	12/02/96	17:30:00	113	1	1010	1	0	0	0	3
	12/02/96	18:55:00	113	1	1010	1	0	0	0	3
	15/02/96	07:30:00	170	1	4060	1	0	0	0	3

Registro: 1 de 471

**FIG. 3.4 – MODO FOLHA DE DADOS – TABELA COM DADOS DE ACIDENTES DE TRÁFEGO EM INTERSEÇÕES ( TABELA: INTER ).**

No entanto, para cada código em um determinado campo da tabela **inter** existe uma tabela que descreve o que significa este código. As tabela **inter** é então relacionada a esta tabela através deste campo em comum. A mesma metodologia foi usada para a tabela **segm** que descreve os acidentes ocorridos nos segmentos de via. Estas duas tabelas formam a base do banco de dados utilizado neste trabalho, que contém informações sobre acidentes tráfego ocorridos na cidade de São José, nos anos de 1996 e 1997, separados em acidentes ocorridos em interseções ( tabela **inter** ) e ocorridos em segmentos de via ( tabela **segm** ). A figura 3.5 mostra o relacionamentos que existem entre as tabelas do banco de dados de acidentes de tráfego de São José.

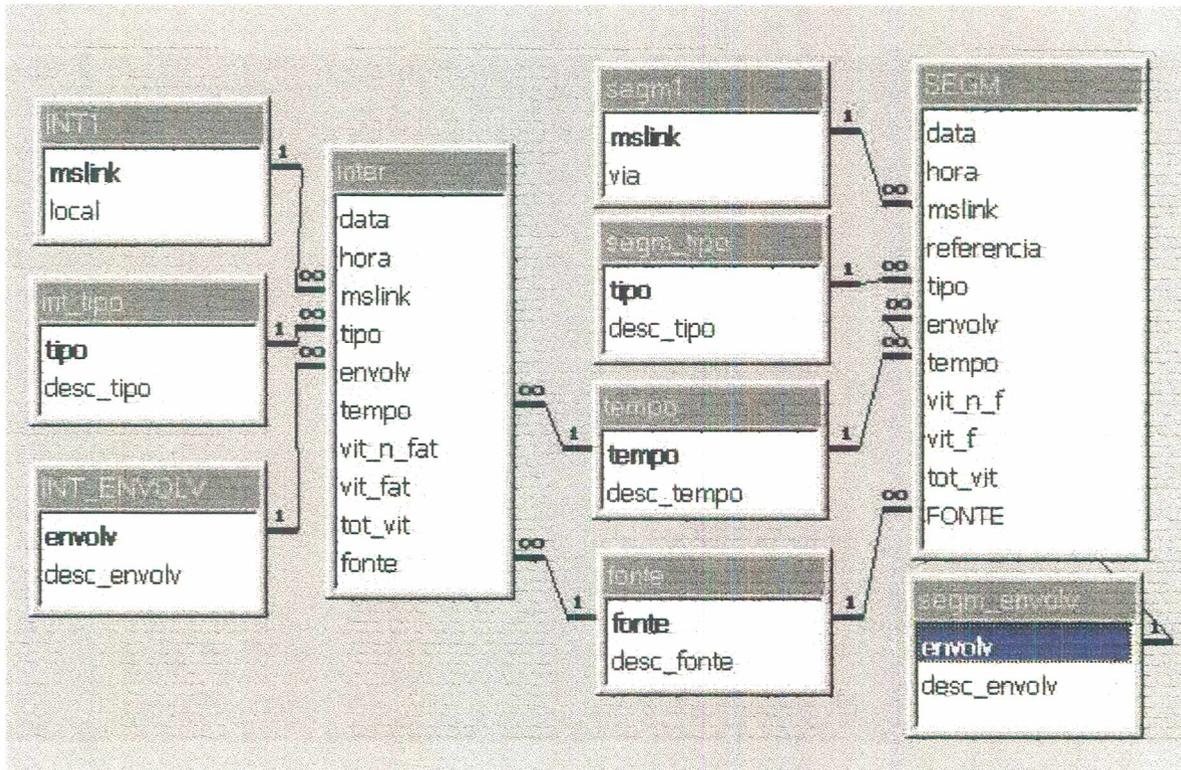


FIG. 3.5 – RELACIONAMENTOS ENTRE AS TABELAS DO BANCO DE DADOS

Analisando a figura 3.5 podemos notar que a tabela **inter** possui um campo denominado **mslink** e está relacionada à tabela **int1** por este campo. A tabela **int1** é formada pelos campos **mslink** e **local**. O campo **mslink** é o código da interseção em que ocorreu o acidente registrado na tabela **inter** e o campo **local** descreve esta interseção. Existe o sinal **1** na linha que demonstra o relacionamento do lado da tabela **int1** e o sinal infinito do lado da tabela **inter**. Isso significa que o relacionamento é do tipo “**um para muitos**”, ou seja existe somente um registro para cada interseção na tabela **int1**, mas podem existir vários registros para uma mesma interseção na tabela **inter**, porque cada acidente ocorrido forma um registro

e em uma interseção onde houve um determinado número de acidentes, significa quantas vezes vai se repetir o mesmo **mmlink** ( código da interseção ). O mesmo ocorre com as demais informações do banco de dados. A figura 3.6a, 3.6b e 3.6c, mostram tabelas relacionadas à tabela **inter**, que prestam a informação de maneira escrita da interseção (**int1**), do tipo de acidente (**int\_tipo**) e dos veículos envolvidos no acidente (**int\_envolv**).

mmlink	local
101	JOÃO GRUMINCHÉ C/ BR-101
102	DELAMAR J. DA SILVA C/ CAETANO J. FERREIRA
103	JOÃO GRUMINCHÉ C/ ADOLFO ZIGUELLI
104	JOSUÉ DI BERNARDI C/ CUSTÓDIO DE CAMPOS
105	JOÃO GRUMINCHÉ C/ JOÃO J. DE SOUZA
106	LÉDIO J. MARTINS C/ MÁRIO COELHO PIRES
107	LÉDIO J. MARTINS C/ WALTER KOERICH
108	ALTAMIRO DI BERNARDI C/ ADEMAR DA SILVA
109	PRES. KENNEDY C/ LÉDIO J. MARTINS
110	JOÃO GRUMINCHÉ C/ TEODORO DA SILVA
111	VITOR MEIRELES C/ RUA "A"
112	ANTÔNIO SHERER C/ CHARLES FERRARI
113	JOSÉ NOVAES C/ ADEMAR DA SILVA
114	WALTER KOERICH C/ KOESA
115	JOÃO GRUMINCHÉ C/ ERNESTO VIEIRA
116	LÉDIO J. MARTINS C/ DELAMAR J. DA SILVA
117	PRES. KENNEDY C/ JOÃO GRUMINCHÉ
118	DUARTE DOMINGOS C/ VITOR MEIRELES
119	JOSUÉ DI BERNARDI C/ ERNESTO VIEIRA
120	PRES. KENNEDY C/ ELISEU DI BERNARDI

FIG. 3.6a – TABELA QUE DESCREVE O NOME DA INTERSEÇÃO A PARTIR DE SEU CÓDIGO **mmlink** ( TABELA: INT1 )

tipo	desc_tipo
1	colisao
2	atropelamento
3	abalroamento
4	choque
5	queda

FIG. 3.6b – TABELA QUE DESCREVE O TIPO DO ACIDENTE A PARTIR DE SEU CÓDIGO **tipo** ( TABELA: INT\_TIPO )

envolv	desc_envolv
30	MOTO
1010	VEÍC. DE PASSEIO x VEÍC. DE PASSEIO
1020	VEÍC. DE PASSEIO x CAMINHÃO
1030	VEÍC. DE PASSEIO x MOTO
1040	VEÍC. DE PASSEIO x ÔNIBUS
1050	VEÍC. DE PASSEIO x PEDESTRE
1060	VEÍC. DE PASSEIO x BICICLETA
1070	VEÍC. DE PASSEIO x VEÍC. TRAÇÃO ANIMAL
1080	VEÍC. DE PASSEIO x RETROESCAVADEIRA
2030	CAMINHÃO x MOTO
2040	CAMINHÃO x ÔNIBUS
2060	CAMINHÃO x BICICLETA
3030	MOTO x MOTO
3040	MOTO x ÔNIBUS
3050	MOTO x PEDESTRE
3060	MOTO x BICICLETA
4060	ÔNIBUS x BICICLETA
101010	( 3x ) VEÍC. DE PASSEIO
104040	VEÍC. DE PASSEIO x ÔNIBUS x ÔNIBUS

**FIG. 3.6c – TABELA QUE DESCREVE OS VEÍCULOS ENVOLVIDOS NO ACIDENTE A PARTIR DE SEU CÓDIGO *envolv* ( TABELA: INT\_ENVOLV )**

Nesta seção procurou-se demonstrar de maneira breve como foi realizado o relacionamento entre as tabelas que contém dados de acidentes de trânsito nas interseções. A mesma filosofia foi adotada para os dados de acidentes de trânsito em segmentos de via que têm todos os registros em forma de código na tabela **segm**, e o que significam estes códigos nas tabelas a ela relacionadas, como pode ser visto na figura 3.4.

### c) Consultas

Os dados brutos armazenados em um banco de dados são factuais. Quando uma organização começa a usar um banco dados, geralmente ela focaliza a criação de sistemas que vão recuperar dados de forma precisa e rápida. Um uso mais sofisticado para um banco de dados vai além da recuperação de dados para convertê-los em informações. As informações são dados processados.

No ACCESS encontra-se as informações desejadas criando uma ferramenta fundamental de análise de banco de dados: a consulta. Uma consulta é uma ferramenta que junta dados de várias tabelas para responder a uma pergunta ou executar uma ação nos dados.

Para alcançar a informação desejada uma consulta pode trazer dados advindos de várias tabelas, desde que estas estejam relacionadas. Observando a figura 3.5 pode-se ver quais tabelas estão relacionadas e que podem constar dentro de uma consulta.

Para executar uma consulta deve-se escolher a guia **Consultas** na janela banco de dados e depois teclar em **Novo**. Neste ponto escolhe-se entre desenvolver a consulta no modo estrutura ou utilizar algum assistente para a consulta. Os assistentes são uma maneira de criar a consulta passo a passo com o auxílio do *software*. Escolhendo o modo estrutura aparecerá uma caixa de ferramentas como na figura 3.7.

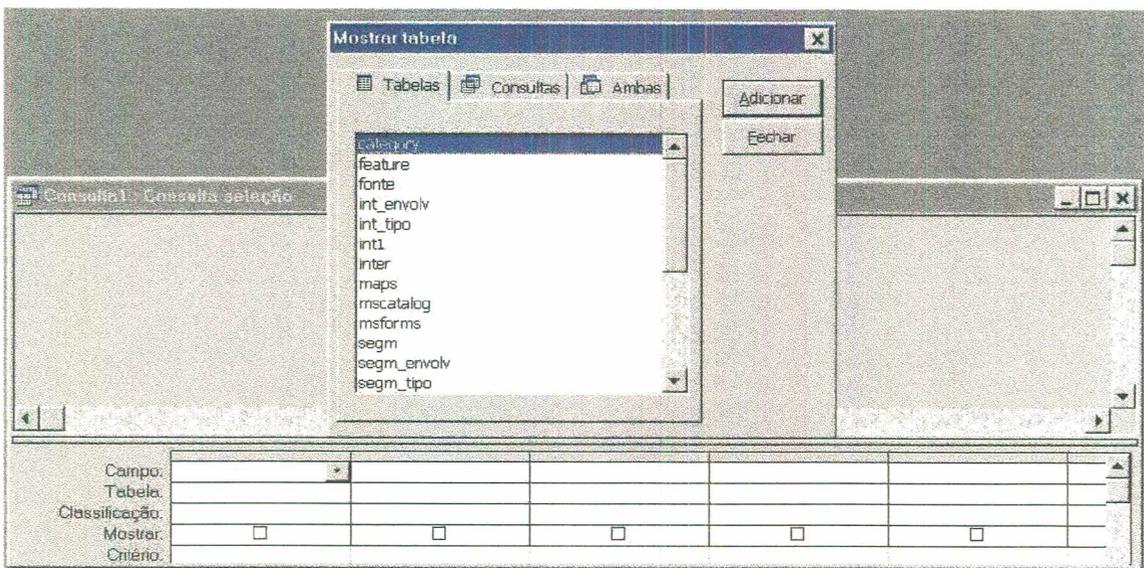


FIG. 3.7 – JANELA DE CRIAÇÃO DE CONSULTA NO MODO ESTRUTURA

A figura 3.7 mostra a caixa de ferramentas onde são criadas as consultas. Quando escolhe-se criar uma nova consulta no modo estrutura, também aparece uma outra caixa (MOSTRAR TABELA) que contém as tabelas e consultas contidas no banco de dados, para

que se escolha quais delas farão parte da nova consulta que está sendo montada. Escolhe-se, então, o campo de cada tabela que fará parte da consulta para que se possa chegar a informação desejada. As consultas serão abordadas de maneira prática no Capítulo 5 – Aplicação do Produto.

#### d) Formulários

Os formulários são uma maneira sofisticada para entrada de dados no banco de dados, visando o conforto do operador do usuário do sistema. Os mesmos dados podem ser diretamente inseridos nas tabelas ( modo folha de dados ), entretanto os formulários são uma maneira mais “amigável” para fazer esta entrada de dados.

Os formulários possuem uma série de ferramentas para que possam ser personalizados de acordo com as necessidades do usuário. A figura 3.8 mostra um exemplo de formulário para a tabela **inter**

campo	valor
data	16/11/98
hora	17:30:00
mslink	381
tipo	3
envolv	1030
tempo	1
vit_n_fat	1
vit_fat	0
tot_vit	1
fonte	3

Registro: 470 de 471

**FIG. 3.8 – EXEMPLO DE FORMULÁRIO**

Tendo em vista as características deste trabalho, onde todos os passos foram realizados pelo autor, optou-se por realizar a entrada de dados diretamente nas tabelas, não sendo usados formulários. Todavia, em um sistema utilizado na prática, onde a entrada de dados geralmente é feita por usuários que pouco conhecem do *software*, a ferramenta formulário deve ser utilizada, facilitando a inserção de dados no sistema.

## **e) Relatórios**

Depois de ter organizado os dados, pode-se compartilhá-los com outras pessoas ou fazer um registro em papel dos resultados. O compartilhamento de dados dessa forma é feito através de relatórios. Eles são semelhantes aos formulários, pois tiram informações a partir de dados de tabelas ou consultas. Os relatórios são, portanto, a maneira final de apresentar as informações no ACCESS.

A maneira mais rápida de se criar um relatório é usando o assistente de relatório. Ele coloca campos no relatório e exibe os dados em um dos diversos estilos de apresentação. Depois de criado o relatório pode ser personalizado.

### **3.2.5 - ESTRUTURAÇÃO DO SIG**

Neste item serão apresentados o *software* SIG utilizado neste trabalho, suas características, bem como os passos práticos na estruturação do SIG de acidentes de tráfego na área de estudo.

#### **3.2.5.1 – A escolha do *software* SIG**

Um dos passos mais importantes quando se deseja utilizar SIG é a escolha do *software*. Existem no mercado, uma série de pacotes computacionais de SIG, cada um com ferramentas próprias que o tornam com maior potencial de aplicabilidade a determinadas áreas. Alguns trabalham melhor com formato *raster*, outros com *vector*, alguns têm maior potencial para trabalharem com banco de dados tabulares, outros espaciais e assim por diante.

Cabe ao usuário definir as necessidades e finalidades do SIG a ser desenvolvido e a partir daí escolher o *software* que melhor se adapte a elas, levando em conta outros parâmetros como, por exemplo, o custo, a assistência técnica e os recursos humanos da organização. Com essas definições devem ser pesquisados no mercado os pacotes compatíveis e então realizada a escolha.

Para este trabalho, por se tratar de um estudo acadêmico, os fatores preponderantes na escolha do *software* SIG utilizado foram os seguintes:

- a) A aquisição do pacote computacional contendo o *software* Geographics por parte do curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSC, possibilitando a utilização neste trabalho sem ônus adicional;
- b) Capacidade de se alcançar os objetivos previamente traçados utilizando o Geographics;
- c) A presença de suporte técnico especializado na cidade; e
- d) Existirem outros mestrandos interessados em utilizar o *software*, com os quais houve um intercâmbio de informações.

Dessa maneira, optou-se pela utilização do Geographics neste trabalho de dissertação.

### **3.2.5.2 – O software Geographics**

O MicroStation Geographics é um vasto sistema de mapeamento com SIG integrado ao *software* MicroStation. É uma ferramenta que permite a entrada, gerenciamento, análise e visualização de informações geográficas e possui capacidade para gerenciar uma variedade de combinações entre dados tabulares e nos formatos *raster* e *vector*. O Geographics possui compatibilidade com o *software* MGE-Intergraph, o qual também é integrado ao MicroStation, sendo esta compatibilidade capacitada através de uma série de tabelas geradas automaticamente pelo Geographics.

O *software* MicroStation é uma poderosa ferramenta de CAD ( Computer Aided Design ), que pode ser utilizada nas diversas áreas da Engenharia Civil, entre elas o mapeamento.

O Geographics como a maioria dos *softwares* SIG possui uma grande complexidade, dessa forma existe uma estruturação própria do Geographics que faz uma divisão das partes integrantes do SIG. De maneira lógica o *software* denomina **Projeto** à combinação de todos os elementos integrantes de um determinado estudo baseado em SIG. Portanto, quando se refere ao SIG sobre acidentes de tráfego no município de São José, escopo básico dessa dissertação, refere-se a um **Projeto** segundo a denominação adotada pelo *software* Geographics. Esse projeto foi denominado, como veremos posteriormente, de: “ **SJ** ”. A seguir são apresentadas as subdivisões existentes no Geographics, para que possam ser compreendidos os passos realizados nesta etapa da metodologia.

#### **Componentes do Projeto**

##### **a) Categorias**

Uma categoria é um agrupamento de feições similares, geralmente arranjadas em uma ordem hierárquica. A categoria é definida por mapas e feições que a compreendem. **Cada mapa e cada feição pertencem a uma única categoria, mas uma categoria pode ter diversos mapas e feições.**

Por convenção todos os mapas de uma categoria devem ter a mesma extensão.

## b) Feições

Uma feição representa um determinado objeto do mundo real. Por exemplo, uma feição pode representar, edifícios, vias, limites de uma região, etc. Uma feição tem simbologia definida e usualmente contém atributos de informação em associação a uma base de dados relacional. **Uma feição pode pertencer a uma única categoria e geralmente feições similares pertencem à mesma categoria.**

## c) Mapas

Um mapa é um arquivo de desenho que deve estar compreendido dentro da tabela MAPS do banco de dados do projeto. Pertence a uma categoria específica e contém o mesmo subconjunto de feições de outros mapas pertencentes à mesma categoria.

Portanto, o SIG desenvolvido no Geographics possui uma estrutura geral como demonstrada na figura 3.9. Conclui-se a partir da análise dessa figura e do descrito anteriormente que:

Um projeto é uma coleção de feições, categorias, mapas e atributos definidos pelo usuário para organizar informações geográficas.

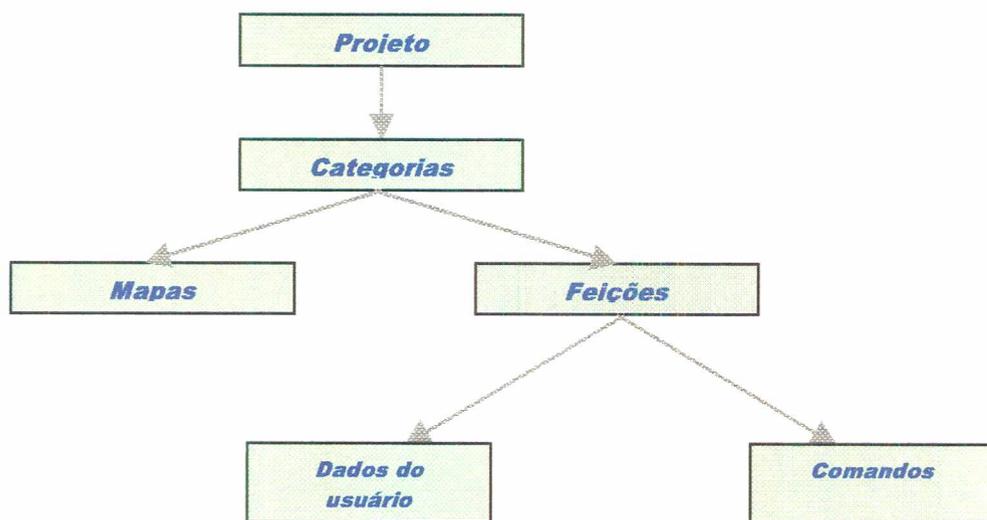


Fig. 3.9 – Estrutura típica de um Projeto no Geographics ( fonte: Manual do MicroStation Geographics )

## **Potencialidades do Geographics**

A seguir são apresentados alguns tópicos que descrevem sucintamente boa parte do potencial do Geographics.

### **a) Padrão baseado em feições**

O padrão baseado em feições do MicroStation Geographics capacita a definição de características e atributos não gráficos para todos os objetos do mapa. Isto transcende os sistemas baseados em níveis porque as feições permitem que sejam realizadas operações lógicas sobre elas.

### **b) Limpeza geométrica e validação**

O Geographics permite rapidamente a identificação e conserto de problemas na geometria com imediato retorno de erros e problemas existentes na entrada de dados.

### **c) Análises topológicas e espaciais**

As ferramentas de topologia do Geographics capacitam examinar relações espaciais existentes nos mapas. Essas análises podem ser realizadas pelo usuário utilizando operadores baseados na linguagem SQL ( *Structure Query Language* ).

### **d) Ferramentas da base de dados**

O gerenciador SQL ( *SQL MANAGER* ) capacita a revisão e edição da ligação entre as feições e a base de dados.

### **e) Mapeamento temático e anotação**

As ferramentas temáticas utilizam atributos da base de dados para controlar a resimbolização, o preenchimento de áreas e padrões. Também inclui funções de classificação automática de dados e geração de legendas.

As ferramentas de anotação do Geographics são utilizadas para criar textos a partir de informações da base de dados.

**f) Gerenciamento de mapas**

O Geographics permite mostrar ou não qualquer mapa pertencente ao projeto com uma simples escolha em um ícone. Estes mapas estão referenciados a um outro mapa chamado de “mapa chave” do projeto.

**g) Gerenciamento de dados *raster***

Existem ferramentas do Geographics que permitem a utilização e análises sobre dados *raster*.

**h) Gerenciamento do projeto**

O Geographics permite o gerenciamento de um ou vários projetos de SIG a partir de uma seção central. Define todos os atributos, categorias, feições e mapas a partir de uma simples caixa de diálogo.

### **3.2.5.3 – Estruturação do projeto do SIG de acidentes de tráfego no Geographics**

A partir do conhecimento do Geographics e do término da estruturação do banco de dados de acidentes de tráfego no ACCESS, que foi desenvolvido visando a sua utilização neste Projeto, foram executados os passos para a estruturação do SIG. A seguir são apresentadas as etapas seguidas para que fosse alcançado o resultado final dentro do Geographics.

**a) Ligação do banco de dados ao Geographics**

O primeiro passo para que possa ser criado o projeto no Geographics é a ligação entre o banco de dados em que estão as informações tabulares e o Geographics. Isso foi realizado utilizando a plataforma de base de dados ODBC, como já dito no item 3.4.

No ODBC foi adicionado uma fonte de dados para o ACCESS, para isso inicia-se o

ODBC, dá-se o comando ADICIONAR, escolhe-se DRIVER PARA O MICROSOFT ACCESS e então indica-se o caminho do banco de dados do Projeto. Deve ser dado um nome para a fonte de dados, isso é importante, pois é a partir desse nome que o Geographics faz a conexão com o banco de dados. A fonte de dados é então inserida no ODBC e aparece como pode ser visto na figura 3.10. O nome dados à fonte de dados foi sj.

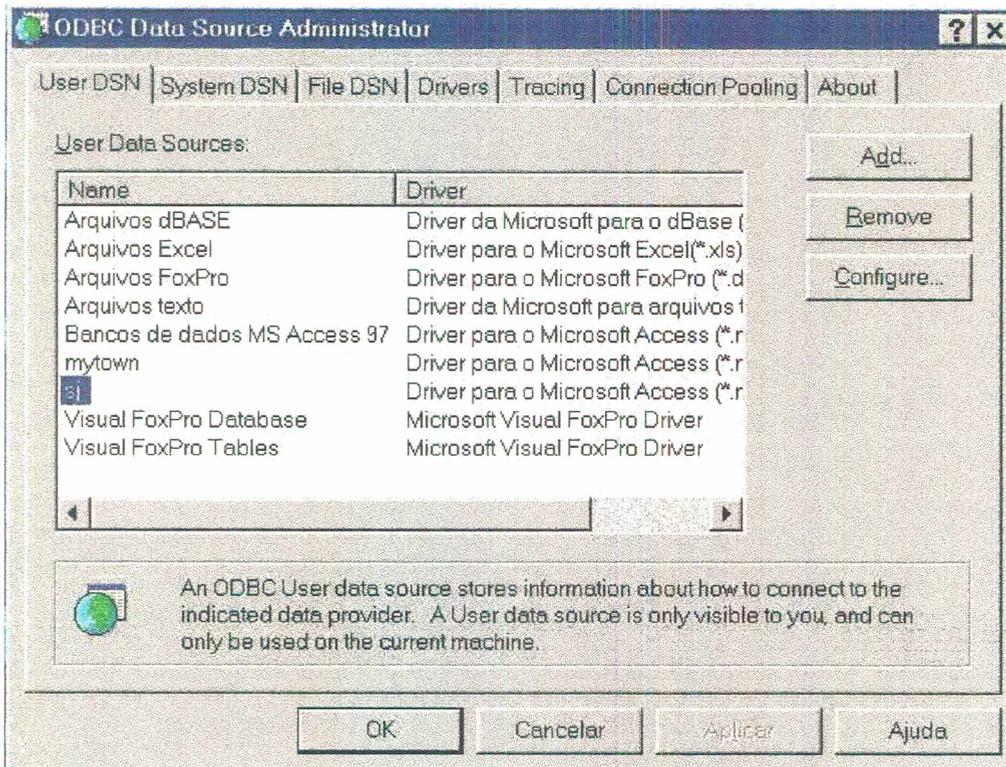


Fig. 3.10 – Fonte de dados inserida no ODBC para conexão com o Geographics

## b) Configuração de variáveis

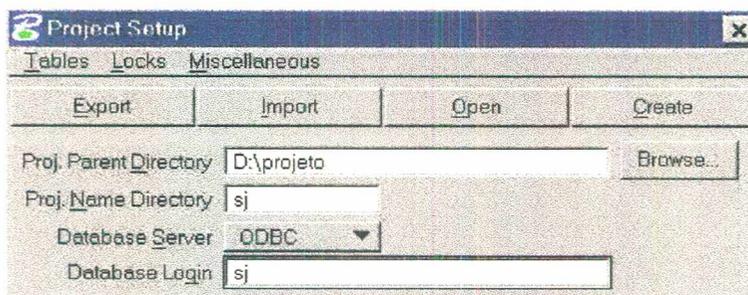
Nesse passo deve-se informar ao Geographics o nome do Projeto e o caminho do diretório que o contém. Para isso escolhe-se a opção *Workspace>Configuration*, e digita-se as informações necessárias.

## c) Criação do Projeto

Para a criação do projeto escolhe-se no menu *Project* a opção *Setup*, com isso é aberta a caixa de diálogo *Project Setup*. O diretório e nome do projeto definidos no passo anterior aparecem. Na caixa *User Login* deve ser digitado o nome da fonte de dados criada no ODBC, após isso dá-se o comando *CREATE* para criar o projeto. Aparece, então, a mensagem “**No MSCATALOG exists**”. Essa mensagem pode ser desprezada, porque o Geographics cria essa tabela automaticamente. A seguir aparece uma caixa de diálogo para a escolha do arquivo semente, que é um arquivo padrão para o Projeto e é chamado pelo Geographics de **Work.dgn**. A caixa de diálogo *Project Setup*, utilizada para a criação do projeto, é mostrada na figura 3.11.

Quando é dado o comando **CREATE**, o Geographics completa as seguintes tarefas:

- Adiciona o sistema de tabelas do sistema MicroStation Geographics e a tabela MSCATALOG ao arquivo inscrito na fonte de dados.
- Cria a estrutura de diretórios do projeto.
- Copia o arquivo semente selecionado para o diretório *seed* da estrutura de diretórios do projeto.
- Faz cópias deste arquivo semente para criar o **index.dgn** e **vicinity.dgn** abaixo do diretório **idx**.



**Fig. 3.11 – CAIXA DE DIÁLOGO PROJECT SETUP**

#### d) Criação de Categorias e feições

A criação de feições e categorias no Geographics é feita em uma única caixa de diálogo, chamada *Feature Setup*, que é acessada escolhendo-se *Tables>Feature Setup* na caixa de diálogo *Project Setup* ( fig. 3.11 ). Aparece, então, a caixa *Feature Setup* como mostrado na figura 3.12. Nesta caixa devem ser criadas as categorias necessárias ao projeto e dentro de cada categoria as feições pertencentes à mesma.

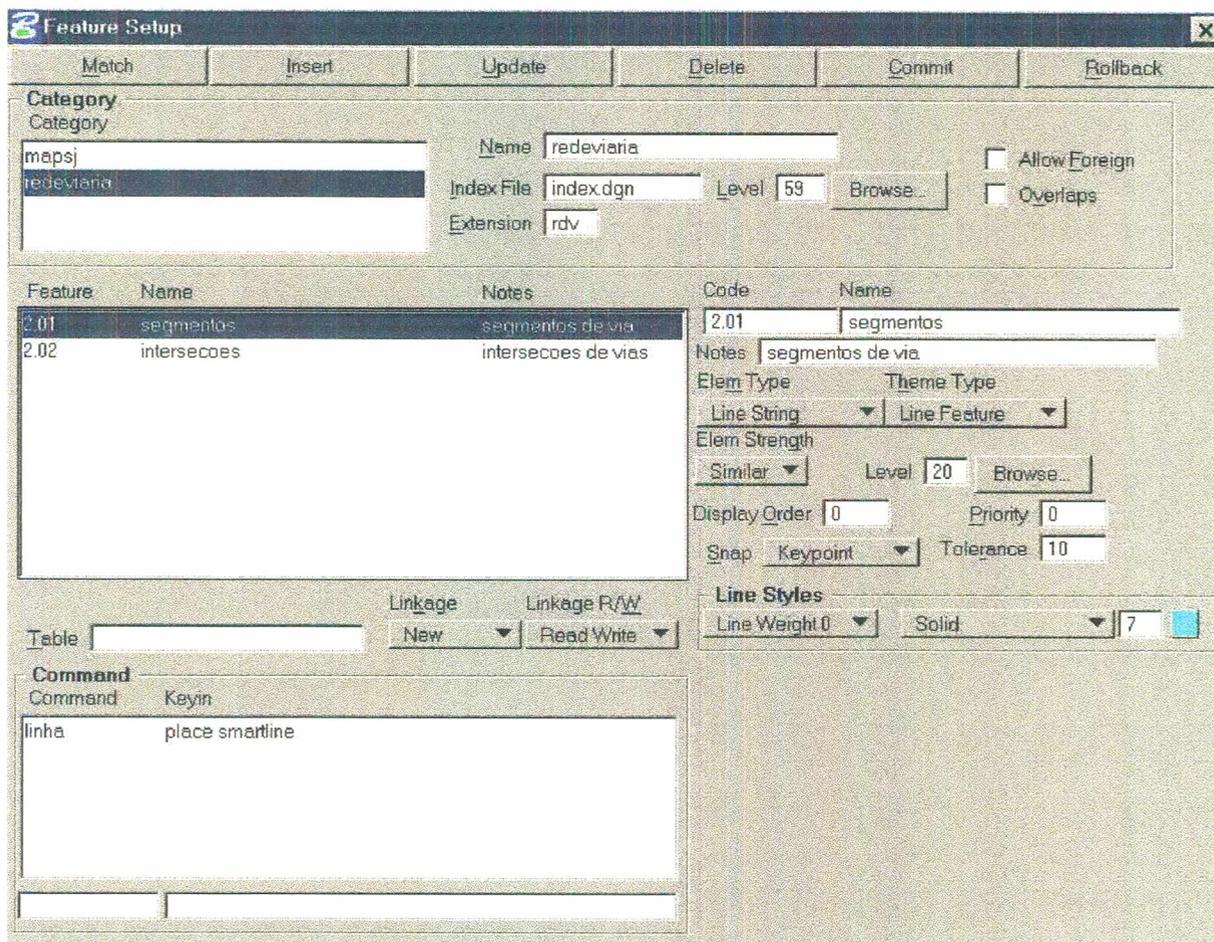


Fig. 3.12 – CAIXA DE DIÁLOGOS *FEATURE SETUP*

Observando a figura 3.12 pode-se ver as definições que devem ser dadas ao se criar as categorias e feições do projeto. Salienta-se, nesta figura, o campo **Command** onde podem ser definidos comandos de feições, através da chave do comando ( *Keyin* ) do MicroStation. O comando de feição, é um comando que será ativado automaticamente ao se iniciar a feição no Goographics. No caso da figura 3.12, mostra-se o comando da feição **segmentos** pertencente à categoria **redeviaria**, sendo este o comando desenhar linha (*place smartline* ).

Para este projeto foram criadas as seguintes categorias e feições:

i. Categoria **mapsj**

Esta categoria contém as informações espaciais referentes à base cartográfica digital do município de São José, utilizadas neste trabalho. Estas informações se dividem em três feições que pertencem a categoria **mapsj**, sendo elas:

- Grid – contém o gride de coordenadas;
- Vias – composta das vias existentes no mapa;
- Nomevia – Nome das vias existentes na base digital.

ii. Categoria **redeviaria**

Esta categoria contém as feições sobre as quais serão conectados os atributos da base de dados do projeto. Foram criadas duas feições: segmentos e interseções.

Essas feições foram criadas devido à topologia necessária para o SIG. Como pretendia-se ligar dados de acidentes de trânsito em interseções e segmentos de via aos mapas existentes, foi feito o seguinte:

- As informações espaciais já existentes foram colocadas dentro da categoria **mapsj**, como descrito anteriormente;
- Para que fossem interligadas as informações de acidentes de trânsito em interseções, foi criada a feição **interseções** dentro da categoria **redeviaria**, a qual, graficamente é representada por um círculo em volta de cada interseção, onde são conectadas as informações da base de dados;
- Para que fossem interligadas as informações de acidentes de trânsito em segmentos de vias, foi criada a feição **segmentos** dentro da categoria **redeviaria**, a qual, graficamente é representada por uma linha central dentro da via, onde são conectadas as informações da base de dados.



1. A extensão de cada mapa foi trocada para a extensão da categoria a qual pertence, portanto os mapas saojose.dgn e redeviaria.dgn, passaram, respectivamente a serem chamados saojose.msx e redeviaria.rdv.
2. Cada mapa foi aberto, em separado e na caixa de diálogo *project Setup* e escolhido as seguintes opções:
  - a) Miscellaneous>Create mapshape
  - b) Miscellaneous>Register maps

## f) Colocação de feições

Até este ponto tinha-se as categorias e feições definidas, e os mapas pertencentes a cada categoria. Entretanto, os elementos gráficos de cada mapa ainda não estavam definidos como feições. Para isto foi utilizado o seguinte procedimento:

- a) No menu *utilities* escolhida a opção *Feature Manager* e então selecionada a feição a ser atachada;
- b) Tecla-se o ícone *Attach Feature* pertencente ao conjunto de ícones de feições e depois tecla-se sobre o elemento do desenho a ser “atachado” como feição.

A figura 3.14 mostra a caixa de diálogo *Feature Manager* e o ícone *Attach Feature*.

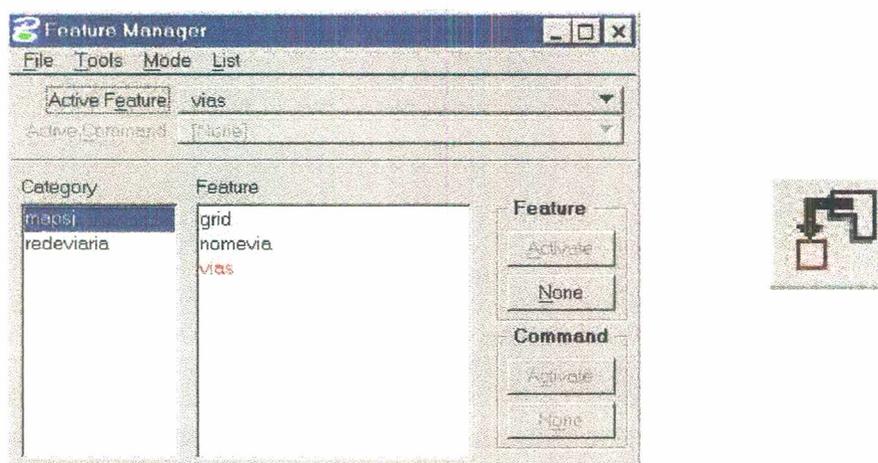


Fig. 3.14 – CAIXA DE DIÁLOGO *FEATURE MANAGER* E ÍCONE *ATTACH FEATURE*

### **g) Conexão das feições às informações do banco de dados**

O último passo na estruturação do Projeto no Geographics é a conexão de cada feição com as informações tabulares a elas pertencentes. Essa conexão se faz por um único campo de uma tabela do banco de dados, denominado *mmlink*. Esse campo deve ser uma chave primária. Chave primária é um termo adotado em banco de dados para um campo que não possui repetições de informação. Por exemplo, assumindo que o campo chave primária é do tipo numérico, como neste projeto, cada registro ( linha da tabela ) possui um número diferente.

Trazendo para a realidade do projeto **sj**, sabe-se que as informações tabulares foram divididas em dois grupos, quais sejam: acidentes de tráfego nas interseções e acidentes de tráfego em segmentos de via. No caso dos segmentos de via, existe uma tabela *segm* que possui todas as informações codificadas, como descrito no item 3.4.1.2. Entretanto, é através da tabela *segm1*, a qual possui o campo *mmlink*, que é feita a conexão com o Geographics. Para as informações sobre interseções a ligação é feita através da tabela *int1*, sendo que as informações por completo constam na tabela *inter*.

Os passos para a realização da conexão entre as feições e informações tabulares do banco de dados são os seguintes:

1. Escolhe-se a opção **SQLMANAGER** do menu **DATABASE**;
2. Dentro da caixa de diálogo **SQLMANAGER** informa-se as tabelas em que é feita a conexão entre as feições e o banco de dados ( **int1** e **segm1** );
3. Monta-se um questionamento em linguagem **SQL** para selecionar uma determinada via ou interseção como, por exemplo, `select * from int1 where mmlink = 109`. Este questionamento seleciona a interseção com código *mmlink*=109, ou seja, a interseção entre as vias Presidente Kennedy e Lédio João Martins;
4. Por fim escolhe-se a opção **ATTACH** dentro da caixa de diálogo e tecla-se sobre a feição a ser conectada com a base de dados. No caso do exemplo dado no item anterior, o círculo que representa a interseção entre aquelas vias.

### **h) Ferramenta de análise utilizada no SIG**

O *software* Geographics possui ferramentas de análise que capacitam análises topológicas, mapeamento temático e anotação, como descrito no item 3.5.2.1. Para alcançar os objetivos deste trabalho, foi utilizado o mapeamento temático, cuja ferramenta de análise no Geographics chama-se resimbolização temática ( *themathic resymbolization* ).

Esta ferramenta muda os atributos gráficos de cada feição conforme os atributos tabulares a ela pertencentes, segundo a pesquisa realizada pelo usuário. A nova simbologia pode ser escolhida pelo usuário do SIG. Para realizar a resimbolização a partir do projeto estruturado escolhe-se a função *Thematic Resymbolization*, a partir do menu **DATABASE** do Geographics. Aparece, então, a caixa de diálogo *Thematic Resymbolization* como mostrado na figura 3.15.

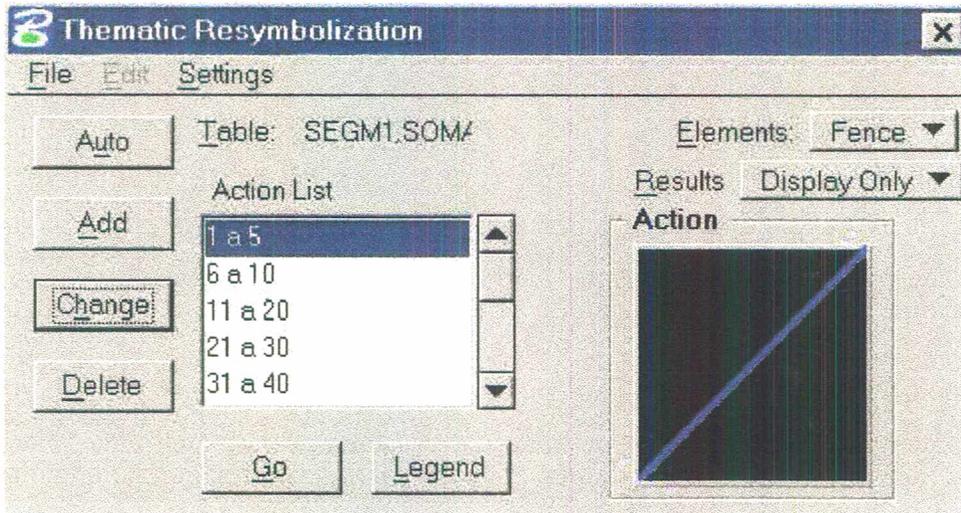


Fig. 3.15 – CAIXA DE DIÁLOGO *THEMATIC RESYMBOLIZATION*

Nesta caixa de diálogo é definido através da linguagem de programação SQL, quais as feições devem ser selecionadas e resimbolizadas. No exemplo da figura 3.15, foram definidas bandas, entre o número de acidentes de cada via ( feição ) e a simbologia mostrada para a mesma.

Esta seção encerra a descrição da metodologia adotada pelo presente trabalho, chegando à ferramenta final utilizada no *software* SIG. Os capítulos 4 e 5, tratarão das análises e capacidades de aplicação do produto resultante dessa dissertação.

*CAPÍTULO 4*

**ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS**

A partir das informações adquiridas com o desenvolvimento do SIG sobre acidentes de tráfego, possibilita-se a realização de um vasto número de análises, levando em conta a combinação dos dados coletados ( espaciais e não espaciais ), para responder a questionamentos pertinentes a segurança viária.

Neste capítulo demonstrar-se-á algumas análises descritivas realizadas sobre o conjunto de informações tabulares, que tratam de toda cidade de São José e dos principais pontos críticos quanto a acidentes de tráfego, buscando demonstrar o potencial de análise do banco de dados que integra o SIG. Todavia, a capacidade analítica do SIG desenvolvido é muito mais ampla, quanto à desagregação do estudo e análise espacial, o que será demonstrado no capítulo 5 – Aplicação do produto.

#### **4.1 – DADOS DE ACIDENTES DE TRÁFEGO DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ**

A seguir será realizada a análise descritiva dos dados de acidentes de tráfego de todo o município de São José, nos anos de 1996 e 1997. Serão apresentados alguns gráficos e figuras comparativas, relacionados a esses dados. A apresentação dessas análises usando gráficos e figuras visa possibilitar mais rapidamente a compreensão de alguns aspectos pertinentes à segurança viária, além de demonstrar uma potencialidade do SIG desenvolvido, quanto ao seu banco de dados. Vale salientar que o pacote utilizado ( *MicroStation – Geographics* ) não permite a análise descritiva diretamente sobre a análise espacial. Segundo informações da assistência técnica da *Bentley*, fabricante do *software*, ( ITIS-Florianópolis ), existem outros pacotes que podem ser adicionados ao *Geographics* e permitem esta análise. Todavia, esses softwares, de custo relativamente elevado, não integram o pacote comprado pela UFSC e, portanto, não estavam disponíveis para serem utilizados nesse trabalho. Contudo a análise descritiva, realizada através do banco de dados do sistema, se mostrou suficiente para atingir os objetivos deste trabalho. Os dados coletados, armazenados e tratados no banco de dados do SIG, como já citado nesta dissertação, contém as seguintes informações sobre os acidentes de tráfego: data, hora, local, tipo de acidente, veículos envolvidos, condições do tempo e número de vítimas. Como em todo o desenvolvimento do trabalho essas análises serão divididas em interseções e segmentos de via.

#### d) Distribuição horária

Na figura 4.4 são apresentados os gráficos de distribuição horária dos acidentes de trânsito em interseções para os anos de 1996 e 1997 e para as informações dos dois anos em conjunto. Verifica-se que ocorrem picos de acidentes de trânsito entre 11 e 13 horas, próximo às 14 horas e entre 17 e 19 horas. Poderia-se esperar um pico no gráfico entre 7 e 8 horas, por ser o horário em que as pessoas estão se deslocando de casa para suas atividades. Entretanto verifica-se que não ocorrem picos significativos neste horário.

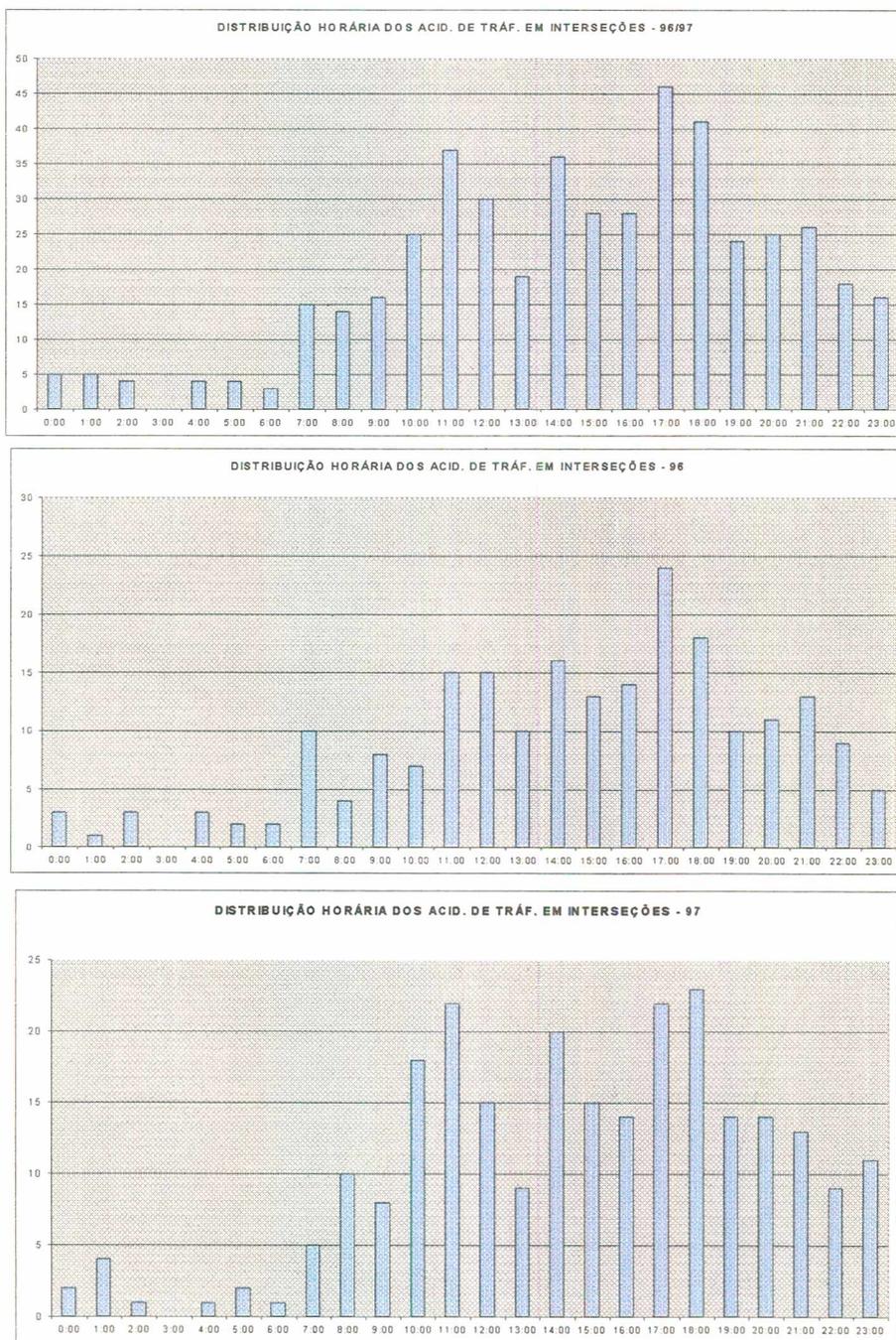


Fig. 4.4 – Distribuição dos acidentes de trânsito em interseções conforme hora de ocorrência

### e) Distribuição mensal dos acidentes de tráfego

A figura 4.5 demonstra os gráficos de distribuição mensal dos acidentes de tráfego levando em consideração cada ano de estudo e os dois anos em conjunto. Verifica-se que não há sazonalidade dos acidentes de tráfego quanto a sua distribuição mensal, pois não existem picos significativos nestes gráficos.

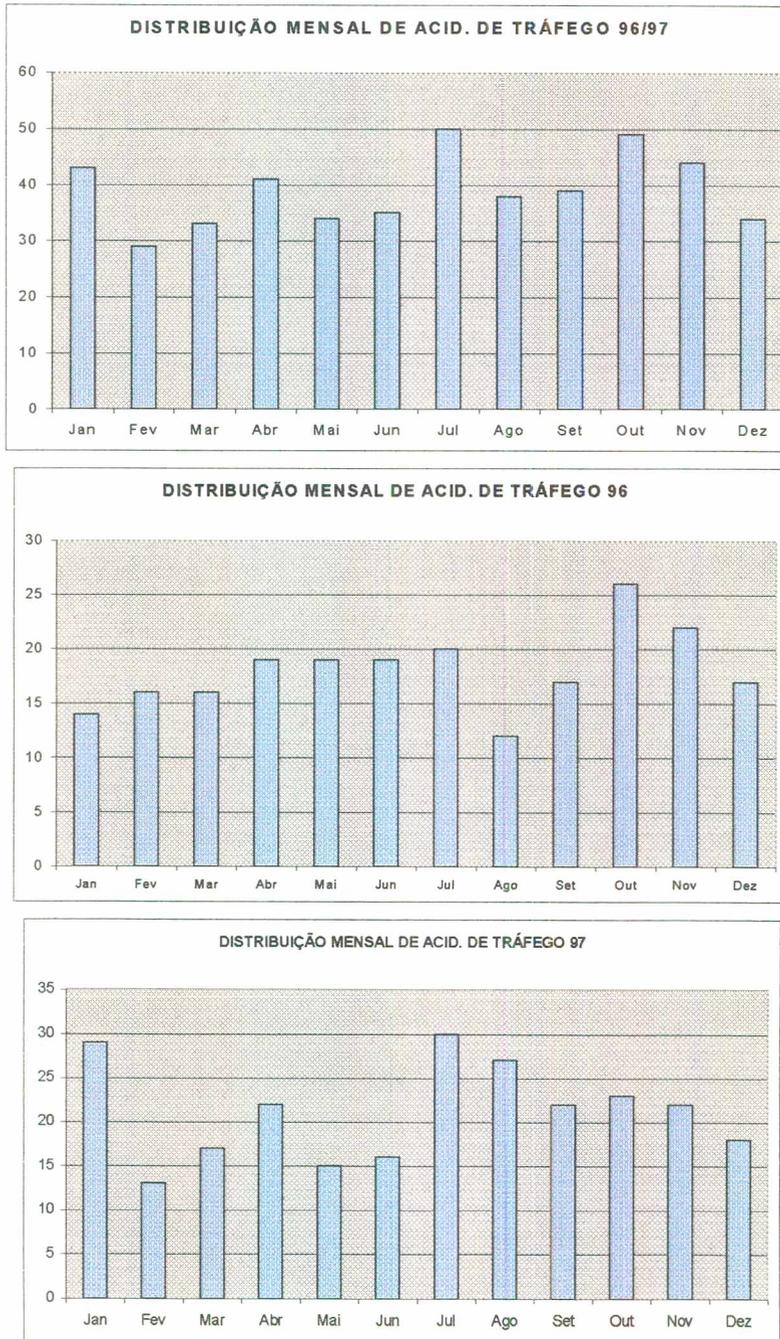


Fig. 4.5 – Distribuição mensal dos acidentes de tráfego em interseções

### f) Distribuição percentual de acidentes conforme envolvidos

A figura 4.6 demonstra a distribuição de acidentes de trânsito em interseções, conforme envolvidos, com dados dos anos de 1996 e 1997. Analisando esta figura nota-se que mais da metade dos acidentes ocorreram entre dois automóveis ( 57,54% ), o segundo maior índice ( 21,23 % ) refere-se aos acidentes envolvendo um automóvel e uma moto. Esse segundo índice já demonstra uma situação preocupante por refletir um elevado percentual de motos envolvidas em acidentes de trânsito. Existe ainda uma percentagem de 4,88% que se refere a outros envolvidos em acidentes de trânsito que não estão discriminados na legenda, esse grupo absorveu todos os percentuais menores que 1% para simplificar a confecção do gráfico. Todavia as informações sobre estes grupos de envolvidos permaneceram no banco de dados e podem ser consultadas a qualquer momento.

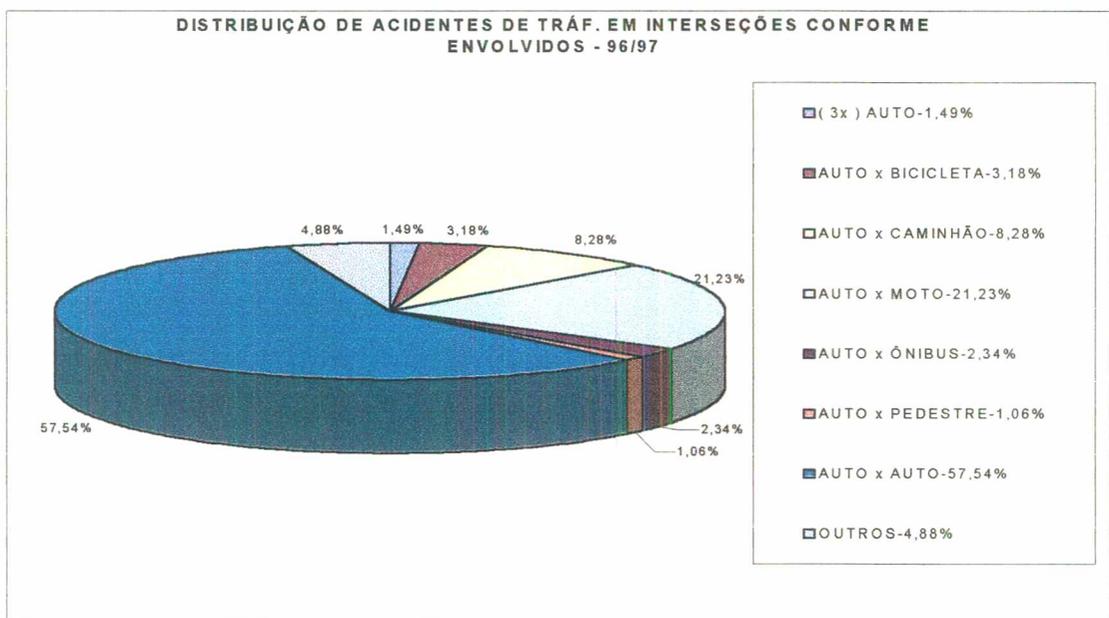
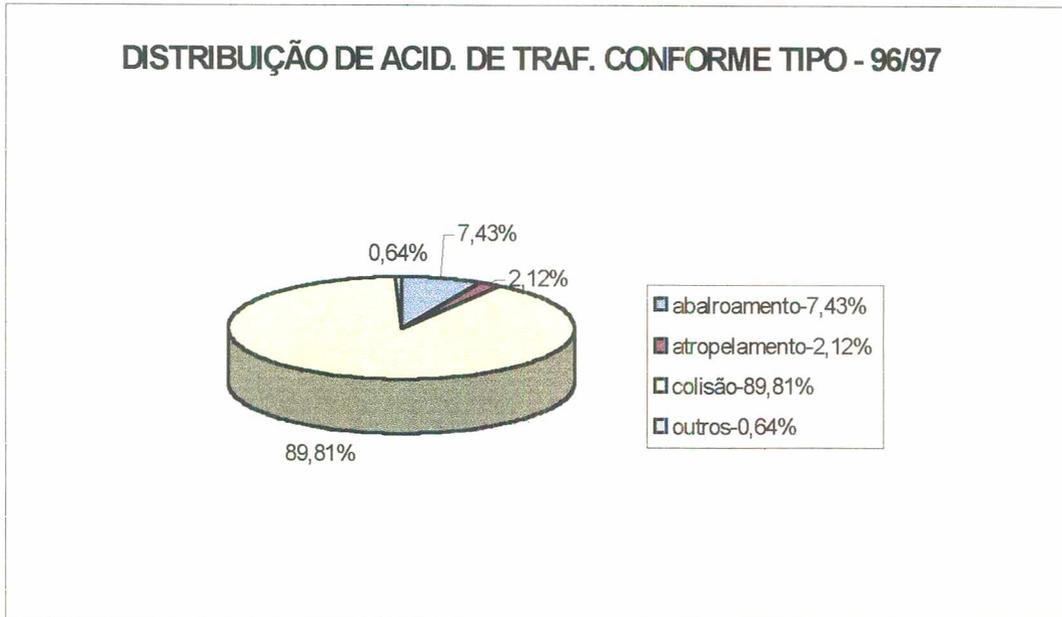


Fig. 4.6 – Distribuição de acidentes de trânsito em interseções conforme envolvidos

### g) Distribuição percentual de acidentes conforme o tipo

A figura 4.7 demonstra a distribuição de acidentes de trânsito em interseções conforme o tipo de acidente. Os dados utilizados para a confecção desta figura são dos anos de 1996 e 1997 somados. Vale salientar que o grande percentual de acidentes do tipo colisão ( 89,81% ) explica-se por dois fatores. Primeiro, este é realmente o tipo mais comum de acidente de

tráfego, e em segundo lugar pela falta de uma sistemática correta de coleta de dados de acidentes de tráfego no município estudado, o que dá margem à tendência para escolha deste tipo de acidente, substituindo em alguns casos ao tipo correto, como, por exemplo, em abalroamentos.



**Fig. 4.7 – Distribuição de acidentes de tráfego em interseções conforme tipo**

#### **h) Número de vítimas**

O gráfico da figura 4.8 mostra o número de vítimas fatais e não fatais de acidentes de tráfego em interseções para os anos de 1996, 1997 e para os dois anos em conjunto. Observa-se que, segundo os dados coletados, nos dois anos não houve nenhum acidente de tráfego em interseção com vítima fatal. Portanto o número total de vítimas coincide com o número de vítimas não fatais. Quanto à comparação do número de vítimas para os dois anos analisados, houve um crescimento de 7,29% no número de vítimas de 1996 para 1997.

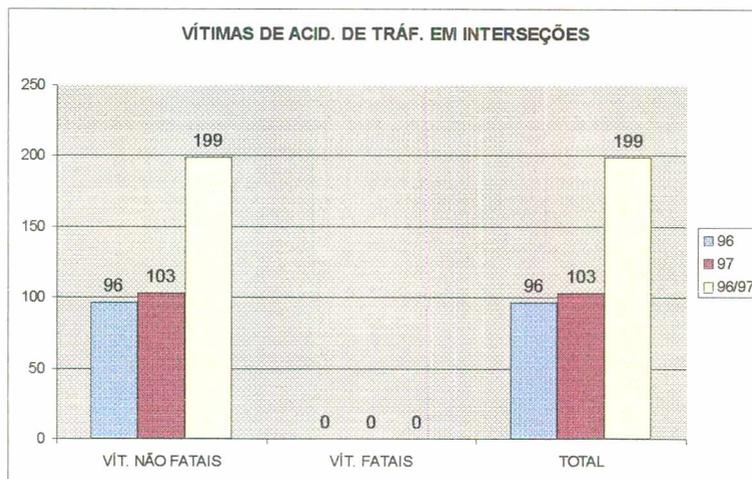
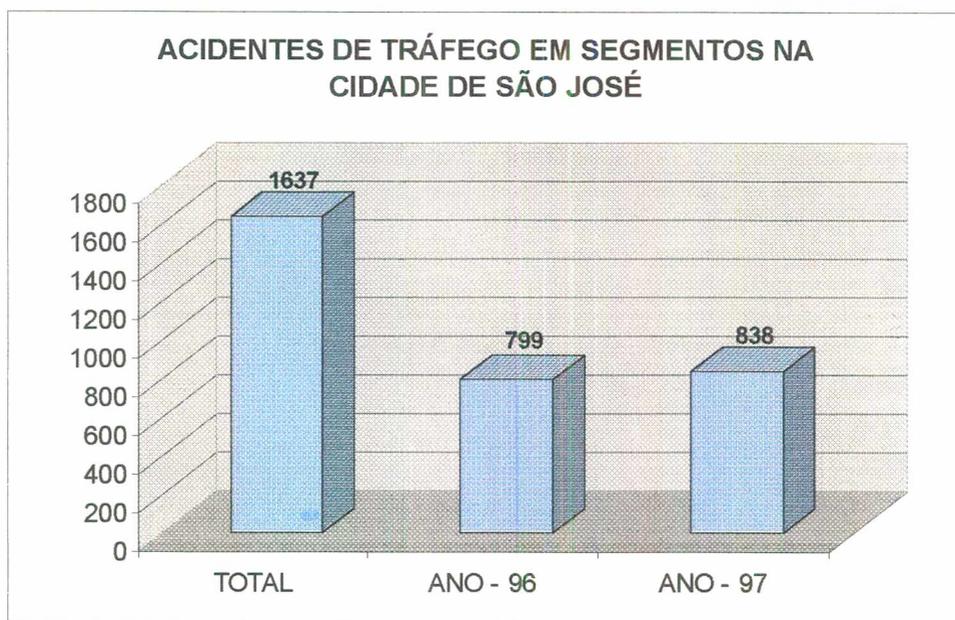


Fig. 4.8 – Número de vítimas de acidentes de tráf. em interseções

### **4.1.2 – SEGMENTOS**

#### **a) Número total de acidentes**

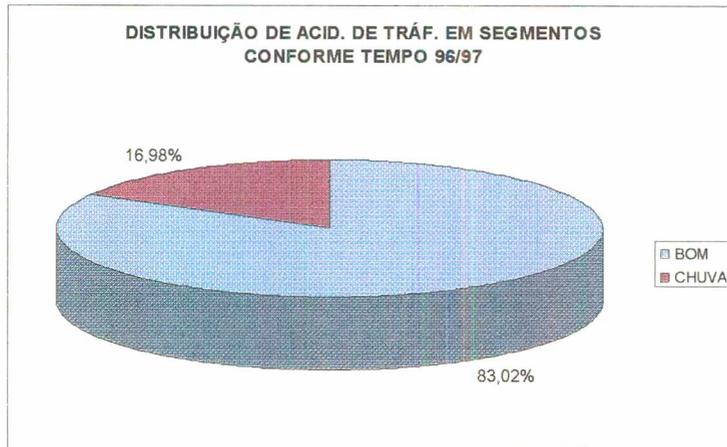
O número total de acidentes registrados em segmentos durante os anos 1996 e 1997 foi 1637, sendo 799 deles acontecidos em 1996 e 838 em 1997, apontando, portanto, um crescimento de 4,88% no número de acidentes em segmentos, de 1996 para 1997. Esse valor mostra um crescimento menor que os acidentes ocorridos em interseções ( 17,05% ), como foi visto no item anterior. O gráfico da figura 4.9 demonstra estes valores.



**Fig. 4.9 – Totais de acidentes de trânsito em segmentos – 1996/1997**

#### **b) Distribuição percentual de acidentes conforme condições do tempo**

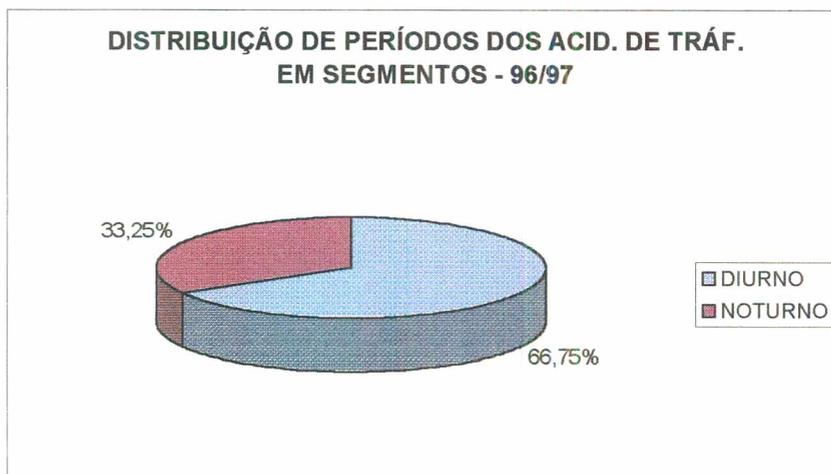
A figura 4.10 demonstra a percentagens dos acidentes ocorridos, conforme as condições do tempo. As informações utilizadas para este comparativo, referem-se aos anos de 1996 e 1997. Verifica-se que 83,02% dos acidentes em segmentos ocorreram em boas condições de tempo, enquanto 16,98% aconteceram com tempo chuvoso. Para esta variável os dados pouco diferem daqueles vistos para interseções, apresentando um pequeno crescimento na percentagem de acidentes com tempo bom e, por consequência, uma pequena redução de acidentes com tempo chuvoso.



**Fig. 4.10 – Condições do tempo dos acidentes de trânsito em segmentos – 1996/1997**

### c) Distribuição percentual de acidentes conforme períodos do dia

A figura 4.11 apresenta a distribuição de acidentes em segmentos conforme o período do dia para informações dos anos de 1996 e 1997, separadamente e em conjunto. Nota-se que a distribuição por período do dia permaneceu praticamente igual para os dois anos estudados. A tendência demonstra que aproximadamente 33% dos acidentes ocorrem no período noturno e 67% no diurno. Esses números diferem em apenas 1% daqueles vistos para interseções, sendo, portanto, praticamente iguais.



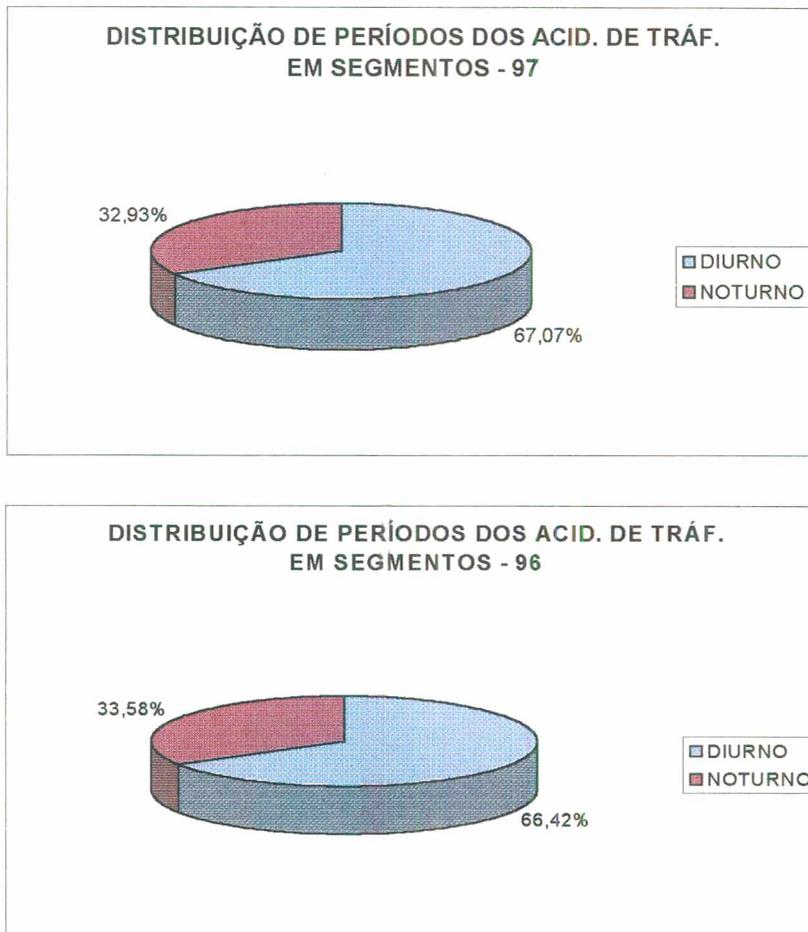
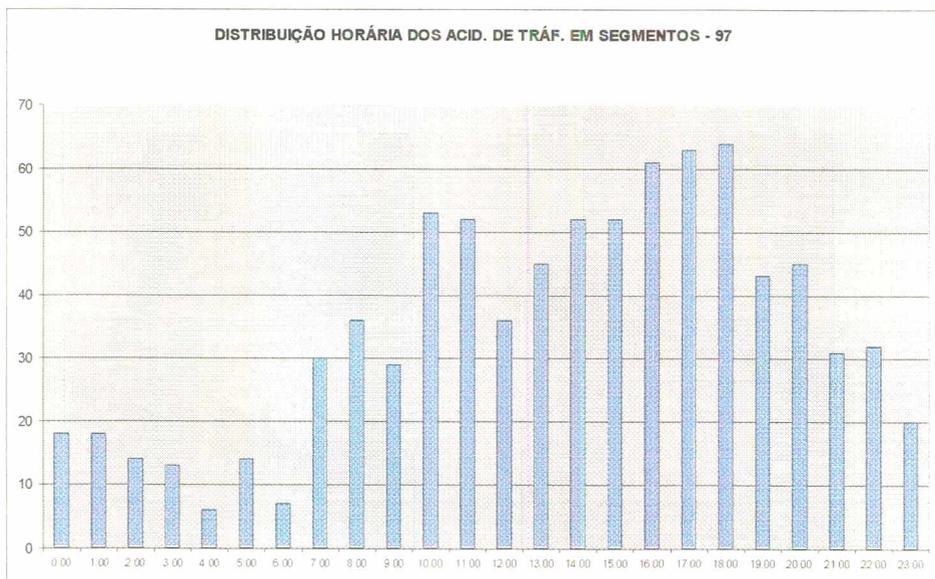
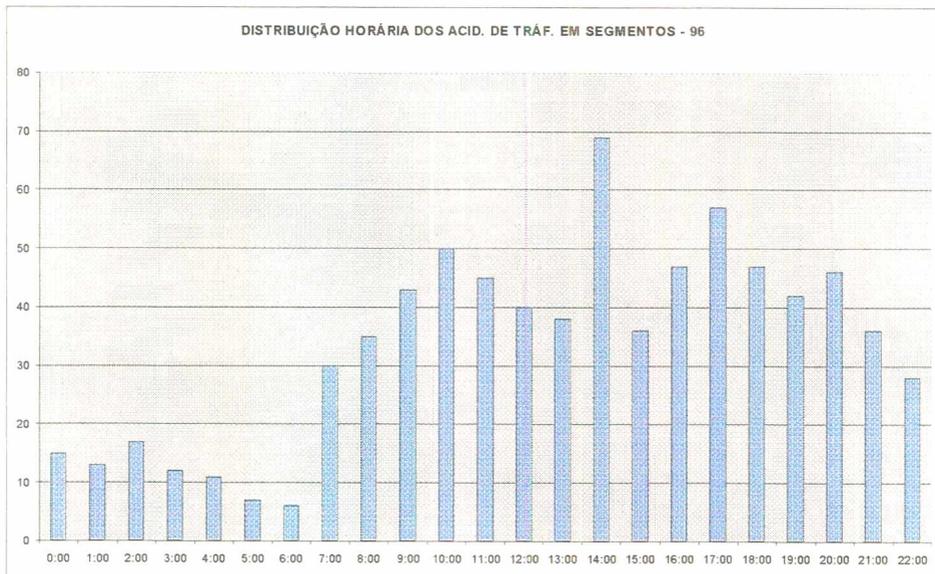
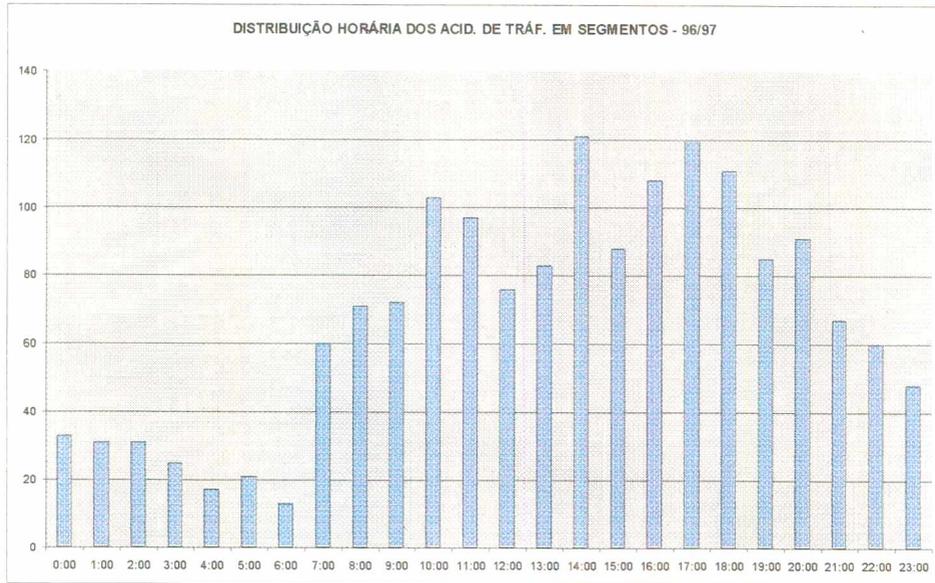


Fig. 4.11 – Distribuição dos acidentes de tráfego em segmentos conforme período

#### d) Distribuição horária

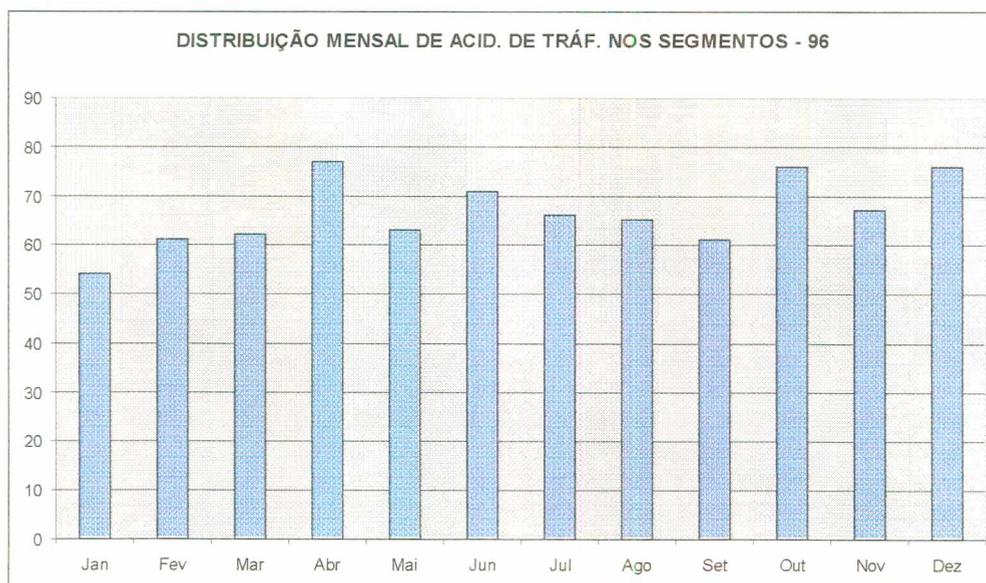
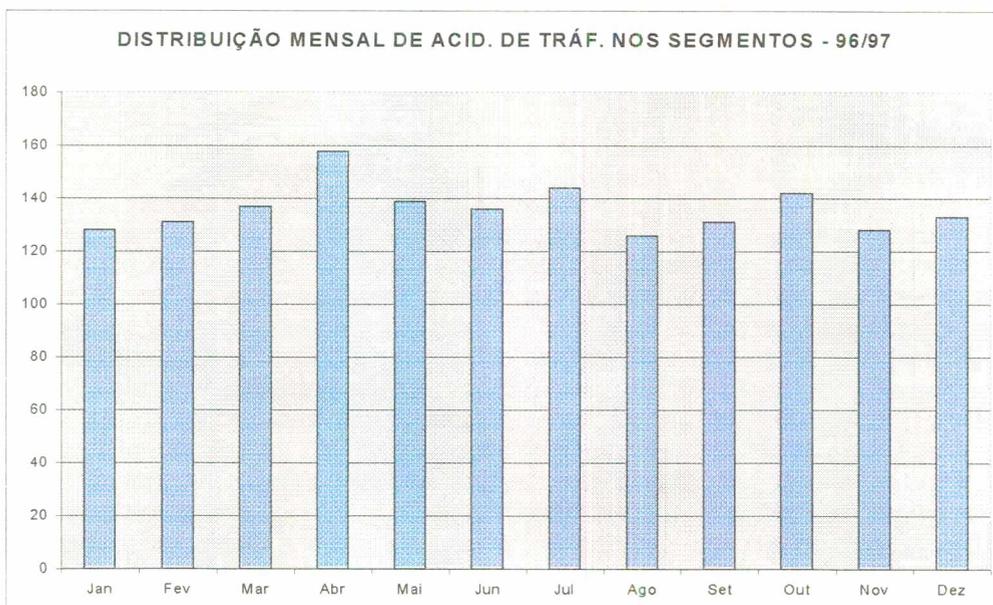
Na figura 4.12 são apresentados os gráficos de distribuição horária dos acidentes de tráfego em segmentos para os anos de 1996 e 1997 e para as informações dos dois anos em conjunto. Observa-se que assim como mostrou o gráfico semelhante para o caso das interseções, os maiores picos de ocorrência de acidentes de tráfego estão próximos às 12, 14 e 18 horas. Uma particularidade nesses gráficos acontece quanto ao horário de maior número de acidentes de tráfego que em 1996 foi próximo às 14 horas e em 1997 às 18 horas.

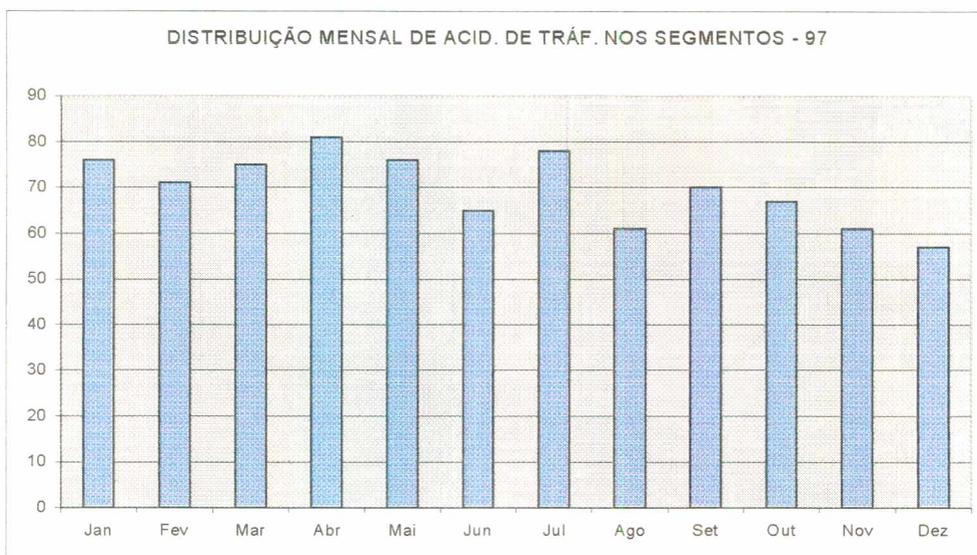


**Fig. 4.12–Distribuição dos acidentes em segmentos conforme hora de ocorrência**

### e) Distribuição mensal dos acidentes de tráfego

A figura 4.13 demonstra os gráficos de distribuição mensal dos acidentes de tráfego levando em consideração cada ano de estudo e os dois anos em conjunto. Verifica-se que, assim como para interseções, não existe sazonalidade dos acidentes de tráfego em segmentos, quanto a sua distribuição mensal, pois não há picos significativos nestes gráficos.

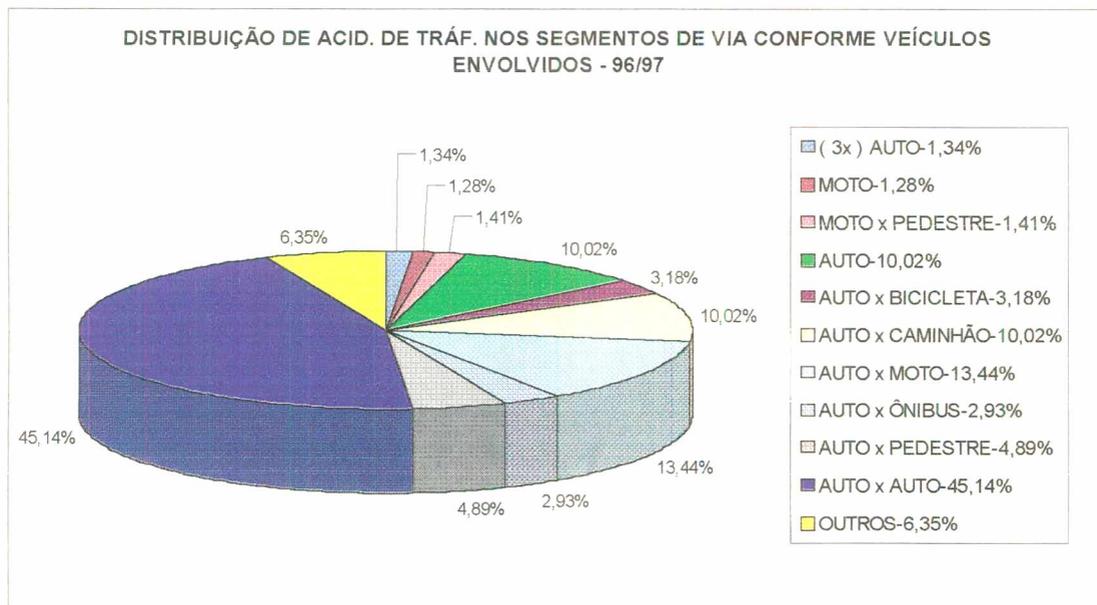




**Fig. 4.13 – Distribuição mensal dos acidentes de trânsito em segmentos**

#### **f) Distribuição percentual de acidentes conforme envolvidos**

A figura 4.14 demonstra a distribuição de acidentes de trânsito, conforme envolvidos, em segmentos, com dados dos anos de 1996 e 1997. Ao analisar os percentuais constantes nesta figura, nota-se que o maior valor ( 45,14% ) se refere a acidentes envolvendo dois automóveis, como era de se esperar. O segundo maior percentual contém acidentes envolvendo um automóvel e uma moto ( 13,44% ) e em terceiro lugar têm-se acidentes envolvendo um automóvel e um caminhão e acidentes envolvendo um único automóvel ( 10,02% ). Vale salientar que acidentes envolvendo um único automóvel, geralmente são do tipo choque ou capotagem. Existe ainda uma percentagem de 6,35% que refere-se a outros envolvidos em acidentes de trânsito que não estão discriminados na legenda, esse grupo absorveu todos os percentuais menores que 1% para simplificar a confecção do gráfico. Todavia as informações sobre estes grupos de envolvidos permaneceram no banco de dados e podem ser consultadas a qualquer momento.



**Fig. 4.14 – Distribuição de acidentes de trânsito em segmentos conforme envolvidos**

#### **g) Distribuição percentual de acidentes conforme o tipo**

A figura 4.15 demonstra a distribuição de acidentes de trânsito em segmentos conforme o tipo de acidente. Os dados utilizados para a confecção desta figura são dos anos de 1996 e 1997 somados. Assim como para interseções e devido as mesmas causas, o maior percentual de acidentes, conforme o tipo, se refere a colisões ( 69,88% ), após seguem os abaloamentos, choques e atropelamentos. O acidente do tipo queda, demonstrado no gráfico trata de quedas de motocicletas.

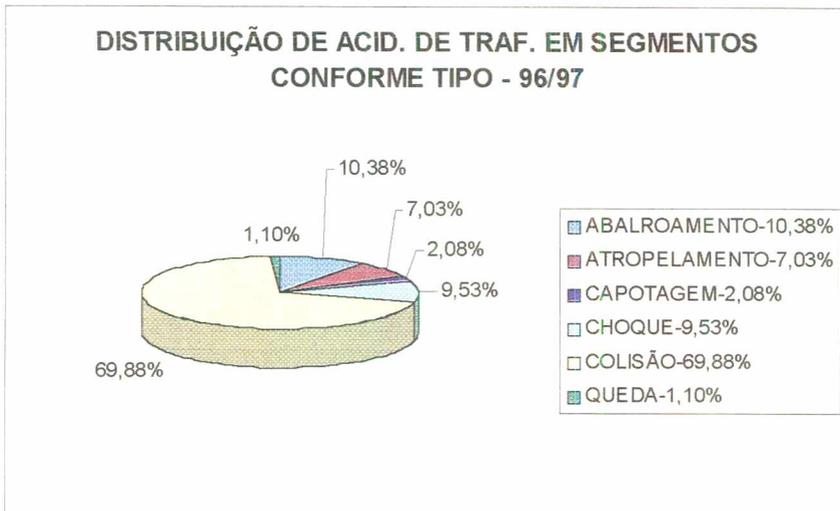


Fig. 4.15 – Distribuição de acidentes de trânsito em segmentos conforme tipo

#### h) Número de vítimas

O gráfico da figura 4.16 mostra o número de vítimas fatais e não fatais de acidentes de trânsito em segmentos para os anos de 1996, 1997 e para os dois anos em conjunto. Considerando os dois anos em conjunto têm-se um total de 683 vítimas, sendo 12 fatais e 671 não fatais. Quanto à quantidade de vítimas de acidentes para cada ano observa-se que de 96 para 97 o número de vítimas fatais diminuiu de 7 para 5 ( 29% ), enquanto o número de vítimas não fatais aumentou em 2%, de 671 para 683.

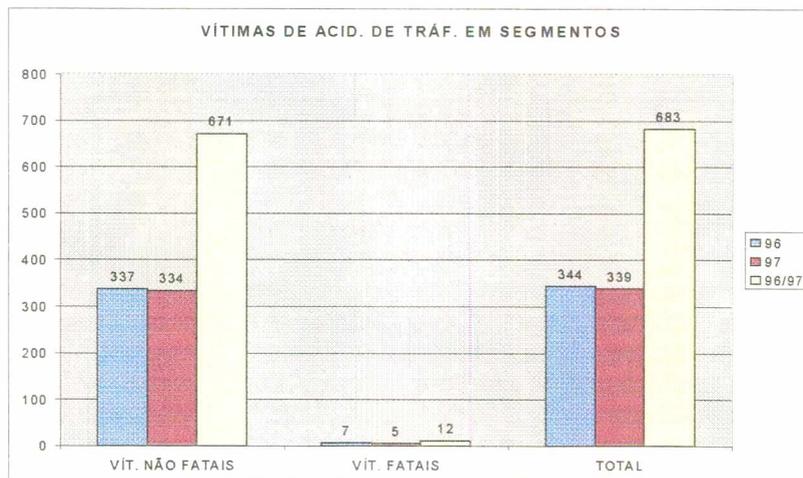


Fig. 4.16 – Número de vítimas de acidentes de trânsito em segmentos

## **4.2 – LOCAIS COM MAIOR INCIDÊNCIA DE ACIDENTES DE TRÁFEGO**

O primeiro passo ao analisar a segurança viária de uma determinada área é a localização de pontos críticos de acidentes de tráfego. Para a determinação dos pontos críticos é fundamental que existam contagens de tráfego. Pois, como demonstrado no item 2.1.7, nem sempre o local com maior número de acidentes de tráfego é o de maior periculosidade. Porém, no município estudado, não existem dados de contagens de tráfego disponíveis. Devido esta restrição no estudo, a determinação de pontos críticos será realizada levando em consideração apenas o número de acidentes ocorridos, sendo assim denominados: locais com maior incidência de acidentes de tráfego.

A determinação destes locais é possível através das consultas *tot\_int* e *tot\_segm* (Anexos 3 e 4) que determinam, respectivamente, o número total de acidentes de tráfego para cada interseção ou via. Esses locais podem ser visualizados no SIG, como demonstrado nos mapas do anexo 2.

A partir da determinação dos locais com maior incidência de acidentes de tráfego, pode-se escolher alguns destes locais para a realização de análises aprofundadas, análogas àquelas demonstradas, para o conjunto de informações da rede viária, no item 4.1.

Para que se possa demonstrar a capacidade de desagregação das informações contidas no banco de dados do SIG, será escolhido a interseção e a via com maior número de acidentes de tráfego nos dois anos estudados ( 96 e 97 ) para a realização de algumas análises descritivas possíveis.

Na consulta *tot\_int* verifica-se que a interseção com maior número de acidentes de tráfego é o cruzamento entre as vias Presidente Kennedy e Lédio João Martins (26 acidentes). A via com maior incidência de acidentes ( 156 ), neste período, é a Avenida Presidente Kennedy, como pode ser visto na consulta *tot\_segm*.

Nestes locais serão demonstrados gráficos e figuras visando uma maior compreensão em termos numéricos, dos acidentes ocorridos.

## 4.2.1 – INTERSEÇÃO ENTRE AS VIAS PRESIDENTE KENNEDY E LÉDIO JOÃO MARTINS

A figura 4.17, a seguir, apresenta gráficos e figuras, que são a base para a análise descritiva sobre a interseção estudada.

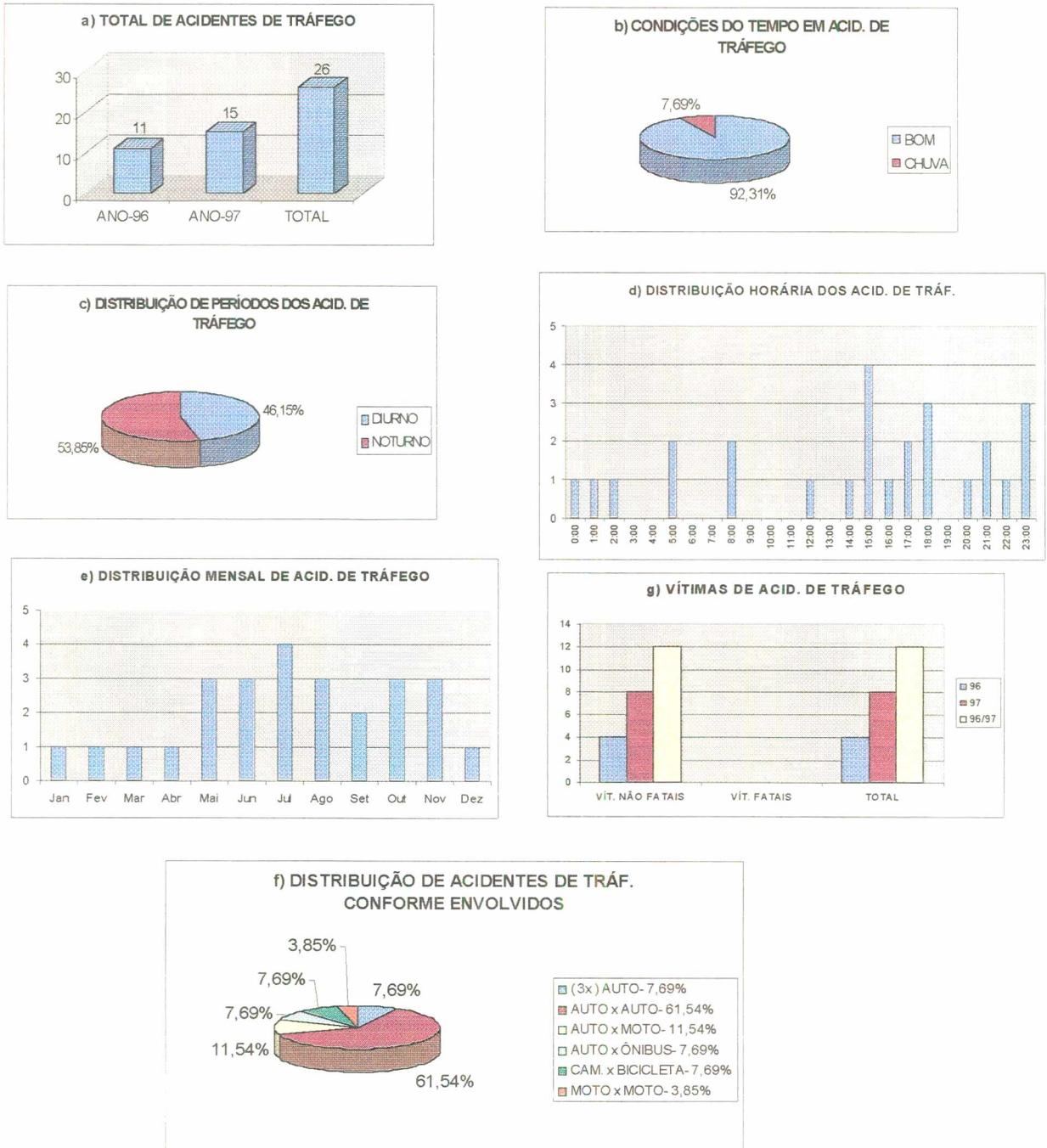


Fig. 4.17 – Gráficos de dados da int. Presid. Kennedy com Lédio J. Martins

Destas figuras destaca-se o seguinte:

**a) Número total de acidentes**

Quanto ao número total de acidentes, houve um crescimento de 36,36% entre os anos de 1996 e 1997, tendo ocorrido 11 acidentes em 1996 e 15 em 1997.

**b) Distribuição percentual dos acidentes conforme condições do tempo**

Nota-se que a grande maioria dos acidentes ( 92,31% ) ocorreram com boas condições do tempo. Portanto, não se pode atribuir a ocorrência de acidentes de tráfego às condições do tempo.

**c) Distribuição percentual de acidentes conforme períodos do dia**

Esta distribuição demonstra que 53,85% dos acidentes ocorreram no período noturno, e 46,15% no diurno. Essas informações se contrapõem àquelas que representam os dados globais das interseções, apresentados no item 4.1, que demonstraram que cerca de 32% dos acidentes ocorrem no período noturno e 68% no diurno.

Portanto, para essa interseção, verifica-se que provavelmente ocorrem problemas relacionados às condições de operação das vias no período noturno. Isso pode ser comprovado através de uma análise mais aprofundada, incluindo estudos de campo, o que foge do espectro deste trabalho. Neste caso o SIG serve por indicar uma possível causa do problema.

**d) Distribuição horária**

Quanto à distribuição horária, verifica-se o horário das 15 horas com maior número de acidentes, embora, devido ao número relativamente baixo de acidentes, não pode-se apontar nenhum horário em especial. Todavia, o gráfico demonstra a concentração de acidentes em horários noturnos.

**e) Distribuição mensal dos acidentes de tráfego**

Não pode-se destacar nenhum mês com elevado número de acidentes, portanto, não há sazonalidade mensal, na ocorrência de acidentes.

**f) Distribuição percentual de acidentes conforme envolvidos**

Nota-se que, assim como para o conjunto de dados das interseções, a maioria dos acidentes ocorrem entre dois automóveis e em segundo lugar aparece os acidentes entre um

automóvel e uma motocicleta, mostrando uma situação preocupante, quanto este tipo de acidente.

**g) Distribuição percentual de acidentes conforme o tipo**

O principal tipo de acidente é a colisão ( 84,62% ) com valor bem próximo ao global de interseções ( 89,81% ). O outro tipo de acidente registrado nesta interseção é abaloamento ( 15,38% ), valor superior ao registrado no total de dados ( 7,43% ).

**h) Número de vítimas**

O número de vítimas, todas não fatais, para a interseção em análise foi 4 vítimas em 1996 e 8 vítimas em 1997, totalizando 12 vítimas, com um crescimento de 50% entre os anos de 1996 e 1997. Este crescimento é muito superior ao verificado para o número de vítimas de todas as interseções em conjunto ( 7,29% ). Esses números demonstram que a interseção tomada por estudo é realmente problemática, quanto à segurança viária.

### 4.2.2 – AVENIDA PRESIDENTE KENNEDY

A seguir são apresentados, na figura 4.18, gráficos e figuras obtidos através dos dados de acidentes de trânsito ocorridos na Avenida Presidente Kennedy, nos anos de 1996 e 1997, possibilitando o mesmo conjunto de análises feito para os dados de todas as vias da cidade, apresentados no item 4.1, e a confrontação de ambos os resultados.

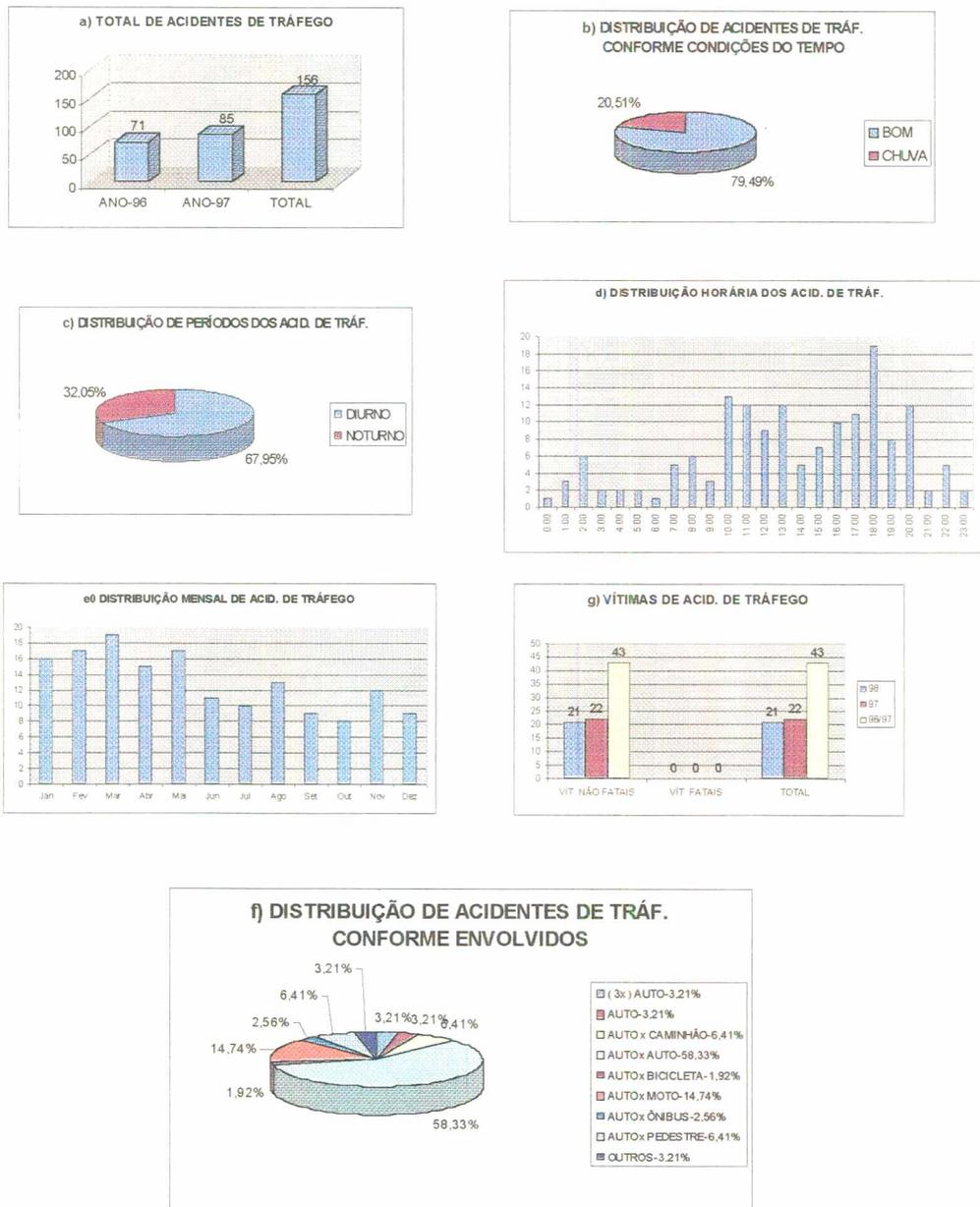


Fig. 4.18 – Gráficos de dados da Av. Presid. Kennedy

Destes figuras destaca-se o seguinte:

**a) Número total de acidentes**

A Avenida Presidente Kennedy teve um total de 156 acidentes registrados nos anos de 1996 e 1997, sendo 71 ocorridos em 1996 e 85 em 1997. Estes números demonstram um crescimento de 19,72% , entre os anos de 1996 e 1997, acima daquele ocorrido para o total de dados dos segmentos de via ( 4,88% ).

**b) Distribuição percentual dos acidentes conforme condições do tempo**

Quanto às condições do tempo verifica-se que 79,49% dos acidentes ocorreram com boas condições do tempo e 20,51% em tempo chuvoso. Estes valores estão bem próximos àqueles verificados para o conjunto total das vias, e demonstram uma predominância de ocorrência de acidentes com boas condições de tempo.

**c) Distribuição percentual de acidentes conforme períodos do dia**

Verifica-se que 67,95% dos acidentes ocorreram no período diurno e 32,05% no noturno. Em comparação com o conjunto de acidentes registrados em vias, nota-se que os valores são praticamente iguais. Isso mostra que os percentuais da via, quanto ao período de ocorrência de acidentes, não apresentam nenhuma anormalidade em especial.

**d) Distribuição horária**

Os acidentes registrados se concentram nos horários entre 10 e 14 horas e entre 16 e 20 horas, tendo como pico principal o horário das 18 horas. Esses picos estão aparentemente relacionados com horários de maior volume de tráfego, demonstrando que deve ser tomada uma atenção especial por parte das autoridades para os horários próximos às 18 horas. Em comparação com o gráfico de todas vias em conjunto, não existem diferenças significativas.

**e) Distribuição mensal dos acidentes de tráfego**

A distribuição mensal de acidentes, mostra uma pequena predominância entre os meses de janeiro a maio, mantendo-se aproximadamente constante entre os meses de junho a dezembro.

**f) Distribuição percentual de acidentes conforme envolvidos**

A distribuição dos acidentes conforme envolvidos para a Avenida Presidente Kennedy demonstra que 58,33% dos acidentes ocorrem entre dois automóveis, 14,74% entre um automóvel e uma motocicleta, sendo que o terceiro maior índice, 6,41%, se refere a acidentes entre um automóvel e um caminhão e automóvel e pedestre, sendo esse último, obviamente, se referindo a atropelamentos. Esses dados mostram que deve haver uma preocupação com acidentes envolvendo motocicletas, caminhões, bem como os atropelamentos.

**g) Distribuição percentual de acidentes conforme o tipo**

Quanto à distribuição percentual conforme o tipo dos acidentes ocorridos, destaca-se o percentual de atropelamentos 7,05%, o que aponta para a necessidade de medidas visando a melhoria de condições para os pedestres nesta via.

**h) Número de vítimas**

A primeira constatação quanto ao número de vítimas dos acidentes nesta via, é que não existem vítimas fatais, embora esta seja a via com maior número de acidentes registrados na cidade. Sabe-se que existiram 12 vítimas fatais, nos acidentes ocorridos na cidade ( toda a rede viária urbana, não somente a área de estudo ) durante os dois anos estudados. Portanto, quanto à periculosidade das vias requer-se, verificar em quais vias ocorreram estes acidentes fatais.

Para a Avenida Presidente Kennedy os dados demonstram que existiram 21 vítimas não fatais em 1996 e 22 em 1997. Totalizando 43 vítimas para os dois anos estudados, o que significa que o número de vítimas se manteve, praticamente, estável no horizonte do estudo.

*CAPÍTULO 5*  
**APLICAÇÃO DO PRODUTO**

No capítulo 4 foi realizada uma análise descritiva dos dados de acidentes de tráfego do município de São José, no horizonte de estudo ( anos de 1996 e 1997 ). Essa análise é fundamental para traçar em termos numéricos o perfil da segurança viária do município, descrevendo-a em termos quantitativos, em relação aos acidentes de trânsito ocorridos. Todavia, até esse ponto não foi utilizada a capacidade fundamental e única dos SIGs, a análise espacial. Utilizando-se desse extraordinário recurso dos SIGs, podem ser respondidos uma série de questionamentos, através da visualização direta, sobre o mapa da área estudada, de questões inerentes à segurança viária, como:

1. Quais interseções e quais vias têm maior número de acidentes de tráfego?
2. Qual o número de acidentes de tráfego em um determinado local?
3. Quais os locais com maior número de vítimas de acidentes de tráfego?
4. Qual o número de vítimas de acidentes de tráfego em um determinado local?
5. Para um determinado horário, quais os locais com maior incidência de acidentes de tráfego?

Todos esses questionamentos, e muitos outros, podem ser facilmente respondidos, utilizando-se do SIG. Essas respostas são obtidas através de números absolutos, figuras ou gráficos, utilizando-se do banco de dados do sistema ou, principalmente, da visualização direta no mapa da área estudada por meio de uma simbologia especificada. Essa visualização da informação espacial pode ser feita diretamente na tela do computador ou por mapas impressos. A cada alteração nos dados tabulares de uma determinada área, a informação espacial é automaticamente atualizada, sendo essa a grande vantagem inerente à utilização de SIG.

Neste capítulo serão realizadas algumas análises espaciais dos dados de acidentes de tráfego do município de São José, na área em que foi desenvolvido o SIG. A informação espacial, permite visualizar os locais com maior número de acidentes de tráfego, possíveis pontos críticos, bem como efetuar análises espaciais sobre outras variáveis, como por exemplo, locais em que ocorreram acidentes com vítimas fatais. Para esse propósito foi utilizada, como descrito no item 3.5.3.8, a ferramenta de resimbolização temática, formando mapas temáticos sobre acidentes de tráfego.

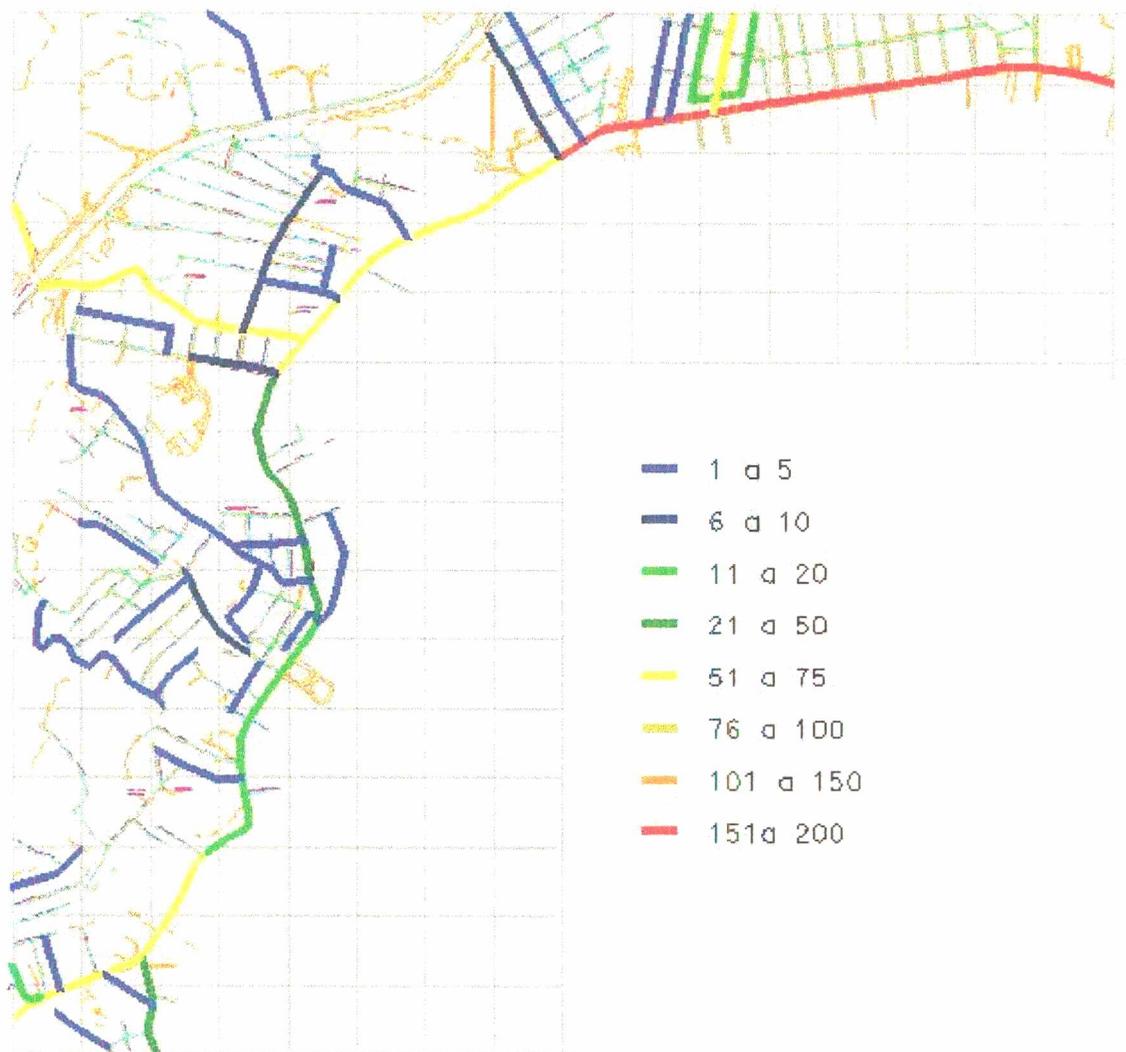
## **5.1 – NÚMERO TOTAL DE ACIDENTES POR INTERSEÇÃO E POR SEGMENTO DE VIA**

A figura 5.1 contém o mapa de acidentes de trânsito em interseções e segmentos, na área de estudos utilizada pelo SIG. Foram utilizadas bandas entre os números totais de acidentes por interseção ou segmento, para definir os atributos (cor, tipo e espessura da linha) a serem resimbolizados. Fez-se isso, para permitir a compreensão do mapa resultante, pois, caso não fosse adotada essa opção, ficaria extremamente difícil realizar uma análise sobre o mapa resultante devido a grande quantidade de informações. Assim o uso de bandas entre os valores, funcionou como um sistema de classes.

O procedimento utilizado no banco de dados para permitir a análise espacial no SIG, foi o seguinte:

1. A partir das tabelas existentes, criadas para entrada de dados, foram formuladas consultas no banco de dados ACCESS, que retornam a informação do número total de acidentes por interseção e por segmento de via, em conjunto com o *mblink* da via. Essas consultas estão nos anexos 3 e 4;
2. Após desenvolvidas as consultas, alterou-se a estrutura dessas, na programação SQL para que automaticamente formem tabelas idênticas a essas consultas. Esse passo foi necessário porque a ligação do banco de dados com o Geographics só é permitida através de tabelas.
3. No Geographics foi desenvolvida a resimbolização temática, como descrito em 3.5.3.8.

Desenvolvidos estes passos foi realizada a análise espacial no SIG, quanto ao número total de acidentes de trânsito, demonstrando os pontos com maior número de acidentes, que pode ser vista na figura 5.1. Parte desta figura, está reproduzida no anexo2, apresentando um mapa temático, em dimensões próprias para uma informação impressa, de resultados obtidos com o SIG. Esse mapa pode ser tido como produto final de uma análise realizada em SIG, sendo apropriado para prestar informações ao público. Por questões financeiras óbvias, visto a natureza acadêmica desse trabalho, os demais mapas resultantes das análises a seguir discutidas, são apresentados apenas em forma de figura, demonstrando o que é visto na tela do computador. Todavia, quaisquer desses mapas podem ser impressos como o mapa do anexo 2.



**Fig. 5.1 – Mapa com totais de acidentes de trânsito para a área de estudo – dados de 1996 e 1997**

A figura 5.1 e o mapa do anexo2 permitem facilmente a visualização das interseções e segmentos de via com maior número de acidentes de tráfego. Da análise visual do mapa, levando em consideração o número total de acidentes no horizonte de estudo, destacamos o seguinte:

- a) A via e interseção mais problemáticas da cidade são a Avenida Presidente Kennedy e a interseção entre as vias Presidente Kennedy e Lédio João Martins, como já mencionado;
- b) Na área de estudo em que foi utilizado o SIG, as vias mais problemáticas são aquelas que formam a artéria principal desta região sendo elas: Presidente Kennedy, Joaquim Vaz, Constâncio Krummel, Getúlio Vargas, Homero Gomes, Padre Cunha e Frederico Afonso.
- c) Uma outra região com problemas de acidentes a ser destacada é compreendida entre as interseções das vias Joaquim Vaz e Sebastião Lenz, e Joaquim Vaz e Domingos Filomeno.

Uma série de outras análises podem ser realizadas de acordo a finalidade do estudo em foco. Por exemplo, se pretende-se procurar uma região segura para o instalação de uma escola, rapidamente pode ser visualizado no mapa de acidentes de tráfego, os locais propícios a este fim.

## **5.2 VÍTIMAS DE ACIDENTES EM INTERSEÇÕES**

Na figura 5.2 é apresentado uma parte do mapa temático ( reprodução do que é visto na tela do computador ) com vítimas de acidentes em interseções. Os números se referem a vítimas não fatais, já que não existem vítimas fatais em interseções, como visto no gráfico da figura 4.8.

A parte apresentada neste anexo compreende a região mais problemática, quanto ao número de vítimas em interseções. Verifica-se que essa região coincide com a descrita no item 5.1, como a região mais problemática quanto ao número total de acidentes. Portanto, o número de vítimas em interseções vem a confirmar essa região como crítica, quanto à segurança viária.



Fig. 5.1 – Mapa com totais de vítimas de acidentes de tráfego em interseções – dados de 1996 e 1997

### **5.3 VÍTIMAS DE ACIDENTES EM SEGMENTOS DE VIA**

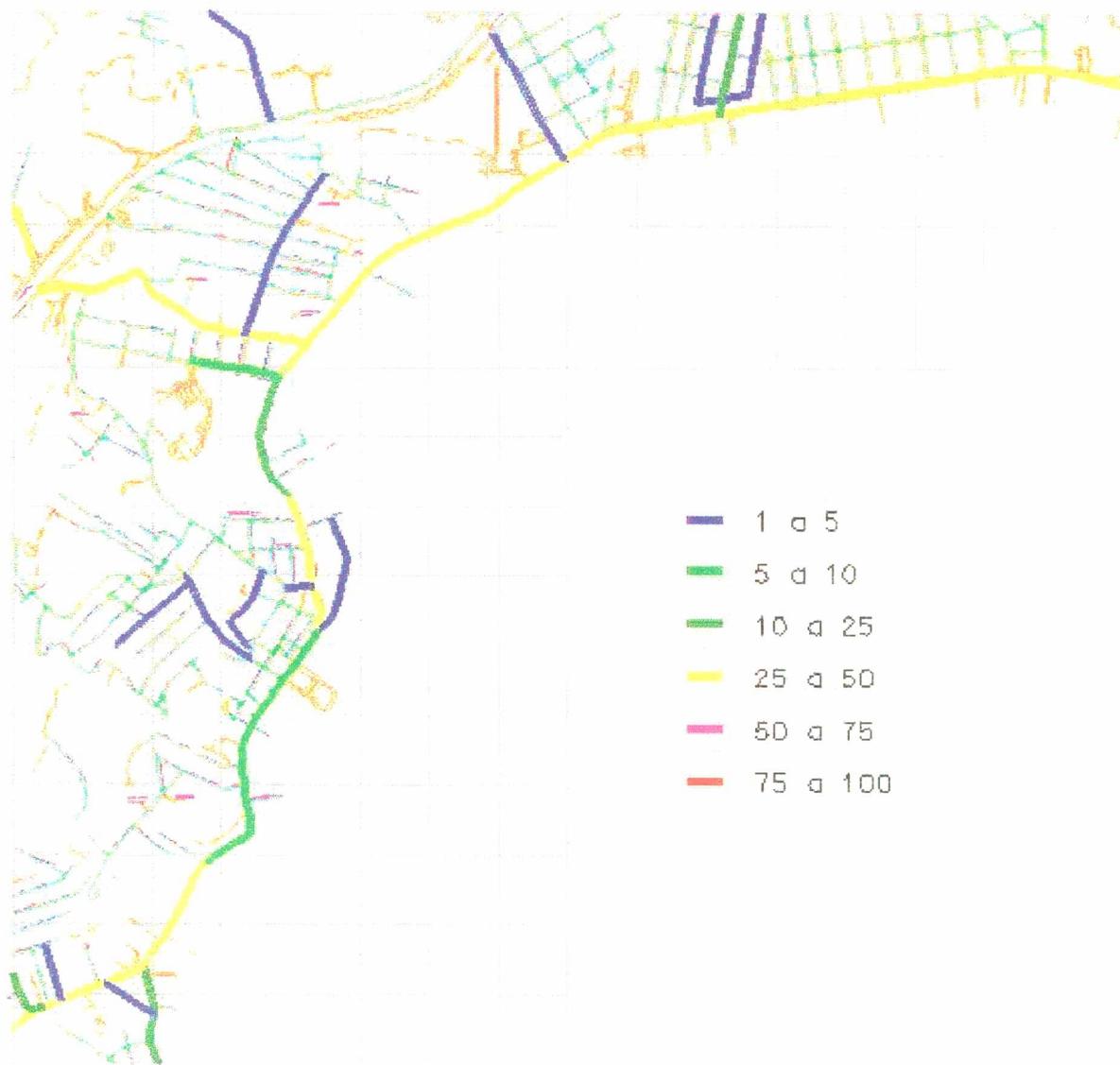
As figuras 5.3 e 5.4, são mapas temáticos ( reprodução do que é visto na tela do computador ) relacionados ao número de vítimas de acidentes de tráfego em segmentos de via.

Na figura 5.3 estão mapeados os acidentes não fatais, que demonstram as vias, dentro da área de estudo, com maior número de acidentes e por análise as regiões mais problemáticas. Destacam-se a via Presidente Kennedy e a região próximo à interseção das vias Presidente Kennedy e Lédio João Martins, como a mais problemática também em termos de vítimas de acidentes em segmentos de via, o que confirma as análises anteriores. O mapa evidencia , ainda, o elevado número de vítimas nas ruas Luis Fagundes e Arthur Mariano, as quais não pertencem a artéria principal da região estudada.

A figura 5.4 trata de acidentes com vítimas fatais, dentro da área de estudo. Nesse caso a preocupação foi localizar as vias que possuíram acidentes fatais. As vias localizadas dentro da área de estudo, foram: Diocilicio Luz, Gentil Sandin, Luis Fagundes e Frederico Afonso. Analisando a consulta utilizada para essa resimbolização, vê-se que cada uma destas vias possui uma vítima fatal de acidentes de tráfego entre os anos de 96 e 97. Portanto, dos 12 acidentes com vítimas fatais na rede viária urbana ( figura 4.16 ), 4 ocorreram dentro da área de estudo.

### **5.4 ANÁLISE ANUAL DO TOTAL DE ACIDENTES POR VIA**

O mapa do anexo 2 e a figura 5.1 mostram os números de acidentes de tráfego em vias e interseções, utilizando-se de dados nos dois anos de estudo 1996 e 1997. Entretanto, o SIG pode desagregar esse mapeamento para apenas um ano (ou qualquer outro período de tempo ), o que é demonstrado nas figuras 5.5 e 5.6 ( reprodução do que é visto na tela do computador ), para acidentes em segmentos de via.



**Fig. 5.3 – Mapa com totais de vítimas não-fatais de acidentes de trânsito em segmentos de via – dados de 1996 e 1997**



**Fig. 5.4 – Mapa com totais de vítimas fatais de acidentes de tráfego em segmentos de via – dados de 1996 e 1997**



Fig. 5.5 – Mapa com totais de acidentes de tráfego em segmentos de via – dados de 1996.

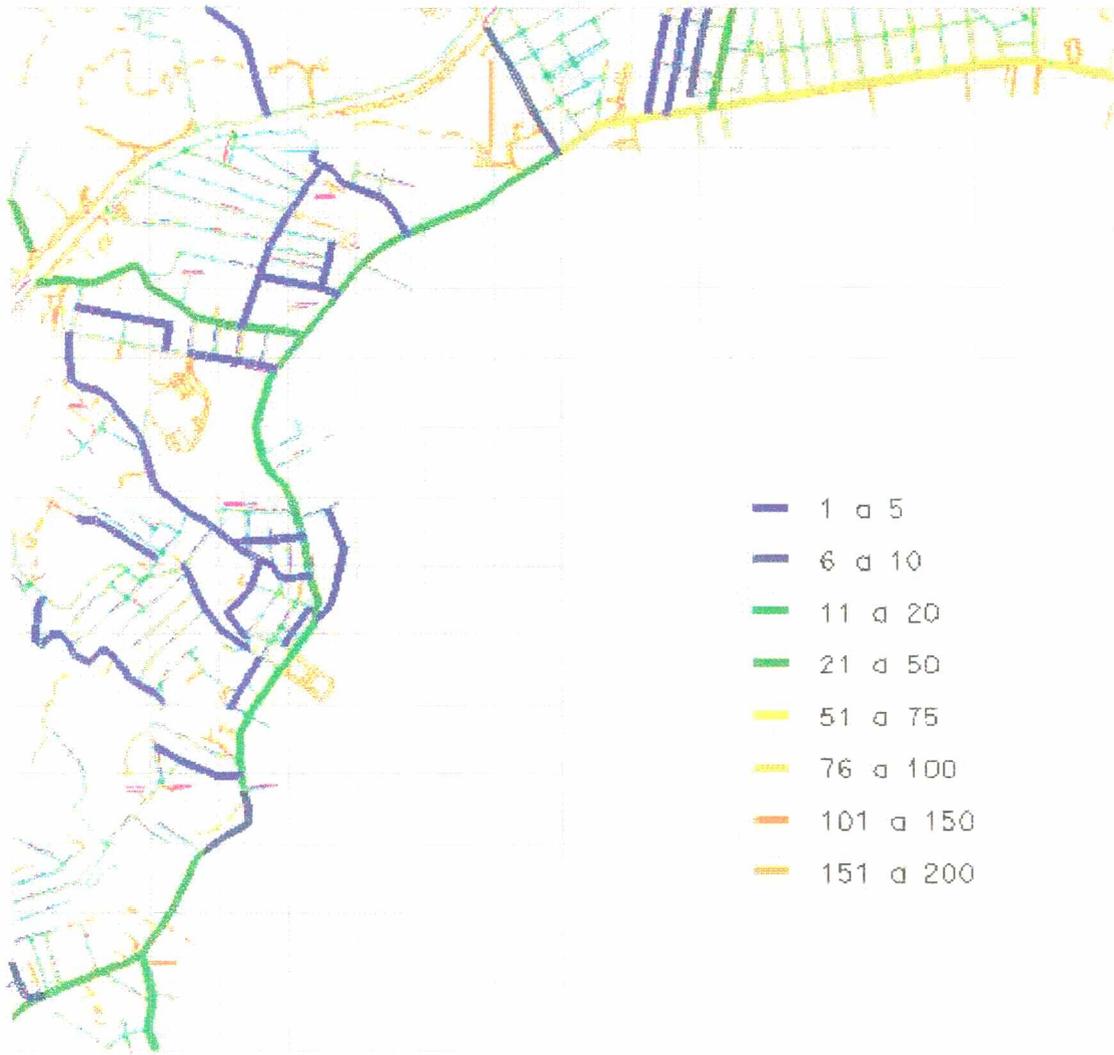
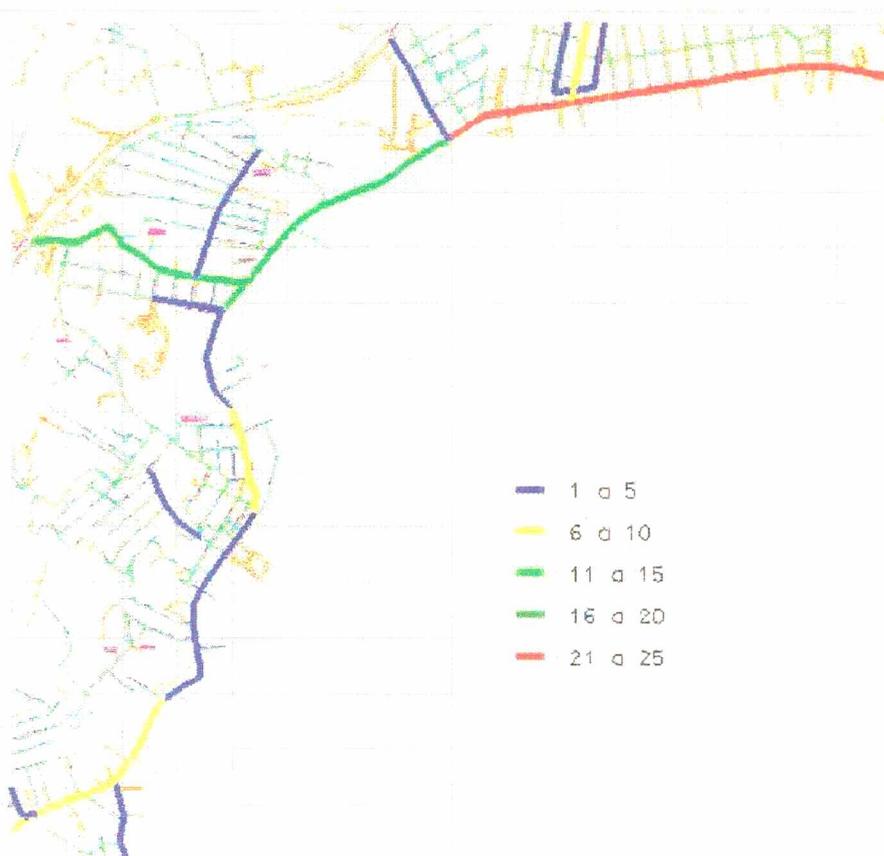


Fig. 5.6 – Mapa com totais de acidentes de trânsito em segmentos de via – dados de 1997.

## **5.5 ACIDENTES ENVOLVENDO AUTOMÓVEIS E MOTOCICLETAS**

A distribuição de acidentes conforme envolvidos para a Av. Presidente Kennedy (figura 4.18), mostrou um significativo número de acidentes envolvendo um automóvel e uma motocicleta. Na figura 5.7, foram mapeados ( reprodução do que é visto na tela do computador ) os acidentes envolvendo um automóvel e uma motocicleta. Dessa forma permite-se, rapidamente, a visualização dos locais onde costumam ocorrer acidentes com esses envolvidos.



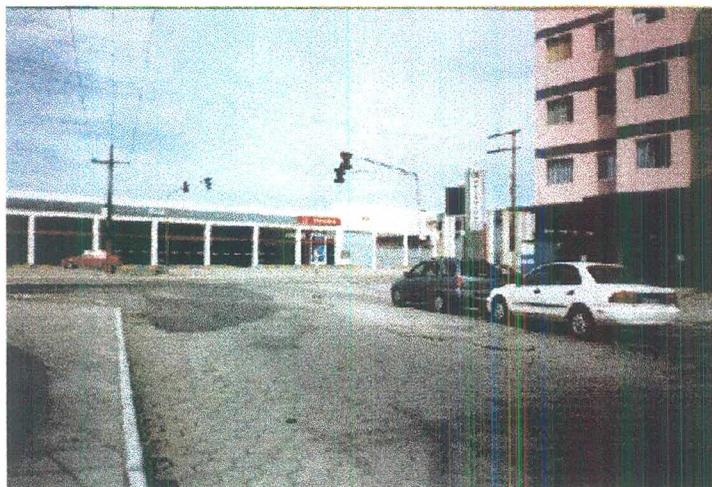
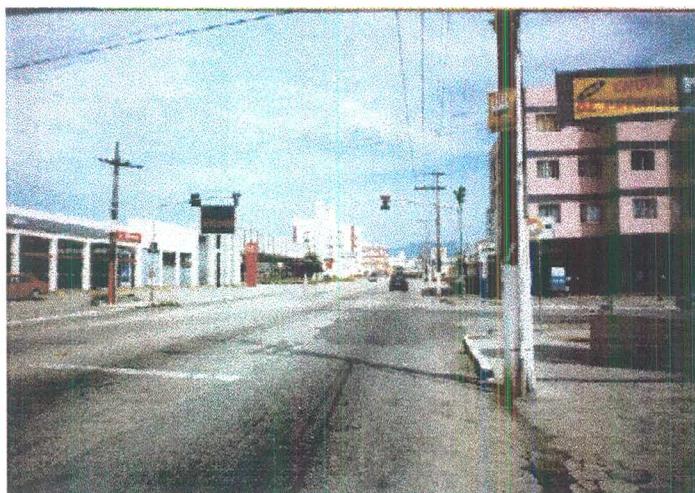
**Fig. 5.7 – Mapa com totais de acidentes de tráfego, envolvendo motocicletas e automóveis, em segmentos de via – dados de 1996 e 1997.**

Nesta seção, entre os itens 5.1 e 5.7, foram demonstradas algumas potencialidades de análise espacial das informações, no entanto a capacidade do SIG vai muito além dos exemplos dados, podendo retornar ao usuário uma série infinita de informações requeridas, tanto da forma tabular, como através de mapas.

## **5.6 – FOTOGRAFIAS DAS VIAS**

O banco de dados no ACCESS, utilizado nesse trabalho, capacita o armazenamento de imagens, que podem ser fotografias, por exemplo. No banco de dados utilizado, foram armazenadas, a título de exemplo, fotografias dos locais mais problemáticos. Essas fotografias são demonstradas nas figuras 5.8 e 5.9. Essa é uma ferramenta importante para o SIG, por possibilitar a visão das vias identificadas como problemáticas, através de fotos contidas no banco de dados.

Esse capítulo tratou de algumas possibilidades de aplicação do produto desenvolvido nessa dissertação, no entanto essas são inúmeras e não puderam ser totalmente esgotadas, sendo que devem ser exploradas de acordo com a finalidade de cada estudo.



**FIG. 5.8 - FOTOS DA INTERSEÇÃO ENTRE AS VIAS PRES. KENNEDY E LÉDIO J. MARTINS, EXISTENTES NO BANCO DE DADOS**

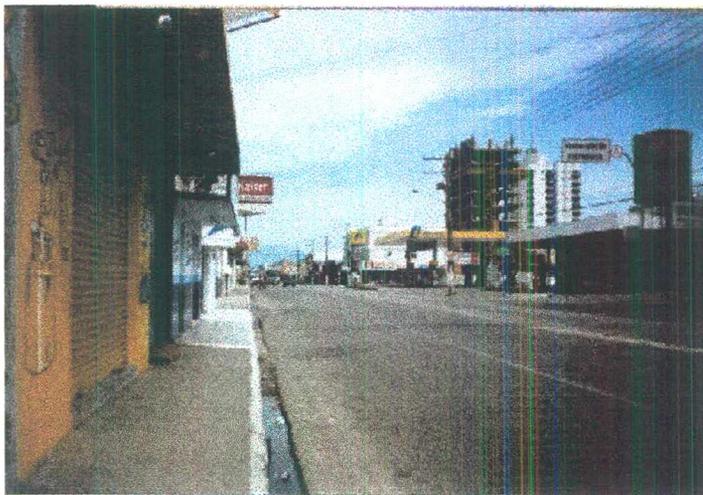
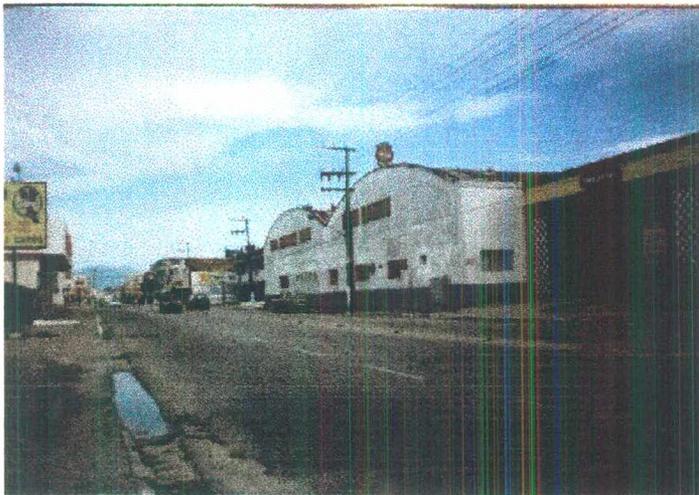
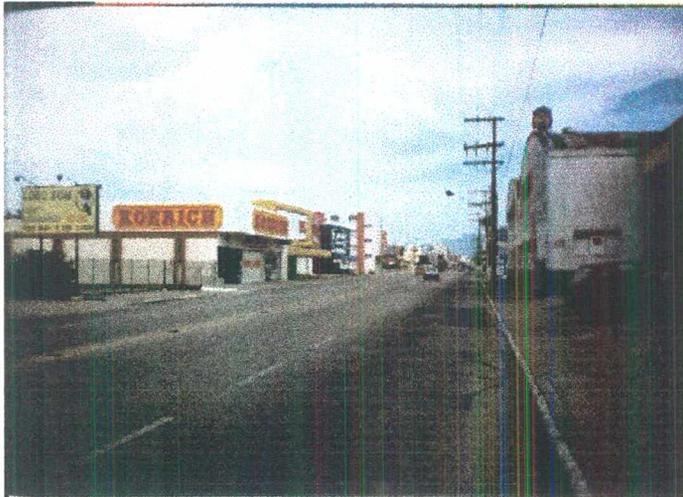


FIG. 5.9 - FOTOS DA AV. PRESIDENTE KENNEDY EXISTENTES NO BANCO DE DADOS

*CAPÍTULO 6*  
**CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Este capítulo finaliza a dissertação, apresentando uma análise final do trabalho realizado, quanto às conclusões obtidas e recomendações pertinentes, tendo em vista a experiência adquirida. Estas são apresentadas nos dois itens a seguir.

## **6.1 – CONCLUSÕES**

Com os resultados alcançados através do produto desenvolvido e sua capacidade de realizar análises sobre os dados de acidentes de tráfego, bem como pelas etapas metodológicas do trabalho prático, foi possível chegar a conclusões sob diferentes óticas, sendo elas:

### **a) Quanto à bibliografia relacionada ao assunto**

Em geral não se encontra dificuldades para obter bibliografias tratando de segurança viária ou de SIG. Entretanto, aquelas relacionadas a aplicação de SIG à segurança viária são bastante raras, e estrangeiras.

### **b) Quanto aos dados de acidentes de tráfego**

Para o SIG desenvolvido foi preciso coletar, armazenar e manipular dados de acidentes de tráfego dentro do banco de dados do sistema. Essas três etapas tiveram graus de dificuldade significativamente distantes.

A coleta de dados foi morosa e bastante difícil feita através de boletins de acidentes de trânsito, uma vez que não existem quaisquer relatórios sobre acidentes de tráfego no município analisado. Em coletas de dados dessa natureza deve ser seguida uma sistemática única, buscando a máxima precisão possível.

Para o armazenamento e manipulação é necessário um bom conhecimento do *software* de banco de dados e do *software* SIG, para possibilitar a interligação das informações tabulares e espaciais.

### **c) Quanto ao *software* SIG utilizado**

O aprendizado do *software* utilizado foi bastante difícil, dado à complexidade deste e a falta de manuais explicativos. Os manuais do *software* não se adequaram às necessidades do

usuário, por serem exaustivamente teóricos e não abordarem a prática do desenvolvimento de um projeto de SIG.

A princípio esperava-se muito do *software* que seria utilizado. Com o desenvolvimento do trabalho e aprendizado do *software*, percebeu-se que este possui algumas limitações, como por exemplo a impossibilidade de apresentar gráficos relacionando variáveis do banco de dados, diretamente na tela do computador, sobre o SIG.

Todavia o *software* SIG utilizado, possibilitou o alcance dos objetivos iniciais, mostrando-se eficaz quanto ao mapeamento temático, utilizando dados de acidentes de tráfego.

#### **d) Quanto ao produto final da dissertação**

O SIG de acidentes de tráfego no município de São José, possibilitou alcançar os objetivos traçados, sendo que sua aplicação capacita, dentre outros:

- a) Mapeamento de acidentes de tráfego na área de estudo, quer levando em consideração o número total de acidentes em um determinado período, quer considerando outras variáveis presentes no banco de dados, como locais com acidentes fatais, por exemplo;
- b) Estudar regiões, interseções, vias ou qualquer outra parte desagregada, dentro da área de estudo, separadamente, e verificar as informações de acidentes de tráfego e sua relação com informações semelhantes de toda rede viária municipal;
- c) Facilitar a tomada de decisão de problemas relacionados à rede viária municipal;
- d) Permitir a atualização automática de todas as saídas de informações, a partir da atualização do banco de dados do sistema;

Por fim a estrutura do SIG, permite a adição de diferentes dados relacionados à rede viária, como, por exemplo, condições do pavimento, interseções semaforizadas, sentido de tráfego das vias, etc. O SIG estruturado é, portanto, um sistema aberto, que permite a adição de novos dados, de diferentes fontes.

## **6.2 – RECOMENDAÇÕES**

Levando em conta a possibilidade de implantação de um sistema análogo ao estruturado nesse trabalho, bem como a realização de novos trabalhos de pesquisa nesta área de conhecimento, recomenda-se:

- a) Especial atenção na etapa de coleta de dados, pois da correção destes, depende a confiabilidade do produto final;
- b) Estudo aprofundado das finalidades do sistema e as ferramentas requeridas no SIG antes da escolha do *software*, levando em conta fatores como: custo do *software*, recursos humanos e assistência técnica especializada;
- c) Cuidado na estruturação do banco de dados do sistema, pois esse deve ser direcionado à sua utilização no SIG;
- d) Possibilitar a integração do SIG por diferentes áreas de conhecimento; e
- e) O pessoal envolvido deve se manter atualizado, em relação à tecnologia SIG e seus aplicativos.

Finaliza-se aqui este trabalho de dissertação, que explorou uma área com estudos raros, permitindo ao autor um vasto conhecimento em relação aos temas abordados. Os resultados dessa dissertação não deixam dúvida quanto à aplicabilidade de SIG em gerência viária, tendo demonstrado algumas potencialidades importantes deste sistema. Por fim, espera-se que novos trabalhos abordando o tema possam aprofundar os conhecimentos adquiridos, através do aperfeiçoamento desta pesquisa e a sua utilização prática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abkowitz, M.; Walsh, S.; Hauser, E. e Minor, L. (1990). Adaptation of Geographic Information Systems to highway management. *Journal of transportation engineering*, 116, nº 3, pp. 310-327.
- Affum, T. e Taylor, M.A P. ( 1997 ). SELATM – A GIS based program for evaluation the safety benefits of local area traffic management schemes. *Transportation Planning and Tecnology*, vol. 21, nº 1-2, pp. 93-119.
- Andreassen, D. ( 1992). Hortations on the use of accident cost data. *Traffic Engineering and Control*, vol.33 , nº 5, pp. 318-321.
- Aronof, D. ( 1990 ). GIS – A management perspective. Ottawa; Canada, Wal Publicitions, 294p.
- Arthur, R.M. e Waters, N.M. ( 1997 ). Formal scientific research of traffic colision data utilizing GIS. *Transportation Planning and technology*, vol. 21, nº 1-2, pp. 121-137
- Austin, K. (1992). A linked police and hospital accident database for Humberstide. *Traffic Engineering and Control*, vol. 33, nº 12, pp. 674-678.
- Austin, K (1993) .The collection and use of additional sources of road safety data in highway authorities. *Traffic Engineering and Control*, vol. 34, nº 11, pp. 540-543.
- Austin,K; Tight, M. e Kirby, H. (1997). The use of Geographical Information Systems to enhance road safety analysis. *Transportation Planning and Technology*, vol. 20, nº 3, pp. 249-266.
- Baginski, L. E. ( 1995 ). Sistema de cadastro e análise de acidentes de trânsito. Dissertação de mestrado, COPPE – UFRJ, Rio de Janeiro, 77p.
- Bartoli, S. P.; Fortes, J. A. A. S. e Andrade, N. P. ( 1996 ). Sistemas de Informação Geográfica ( SIG ) como instrumento para avaliação da acessibilidade locacional de paradas de ônibus. Anais X ANPET, Brasília, pp. 245-257.
- Bentley Systems ( 1995 ). MicroStation Geograph – Tutoriais. 399p.
- Bolstad, P. V. e Smith, J. L. ( 1992 ). Errors in GIS: acessing spatial data accuracy. *Journal of Forestry*, nov. 1992, pp. 21-29.
- Bourahli, A e Jaques, M. A P. ( 1997 ). Práticas de avaliação de pavimentos nos estados e municípios brasileiros. Transportes-Anpet, vol. 5, nº 2, pp. 64-78.
- Burrough, P. A ( 1987 ). Principles of Geographical Information Systems for land resources acessment. Oxford University Press, New York; 193p.
- Callahan, E. ( 1997 ) . Microsoft Access 97 passo a passo – visual basic. Makron Books, São Paulo, 380p.

- Calkins, H. W. e Obermeyer, N. J. ( 1991 ). Taxonomy for surveying the use and value of geographical information. *International Journal of Geographic Information Systems*, vol. 5, nº 3, pp. 341-351.
- Cardoso, G. ( 1996 ). Cadastro Técnico Multifinalitário aplicado à Engenharia de Tráfego. Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Civil, UFSC, 78p.
- Cardoso, G. e Goldner, L. G. ( 1997 ). Utilização de um Sistema de Informações Geográficas para o gerenciamento da segurança viária no município de São José-SC. XI ANPET, Anais-dissertações em andamento, Rio de Janeiro, pp. 128-131.
- Catapult Inc ( 1997 ). Microsoft Access 97 passo a passo. Makron Books, São Paulo, 276p.
- CET-SP ( 1979 ). Curso básico de Engenharia de tráfego : Análise de Segurança. Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo.
- Congalton, R. G. e Green, K. ( 1992 ); The ABC of GIS: an introduction to Geographic Information Systems. *Journal of Forestry*, nov. 1992, pp. 13-20.
- Dale, P. F. e Mclaughlin, J. D. ( 1990 ). Land information management: an introduction with spatial reference to cadastral problems in third World countries. Oxford Press, New York, 263p.
- Dantas, M. ( 1992 ). Sistemas de Informação: a evolução dos enfoques. *Ciência da informação*, vol. 3, nº 21, pp. 193-196.
- Dantas, A. S.; Gonzales; P. W. e Yamashita, Y. ( 1996 ). Sistemas de Informações Geográficas em Transportes : O Estado da Arte. Anais X ANPET, Brasília, pp. 211-222.
- DNER ( 1995 ); Estimativa de custos de acidentes de trânsito em rodovias federais. Rio de Janeiro, 56p.
- Fisher, P. F. e Lindenber, R. E. ( 1989 ). On Distinctions among Cartography, Remote Sensing, and Geographic Information Systems. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 55, nº 10, pp. 1431-1434.
- Frank, A. U.; Engenhofer, M. J. e Kuhn, W. ( 1991 ); A Perspective on GIS Technology in the Nineties. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 57, nº 11, pp. 1431-1436.
- Goldner, L. G. ( 1997 ). Notas de aula. Disciplina: Engenharia de Tráfego, Mestrado em Engenharia Civil, UFSC.
- Goldstaein; H. ( 1997 ). Mapping Convergence: GIS joins the enterprise. *Civil Engineering*, vol. 67, nº 6, pp. 36-39.
- Hobbs, F. D. ( 1990 ). Traffic Planning and Engineering; 2ª Ed.; pp. 473-531.
- Hutchinson, B. G. ( 1979 ) Princípios de Planejamento dos Sistemas de Transporte Urbano. Guanabara Dois S.A., Rio de Janeiro.

- Ibrahim, K. e Silcock, D.T. (1992). The accuracy of accident data. *Traffic Engineering and Control*, vol. 33, nº 9, pp. 492-496.
- ITIS Informática ( 1996 ). MicroStation 95 – Manual Básico 2D. 143p.
- Jadaan, K. S. e Nicholson, A. J. ( 1992 ). Relationships between road accidents and traffic flows in a urban network. *Traffic Engineering and Control*, vol.33 , nº 9, pp. 507-511.
- Lewis, S.( 1990 ). Use of Geographical Information Systems In Transportation Modeling. *ITE-Journal*, vol. 60, nº 3, pp. 34-38.
- Kessler, B. J. ( 1992 ). Glossary of GIS Terms, *Journal of Forestry*, nov. 1992, pp. 37-44.
- Lanter, D. P. e Veregin,H. ( 1992 ). A research Paradigm for Propating Error in Layer-Based GIS. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*; vol. 58, nº 6, pp. 825-833.
- Lepofsky, M. e Abkowitz, M. ( 1993 ). Transportation Hazard Analysis in Integrated GIS Environment. *Journal of Transportation Engineering*; vol. 119; nº 2; pp 239-254.
- Lotti, C. P. e Widmer, J. A ( 1998 ). Desenvolvimento de base de dados para o estudo de acidentes rodoviários, 31<sup>a</sup> Reunião anual de pavimentação, São Paulo, pp. 1109-1128.
- Loureiro, C. F. G. e Ralston, B. A. ( 1996 ). SIG como plataforma para modelos de análise de redes de transporte, Anais X ANPET, Brasília, pp. 235-244.
- Lupton, K.; Jarrett, D.F.; Wright, C.C.; Mountain, L.J. e Fawaz, B.A. (1996) A database for assessing the safety effects of highway improvements. *Traffic Engineering and Control*, vol. 37, nº 5, pp. 321-326.
- Martins, W. C. e Iverson, G. ( 1997 ). Criação de uma base de dados georeferenciada para estudos de planejamento regional de transporte no Brasil. *Logit-Logística*, pp. 617-625.
- McCormack, E. e Nyerges, T. ( 1997 ). What transportation modeling needs from a GIS: a conceptual framework. *Transportation Planning and Tecnology*, vol. 21, nº 1-2, pp. 5-23.
- McShane, W. R. e Roes, R. P. ( 1990 ). *Traffic Engineering*, Prentice Hall, Englewood Cliffs; New Jersey, pp. 147-166.
- Montgomery, G. E. e Schuch, H. C. ( 1993 ). GIS data conversion. GIS World Inc., Fort Collins, CO, USA, 320p.
- Oliveira, M. G. S. e Ribeiro, P. C. M. ( 1997 ). Aplicação de Sistemas de Informações Geográficas em coordenação semaforica, Anais XI ANPET, Rio de Janeiro, pp. 113-125.
- O'Reilly, D. (1994 ). The valuation of road traffic accident injuries. *Traffic Engineering and Control*, vol.35 , nº 3, pp. 158-163.

- Panitz, M. A. ( 1996 ). Auditoria de Segurança Viária: a oportunidade perdida para a redução da severidade dos acidentes rodoviários, Anais do X ANPET, Brasília, pp. 695-705.
- Paredes, E. A.; Aplicando SIG na Engenharia Civil
- Peled, A. e Hakkert, A.S. (1993). A PC-oriented GIS application for road safety analysis and management. *Traffic Engineering and Control*, vol. 34, nº 7/8, pp. 355-361.
- Peuquet, D. J. ( 1984 ). A conceptual framework and comparison of spatial data models. *Cartographica*, 21; pp. 66-113.
- Peuquet, D. J. e Bacastow, T. ( 1991 ). Organizational issues in the development of Geographical Information Systems: a case study of U. S. Army topographic information automation. *International Journal of Geographic Information Systems*. Vol 5, nº 3, pp. 303-319.
- Pinto, A. B. e Lindau, L. A. ( 1997 ). Cadastro de linhas de ônibus utilizando Sistemas de Informação Geográfica e GPS, Anais XI ANPET, Brasília, pp. 126-137.
- Pinto, A. B. ( 1998 ). Sistemas de Informações Geográficas e Planejamento de Transportes. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS.
- Piwozar, J. M.; Ledrew, E. F. e Dudycha, D. J. ( 1990 ). Integration of Spatial data in vector and raster formats in a geographic information System environment. *International Journal of Geographic Information Systems*, vol. 4, nº 4, pp. 429-444.
- Porto Velho, E. D. ( 1996 ). Duplicação da SC-401 – “Avaliação econômico distributiva de sua viabilidade”. Florianópolis, Dissertação ( Mestrado em Engenharia de Produção ), Universidade Federal de Santa Catarina.
- Portugal, J. L.; Rocha, D. M. e Diniz, F. R. ( 1995 ). Planos Urbanísticos a partir de um Sistema de Informações Geográficas: Uma experiência me Zeis do Recife. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Cartografia, Salvador-BA, pp. 108-117.
- Quiroga, C.A e Bullock, D. (1996). Geographic database for traffic operations data. *Journal of transportation engineering*, vol. 112, nº 3, pp. 226-234.
- Rech, J. V. ( 1997 ). Base cartográfica digital comum para concessionárias de serviços públicos e prefeituras municipais, utilizando SIG ( Sistema de Informações Geográficas ). Florianópolis, Dissertação ( Mestrado em Engenharia Civil ), Universidade Federal de Santa Catarina.
- Renúncio, L.E. ( 1995 ). Integração do Cadastro Técnico Multifinalitário a Sistemas de Informações Geográficas visando a implantação de um reservatório para abastecimento de água no município de Cocal do Sul-SC”. Florianópolis, Dissertação ( Mestrado em Engenharia Civil ), Universidade Federal de Santa Catarina.
- Robinove, C. J. ( 1986 ). Principles of Logic and Use of Digital Geographis Information Systems, *U.S. Geological Survey Circular 997*, pp. 1-19.

- Rodrigues, M. ( 1990 ). Introdução ao geoprocessamento. I Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, Campinas-SP.
- Roess, R. P. e McShane, W. R. ( 1990 ). Traffic Engineering. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, pp. 147-165.
- Saccomanno, F. F.; Chong, K. C. e Nassar, S. A. ( 1997 ). Geographic Information System Platform for road accident risk modeling. *Transportation Research Record*, 1581, pp.18-25.
- Sanches, S. P. ( 1997 ). Definição de Zonas de Tráfego, a partir de setores censitários, usando um SIG. Anais XI ANPET, Rio de Janeiro, pp. 103-112.
- Sato, S. S. ( 1996 ). Aplicação e análise da ortofoto digital na definição de limites de propriedades imobiliárias – estudo de caso: imóveis da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Dissertação ( Mestrado em Engenharia Civil ), Universidade Federal de Santa Catarina.
- Schweiger, C. L. ( 1992 ). Current Use of Geographic Information Systems in Transit Planning. *Transportation Research Record* , 1349, pp. 93-106.
- Silva, A. N. R.; Lima, R. S. e Melo, J. J. O. ( 1997 ). Introduzindo os Sistemas de Informações Geográficas no ensino de Engenharia de Transportes, Anais XI ANPET, Rio de Janeiro, pp. 685-691.
- Silva, A. N. R.; Brondino, N. C. M. e Melo, J. J. O. ( 1997 ). Uma introdução ao planejamento de transportes com Sistemas de Informação Geográfica, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 74p.
- Silva, A. N. R. e Waerden, P. V. ( 1997 ); First steps with a Geographic Information System for Transportation. São Francisco gráfica e editora, Ribeirão Preto – SP, 115p.
- Star, J. e Estes, J. ( 1990 ); Geographic Information System: An Introduction; Prentice hall; Englewood Cliffs; New Jersey, 303p.
- Sutton, J. e Gallingwater, D. ( 1997 ). Geographic Information System and transportation overview. *Transportation Planning and Technology*, vol. 21, nº 1-2, pp. 1-4.
- Tomlison, R. F. ( 1990 ). Current and Potential uses of Geographic Information Systems. Taylor & Francis, London, 371p.
- Trindade Jr., R. E. ( 1988 ). Procedimento para acompanhamento de vítimas de acidentes de trânsito (Dissertação de Mestrado); COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro.

- Veregin, H. ( 1994 ). Integration of Simulation Modeling and Error Propagation for the Buffer Operation in GIS. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 60, nº 4, pp. 427-435.
- Vieira, H.; Valente, A. M. e Lindau, L. A. ( 1996 ). Avaliação de medidas de contenção de acidentes: uma abordagem utilizando dados desagregados, Anais IX ANPET, pp. 245-257.
- Vuren, T. e Leonard, D. ( 1994 ); Urban Congestion caused by incidents; *Traffic Engineering and Control*, vol.35 ; nº 7; pp. 422-429.
- Wyngarden, R. V. ( 1989 ). Integration user defined models in GIS. Sask GIS'89, Geographic Information Systems Symposiun, Canadá.
- Yapa, L. ( 1991 ). Is GIS Appropriate Technology? . *International Journal of Geographic Informaton Systems*, vol. 5, nº 1, pp. 41-58.
- You, J.; Budic, Z. N. e Kim, T. J. ( 1997 ). A GIS-based traffic analysis zone design: technique. . *Transportation Planning and Technology*, vol. 21, nº 1-2, pp. 42-67.
- Zuppo, C. A.; Davis Jr., C. A. e Meirelles, A. A. C. ( 1996 ). Geoprocessamento no sistema de transporte e trânsito de Belo Horizonte, Anais - GIS BRASIL 96; pp. 376-387.

***ANEXO 1***

**MODELO DE BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO ADOTADO EM SANTA  
CATARINA**



Vítimas <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Diagrama <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Atendimento <input type="checkbox"/> Hosp. <input type="checkbox"/> Local <input type="checkbox"/> DP	Data e hora do registro	Número
--	---	--	-------------------------	--------

DADOS DO ACIDENTE	Rua, Avenida, Cruzamento, Rodovia, Km, Trecho da Rodovia, etc.		Município		UF	
	Próximo Cruzamento, Ponte, Passagem nível		Zona <input type="checkbox"/> rural <input type="checkbox"/> urbana	Data e hora do fato	Dia semana	
	Natureza do Acidente <input type="checkbox"/> Atropelamento <input type="checkbox"/> Colisão <input type="checkbox"/> Tombamento ou Capotagem <input type="checkbox"/> Choque c/objeto fixo <input type="checkbox"/> Outra (especificar)	Tipo do leito da via <input type="checkbox"/> Asfalto <input type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Paralelepípedo <input type="checkbox"/> Cascalho <input type="checkbox"/> Terra <input type="checkbox"/> Areia	Condições da Via <input type="checkbox"/> Seca <input type="checkbox"/> Molhada <input type="checkbox"/> Oleosa <input type="checkbox"/> Enlameada <input type="checkbox"/> Danificada <input type="checkbox"/> Em Obras	Condições do Tempo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Neblina <input type="checkbox"/> Garoa <input type="checkbox"/> Instável	Cruzamento Sinalizado <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Via Preferencial <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Sinal Luminoso <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Entroncamento Sinalizado <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Cond. de Luminosidade <input type="checkbox"/> Luz do dia <input type="checkbox"/> Crepúsculo <input type="checkbox"/> Noite c/iluminação <input type="checkbox"/> Noite s/iluminação
	Envolvidos no Acidente (Quantidade)					
<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Automóvel/Camionete (exceto táxi) <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Táxi <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Caminhão <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Ônibus/Microônibus		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Motocicleta/Motoneta <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Ciclomotor <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Bicicleta <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Trem		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Veic. tração animal <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Animal <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Pedestre <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Outro		

CONDUTOR VEICULO Nº:1	Nome		Sexo <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F		Data Nascimento						
	Endereço		Fone		Identidade R.G.						
	CNH Registro nº	Categoria	Data 1ª Habilitação	UF	Exame Médico em dia <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Usava Cinto <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Usava Capacete <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
	Condições do condutor:		Sim Não		Sim Não		Sim Não		Outra condição desfavorável		
Aparente sonolência		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Submetido à dosagem alcoólica		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Aguardou no local		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Aparente embriaguez		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Recusou-se		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Evadiu-se		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

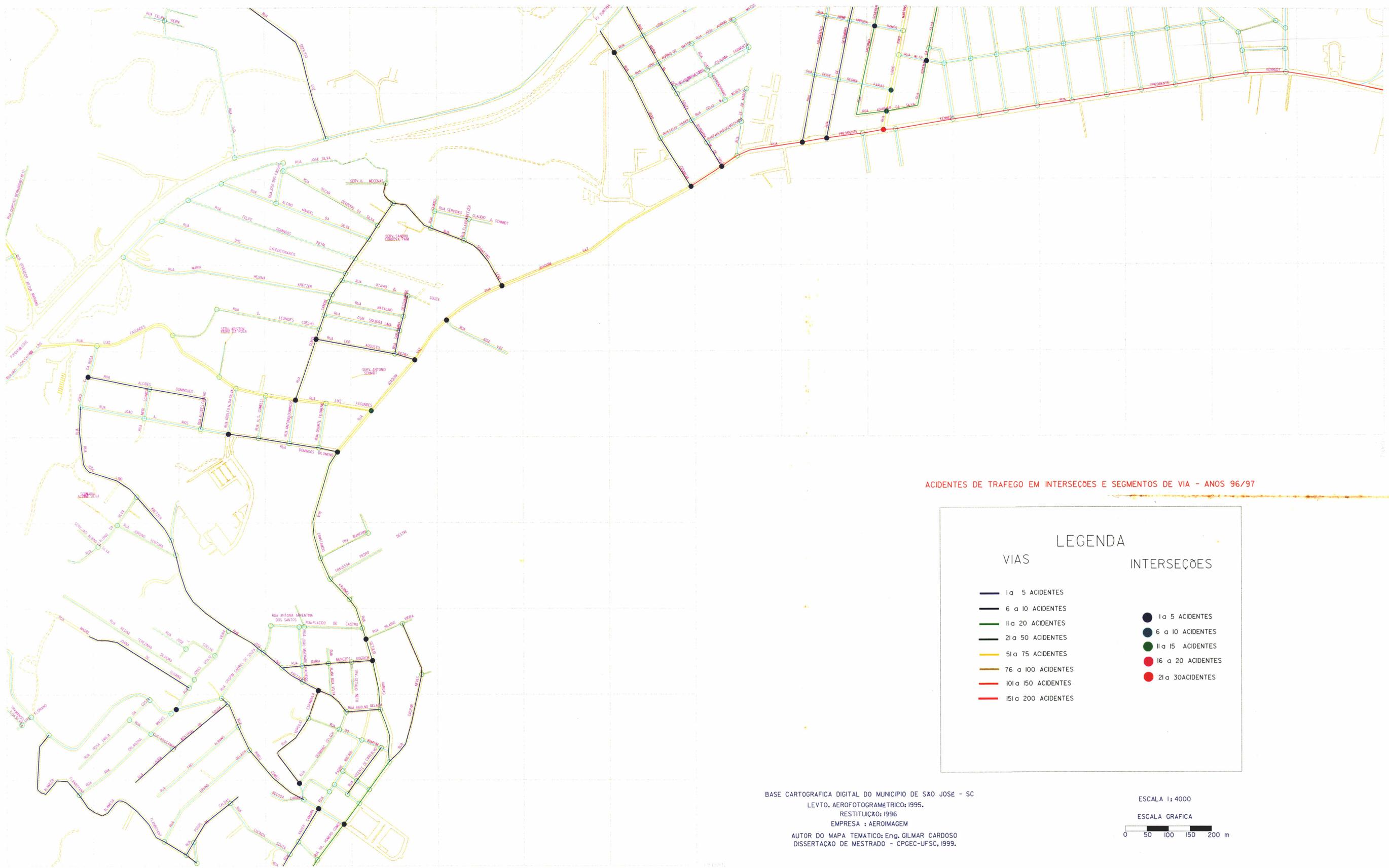
CONDUTOR VEICULO Nº:2	Nome		Sexo <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F		Data Nascimento						
	Endereço		Fone		Identidade R.G.						
	CNH Registro nº	Categoria	Data 1ª Habilitação	UF	Exame Médico em dia <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Usava Cinto <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Usava Capacete <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
	Condições do condutor:		Sim Não		Sim Não		Sim Não		Outra condição desfavorável		
Aparente sonolência		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Submetido à dosagem alcoólica		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Aguardou no local		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Aparente embriaguez		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Recusou-se		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Evadiu-se		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

CONDUTOR VEICULO Nº:3	Nome		Sexo <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F		Data Nascimento						
	Endereço		Fone		Identidade R.G.						
	CNH Registro nº	Categoria	Data 1ª Habilitação	UF	Exame Médico em dia <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Usava Cinto <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Usava Capacete <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
	Condições do condutor:		Sim Não		Sim Não		Sim Não		Outra condição desfavorável		
Aparente sonolência		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Submetido à dosagem alcoólica		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Aguardou no local		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Aparente embriaguez		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Recusou-se		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Evadiu-se		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

DAS VÍTIMAS	Nome		Endereço		Fone	
	Local de trabalho		Endereço		Fone	
	Hospital		Guia nº	Condições		
	Nome		Endereço		Fone	
	Local de trabalho		Endereço		Fone	
	Hospital		Guia nº	Condições		
	Nome		Endereço		Fone	
	Local de trabalho		Endereço		Fone	
	Hospital		Guia nº	Condições		
	Nome		Endereço		Fone	
	Local de trabalho		Endereço		Fone	
	Hospital		Guia nº	Condições		

***ANEXO 2***

**MAPA DE ACIDENTES DE TRÁFEGO EM INTERSEÇÕES E SEGMENTOS NO  
MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ – DADOS DE 1996 E 1997**



ACIDENTES DE TRAFEGO EM INTERSEÇÕES E SEGMENTOS DE VIA - ANOS 96/97

**LEGENDA**

VIAS	INTERSEÇÕES
1 a 5 ACIDENTES	1 a 5 ACIDENTES
6 a 10 ACIDENTES	6 a 10 ACIDENTES
11 a 20 ACIDENTES	11 a 15 ACIDENTES
21 a 50 ACIDENTES	16 a 20 ACIDENTES
51 a 75 ACIDENTES	21 a 30 ACIDENTES
76 a 100 ACIDENTES	
101 a 150 ACIDENTES	
151 a 200 ACIDENTES	

BASE CARTOGRAFICA DIGITAL DO MUNICIPIO DE SÃO JOSÉ - SC  
 LEVTO, AEROFOTOGRAFÊMICO: 1995.  
 RESTITUIÇÃO: 1996  
 EMPRESA : AEROIMAGEM  
 AUTOR DO MAPA TEMÁTICO: Eng. GILMAR CARDOSO  
 DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - CPGEC-UFSC, 1999.

ESCALA 1:4000  
 ESCALA GRAFICA  
 0 50 100 150 200 m

**ANEXO 3**

**CONSULTA COM TOTAIS DE ACIDENTES DE TRÁFEGO POR INTERSEÇÃO**

mblink	local	tot_acid
109	PRES. KENNEDY C/ LÉDIO J. MARTINS	26
108	ALTAMIRO DI BERNARDI C/ ADEMAR DA SILVA	13
113	JOSÉ NOVAES C/ ADEMAR DA SILVA	9
350	CONSTÂNCIO KRUMMEL C/ LUIZ FAGUNDES	9
130	JOÃO GRUMINCHÉ C/ JOAQUIM VAZ	7
294	GERÔNIMO THIVES C/ JOSUÉ DI BERNARDI	7
121	PRES. KENNEDY C/ ALTAMIRO DI BERNARDI	6
116	LÉDIO J. MARTINS C/ DELAMAR J. DA SILVA	6
118	DUARTE DOMINGOS C/ VITOR MEIRELES	5
135	BRASIL PINHO C/ CASSOL	5
217	PRES. KENNEDY C/ VANDERLEY JR.	5
134	PRES. KENNEDY C/ JOSUÉ DI BERNARDI	5
144	DOMINGOS A ZANINI C/ GERÔNIMO THIVES	5
345	ASSIS BRASIL C/ FREDERICO AFONSO	4
131	OSNI J. VIEIRA C/ ANTÔNIO PHILIFE	4
170	LÉDIO J. MARTINS C/ JOSÉ NOVAES	4
198	EUGENIO R. KOERICH C/ VITOR MEIRELES	4
156	OSNI VIEIRA C/ ADOLFO KONDER	4
166	IRMÃOS VIEIRA C/ JOSUÉ DI BERNARDI	4
299	HIDALGO ARAÚJO C/ PD JUSTINO CONTAGENS	4
353	DOMINGOS FILOMENO C/ DONATO DA SILVA	3
161	IRINEU BORNHAUSEN C/ OSNI VIEIRA	3
142	IRINEU BORNHAUSEN C/ D. PEDRO II	3
148	ADEMAR DA SILVA C/ VITOR MEIRELES	3
321	N. S. APARECIDA C/ STO. ANTONIO	3
347	CONSTÂNCIO KRUMMEL C/ DOMINGOS FILOMEN	3
272	CEL. AMÉRICO C/ LEOBERTO LEAL	3
315	LEOBERTO LEAL C/ YANO	3
122	CAMILO VERÍSSIMO C/ JOÃO T. DA SILVA	3
126	LÉDIO J. MARTINS C/ CHARLES FERRARI	3
229	JOAQUIM VAZ C/ MARIA M. SOUZA	3
124	LÉDIO J. MARTINS C/ EMERSON FERRARI	3
257	ANTONIO SHOROEDER C/ LEOBERTO LEAL	3
197	ADEMAR DA SILVA C/ CHARLES FERRRARI	3
223	PRES. KENNEDY C/ EUGENIO R. KOERICH	2
304	JOHN LENONN C/ JOSÉ DE ANCIETA	2
158	PRES. KENNEDY C/ TIRADENTES	2
212	ADEMAR DA SILVA C/ JOSÉ F. NOVAES	2
215	ADEMAR DA SILVA C/ D. PEDRO II	2
247	ADÃO SHIMIDT C/ LEOBERTO LEAL	2
155	VITOR MEIRELES C/ CASTRO ALVES	2
203	PRS.KENNEDY C/ 13 DE JANEIRO	2
313	LEOBERTO LEAL C/ STO. ANTONIO	2
219	VITOR MEIRELES C/ VALTER BORGES	2
316	MANUEL LOREIRO C/ N. S. APARECIDA	2
222	ADEMAR DA SILVA C/ LW3	2
151	BRIG. SILVA PAES C/ XV DE NOVEMBRO	2
216	VANDERLEY JR. C/ JOÃO MEIRELES	2
289	EUGÊNIO PORTELA C/ LEOBERTO LEAL	2
193	LÉDIO J. MARTINS C/ JOSÉ G.R. LIMA	2

mslink	local	tot_acid
306	JOSUÉ DI BERNARDI C/ WILSON MENEZES	2
195	XV DE NOVEMBRO C/ SALVADOR DI BERNARDI	2
150	PRES. KENNEDY C/ ADELINO PLATI	2
186	JOSUÉ DI BERNARDI C/ OSNI VIEIRA	2
204	ELISEU DI BERNARDI C/ MARGARIDA DE ABREU	2
260	AV. BRASIL C/ BIGUAÇÚ	2
162	JOSUÉ DI BERNARDI C/ ACÁCIO MOREIRA	2
256	ANTONIO SCHOROEDER C/ MENINO J. CESAR	2
201	IRMÃOS VIEIRA C/ JORGE LACERDA	2
202	PRES. KENNEDY C/ CASTRO ALVES	2
263	BERNARDO GUIMARÃES C/ JOSÉ DE ANCHIETA	2
164	BRIG. SILVA PAES C/ JORGE LACERDA	2
268	CANDIDO A DAMÁSIO C/ PD. JUSTINO CONTAGEN	2
184	PRES. KENNEDY C/ VALTER BORGES	2
105	JOÃO GRUMINCHÉ C/ JOÃO J. DE SOUZA	2
115	JOÃO GRUMINCHÉ C/ ERNESTO VIEIRA	2
137	ANTONIO SHERER C/ DEISE R. FARIAS	2
349	CONSTÂNCIO KRUMMEL C/ LEO A PETTRY	2
120	PRES. KENNEDY C/ ELISEU DI BERNARDI	2
133	PRES. KENNEDY C/ 7 DE SETEMBRO	2
332	ADOLFO D. SILVA C/ DOMINGOS FILOMENO	2
346	BENJAMIN GARLACH C/ ... ELIAS MELLO	2
136	ADEMAR DA SILVA C/ SALVADOR DI BERNARDI	2
372	LUIZ FAGUNDES C/ 25 DE DEZEMBRO	2
334	ALCIDES DOMINGUES C/ LUIZ FAGUNDES	2
127	ADEMAR DA SILVA C/ JOANILDA C. CUNHA	2
114	WALTER KOERICH C/ KOESA	2
352	DEPENDENTE RAMPINELLI C/ FREDERICO AFONS	2
343	ARTUR MARIANO C/ VIA PARALELA À BR-101	2
146	JOÃO GRUMINCHÉ C/ CAMILO VERÍSSIMO	2
371	JOSÉ B SILVA C/ LUIZ DE SOUZA	2
102	DELAMAR J. DA SILVA C/ CAETANO J. FERREIRA	2
322	NELSON SILVA C/ VERGILINO F. SOUZA	2
320	MOURA C/ LEOBERTO LEAL	2
107	LÉDIO J. MARTINS C/ WALTER KOERICH	2
200	BRIG. SILVA PAES C/ ALTAMIRO PHILIPPE	1
199	PRES. KENNEDY C/ RUA "A"	1
117	PRES. KENNEDY C/ JOÃO GRUMINCHÉ	1
119	JOSUÉ DI BERNARDI C/ ERNESTO VIEIRA	1
112	ANTÔNIO SHERER C/ CHARLES FERRARI	1
196	VITOR MEIRELES C/ ELISEU DI BERNARDI	1
125	JOÃO VIEIRA C/ XV DE NOVEMBRO	1
194	CRUZ E SOUZA C/ MARGARIDA DE ABREU	1
192	DELAMAR J. SILVA C/ JOSÉ M. SOBRINHO	1
191	JOSÉ G.R. LIMA C/ CAETANO FERREIRA	1
123	DUARTE DOMINGOS C/ EMERSON FERRARI	1
110	JOÃO GRUMINCHÉ C/ TEODORO DA SILVA	1
221	LÉDIO J. MARTINS C/ CASSOL	1
220	CASTELO BRANCO C/ VITOR MEIRELES	1
103	JOÃO GRUMINCHÉ C/ ADOLFO ZIGUELLI	1

<b>mslink</b>	<b>local</b>	<b>tot acid</b>
104	JOSUÉ DI BERNARDI C/ CUSTÓDIO DE CAMPOS	1
218	JOSÉ DA SILVA C/ ZARIA BORGES	1
106	LÉDIO J. MARTINS C/ MÁRIO COELHO PIRES	1
206	BRASIL PINHO C/ JOANILDA C. CUNHA	1
213	ALTAMIRO DI BERNARDI C/ IRINEU BORNHAUSEN	1
111	VITOR MEIRELES C/ RUA "A"	1
211	JOÃO VIEIRA C/ ALTAMIRO PHILIFE	1
210	DELAMAR J. DA SILVA C/ VIA PARALELA À BR-101	1
209	CASTELO BRANCO C/ MARGARIDA DE ABREU	1
208	ADEMAR DA SILVA C/ FERMINO NOVAES	1
207	JOAQUIM VAZ C/ MARIA M. SOUZA	1
128	BRASIL PINHO C/ MÁRIO COELHO PIRES	1
205	IRINEU BORNHASEN C/ MARIO COELHO PIRES	1
214	ADOLFO D. SILVA C/ JOÃO A PINHO	1
244	LÉDIO J. MARTINS C/ JOANILDA C. DE SOUZA	1
187	LÉDIO J. MARTINS C/ SALVADOR DI BERNARDI	1
168	CAETANO J. FERREIRA C/ JOSÉ FERMINO	1
167	JOSUÉ DI BERNARDI C/ JOSÉ FERMINO	1
165	ANTÔNIO SHERER C/ JAIME A. RAMOS	1
138	VITOR MEIRELES C/ CASTELO BRANCO	1
163	21 DE ABRIL C/ CÉLIO W. WEBER	1
139	ADEMAR J. DA SILVA C/ MARGARIDA ABREU	1
132	JOÃO GRUMINCHÉ C/ LOURENÇO L. SANTOS	1
140	JOSUÉ DI BERNARDI C/ BRIG. SILVA PAES	1
171	PRES. KENNEDY C/ XV DE NOVEMBRO	1
141	JOSÉ DE ANCHIETA C/ ROSÁLIA H. ROLHINGER	1
157	JOSUÉ DI BERNARDI C/ 14 DE MAIO	1
143	IRINEU BORNHASEN C/ BRIGADEIRO SILVA PAES	1
145	ANTONIO SHERER C/ EMERSON FERRARI	1
154	19 DE MARÇO C/ ELISEU DI BERNARDI	1
153	JOÃO J. DA SILVA C/ CAMILO VERÍSSIMO	1
152	LÉDIO J. MARTINS C/ REGINA DE FARIAS	1
147	JORGE LACERDA C/ OSNI VIEIRA	1
160	DELAMER J. FERREIRA C/ S M W G	1
180	VITOR MEIRELES C/ CRUZ E SOUZA	1
189	LÉDIO J. MARTINS C/ SALVADOR A MAFRA	1
188	IRINEU BORNHAUSEN C/ SALVADOR DI BERNARDI	1
159	9 DE JULHO C/ HAROLDO P. MEIRA	1
129	JOÃO GRUMINCHÉ C/ ELIAS MÉRISE	1
149	JOSÉ NOVAES C/ CAETANO J. SILVA	1
185	JOÃO GRUMINCHÉ C/ LINDOLFO JASPER	1
183	ANTÔNIO SHERER C/ JOSÉ F. NOVAES	1
169	N.S. APARECIDA C/ SÃO LUDGERO	1
181	XV DE NOVEMBRO C/ CASTRO ALVES	1
190	LÉDIO J. MARTINS C/ SALVADOR S. OURIQUES	1
179	KOESA C/ CASSOL	1
178	FÚLVIO V. ROSA C/ LEOBERTO LEAL	1
177	JOSÉ V. ROSA C/ PARAÍSO	1
176	ALTAMIRO DI BERNARDI C/ WANDERLEY JR.	1
175	GERÔNIMO THIVES C/ MANUEL LOUREIRO	1

mslink	local	tot_acid
174	ADELAMAR J. SILVA C/ SONIA K. BORGES	1
173	LÉDIO J. MARTINS C/ JOSÉ M. SOBRINHO	1
172	JOÃO GRUMINCHÉ LÉDIO A MATTOS	1
182	ADEMAR DA SILVA C/ MARIO C. PIRES	1
324	PAULINO P. HERMES C/ 25 DE NOVEMBRO	1
340	ANTONIO J. DOMINGOS C/ LUIZ FAGUNDES	1
339	ANTONIO DE MELLO C/ PAULO CEZAR ...	1
338	ANTONIETA C. RAMOS C/ JACOB QUINTTE	1
337	ANTENOR FERREIRA C/ XAVIER CÂMARA	1
336	ANDRADE PORTO C/ PAULO E. VIEIRA	1
335	ALVORADA C/ XV DE NOVEMBRO	1
333	ALCIDES DOMINGUES C/ JOÃO ROSA	1
331	ADOLFO BUM C/ LUIZ FAGUNDES	1
330	ACESSO HOSP. REGIONAL C/ DOMINGOS FILOME	1
329	YANO C/ BR-101	1
328	VIADUTO BARREIROS C/ BR-101	1
327	VESCESLAU DA SILVA C/ VIRGILINO DA SILVA	1
302	JOÃO A DA SILVA C/ NELSON DE SOUZA	1
325	PD. JUSTINO CONTAGENS C/ PEDRO BUNN	1
344	ASSIS BRASIL C/ BELA VISTA	1
323	PAULINO P HERMES C/ RODOLFO J. SCHAIFFER	1
319	MOURA C/ N. S. APARECIDA	1
318	MARIA J. DA LUZ C/ STA. RITA	1
317	MARIA J. DA LUZ C/ PD. JUSTNO CONTAGENS	1
314	LEOBERTO LEAL C/ VIRGILINO F. SOUZA	1
312	LEOBERTO LEAL C/ RENATO R. DA SILVA	1
311	LEOBERTO LEAL C/ PEDRO LEITE	1
310	LEOBERTO LEAL C/ MANUEL LOUREIRO	1
309	JULIO MULLER C/ VIRGILINO FERREIRA	1
308	JULIO MULLER C/ VIA PARALELA À BR-101	1
307	JULIO MULLER C/ TÚNEL DA ANTONIO SHOROED	1
305	JOSÉ A TOMAZ C/ AV. STA. CATARINA	1
240	PRES. KENNEDY C/ MARIA M. DE SOUZA	1
326	PEDRO LEITE C/ PD. GREGÓRIO	1
364	HOMERO GOMES C/ PÇA. ARNALDO DE SOUZA	1
381	SÃO MARCOS C/ STO. ANDRÉ	1
380	SÃO LOURENÇO C/ 25 DE DEZEMBRO	1
379	RAULINO GARLACH C/ VIRGÍLIO ESPÍNDOLA	1
378	PEDRO ALVES C/ PRINC. ISABEL	1
377	LUIZ FAGUNDES C/ VIADUTO FORQUILHINHAS	1
376	LUIZ FAGUNDES C/ TRAVESSA DANTE	1
375	LUIZ FAGUNDES C/ SC-407	1
374	LUIZ FAGUNDES C/ MEDEIROS	1
373	LUIZ FAGUNDES C/ MARTINHO BOSQUET	1
370	JOAQUIM VAZ C/ SEBASTIÃO LENTZ	1
369	JOAQUIM VAZ C/ LEO A PETTRY	1
368	JARDIM DOS LORDES C/ PD. CUNHA	1
367	IRINEU COMELLI C/ XAVIER CÂMARA	1
341	ARTUR MARIANO C/ JACÓ MARIANO	1
358	GENTIL SANDIN C/ PAULINO ...	1

mslink	local	tot_acid
301	JOANA D'ARC C/ JOBI B. DE CASTRO	1
348	CONSTÂNCIO KRUMMEL C/ JOSÉ C. VAZ	1
351	DÁRIA M/ KOERICH C/ GETÚLIO VARGAS	1
354	FLORIANO PEIXOTO C/ OSVALDO CRUZ	1
355	FRANSCISCA DUARTE C/ GERÔNIMO MEDEIROS	1
366	IRINEU COMELLI C/ JONAS R. VIEIRA	1
357	GENTIL SANDIN C/ LEO A PETTRY	1
365	HOMERO M. GOMES C/ IRINEU COMELLI	1
359	GEORGINA DA ROSA C/ PEDRO CUNHA	1
360	GERAL COL. SANTANA C/ LUIZ FAGUNDES	1
361	GERMANO ... C/ IRINEU COMELLI	1
362	GETÚLIO VARGAS C/ DOMINGOS FILOMENO	1
363	GETÚLIO VARGAS C/ HILÁRIO VIEIRA	1
342	ARTUR MARIANO C/ MANUEL J DOS SANTOS	1
356	FREDERICO AFONSO C/ JARDIM DOS LORDES	1
382	VIDAL RAMOS C/ XAVIER CÂMARA	1
264	BERNARDO HALFELD C/ PAULINO P, HERMES	1
262	AV. STA. CATARINA C/ FLORIANÓPOLIS	1
261	AV. BRASIL C/ CAMBURIÚ	1
259	ARI BARROSO C/ JOSÉ DE ANCHIETA	1
255	ANTONIO SCHOROEDER C/ MACEIÓ	1
254	ANTONIO SCHOROEDER C/ ELIANA MOTTA	1
253	ANTENOR V. SILVA C/ ARNALDO P. MARTINS	1
252	ANDRÉ ZANINI C/ GERÔNIMO THIVES	1
251	ÁLVARO M. SANTIAGO C/ REGINA RAMOS	1
250	ÁLVARO M. SANTIAGO C/ FILISBINO DA SILVA	1
249	AGUAS MORNAS C/ AV. BRASIL	1
248	AGUAS MORNAS C/ ANGELINA	1
303	JOBI B. DE CASTRO C/ PALMIRA L. FLORÊNCIO	1
245	ACESSO CHURR. MENEGUINI C/ LEOBERTO LEAL	1
267	CANDIDO A DAMÁSIO C/ ELIANA MOTTA	1
241	CASSOL C/ VIA PARALELA À BR-282	1
101	JOÃO GRUMINCHÉ C/ BR-101	1
239	DELAMAR J. DA SILVA C/ CASSOL	1
238	JOSÉ R. DE LIMA C/ CAETANO J. FERREIRA	1
237	7 DE SETEMBO C/ VITOR MEIRELES	1
236	ADEMAR DA SILVA C/ EMERSON FERRARI	1
234	DINARTE DOMINGOS C/ MARGARIDA DE ABREU	1
233	ANTONIO PHILIFE C/ JOSUÉ DI BERNARDI	1
232	LÉDIO J. MARTINS C/ W. NASCIMENTO	1
231	PRES. KENNEDY C/ CAP. ADELINO	1
228	JOSUÉ DI BERNARDI C/ GODOFREDO DE OLIVEIR	1
227	PRES. KENNEDY C/ DUARTE DOMINGOS	1
225	BRASIL PINHO C/ BATISTA PEREIRA	1
246	ADÃO SHIMIDT C/ GERÔNIMO THIVES	1
282	ELIANA MOTTA C/ BR-101	1
300	JARDIM RECREIO C/ PAULO J. SANTOS	1
298	HERIBERTO HULSE C/ LEO ALCIDES DA SILVA	1
297	HEDELBERTO DE OLIVEIRA C/ N. S. APARECIDA	1
296	GREGÓRIO FELIPE C/ JOSÉ V. ROSA	1

<b>mmlink</b>	<b>local</b>	<b>tot_acid</b>
295	GERÔNIMO THIVES C/ STO. ANTONIO	1
293	GENUINO P. SILVA C/ JOSUÉ DI BERNARDI	1
292	FULVIO V. ROSA C/ LEOBERTO LEAL	1
291	FRANCISCO J. MELLO C/ JACOB SENS	1
290	FLORIANÓPOLIS C/ MAL. RANDON	1
288	EMÍLIO MACEDO C/ 9 DE JULHO	1
287	EMÍLIO F. SOUZA C/ FRANCISCO NAPPI	1
286	EMÍLIO F. SOUZA C/ JOÃO A DA SILVA	1
285	ELIANE MOTTA C/ OTTO J. MALINA	1
265	AV. STA. CATARINA C/ CAMBURIÚ	1
276	CELSO BAYMAN C/ N. S. APARECIDA	1
224	PRES. KENNEDY C/ CRUZ E SOUZA	1
269	CANDIDO PORTINARI C/ MARIO C. COSTA	1
270	CARDEAL CÂMARA C/ LEOBERTO LEAL	1
271	CEL. AMÉRICO C/ GERÔNIMO THIVES	1
273	CEL. AMÉRICO C/ N. S. APARECIDA	1
284	ELIANA MOTTA C/ ORQUÍDEAS	1
275	CELITO A CELANSEN C/ MARIA F. SILVA	1
283	ELIANA MOTTA C/ HIDAUGO ARAÚJO	1
277	DOMINGO PEDRO C/ PD. JUSTINO CONTAGENS	1
278	DOMINGOS C. BARBOSA C/ JOSÉ DE ANCHIETA	1
279	DOMINGOS HERMES C/ ELIANA MOTTA	1
280	DOMINGOS HERMES C/ DIONÍSIO CANTOSO	1
281	DORALICE R. PINHO C/ ELIANA MOTTA	1
266	CAMILO A DAMÁSIO C/ VIA PARALELA À BR-101	1
274	CÉLIO VEIGA C/ PD. JUSTINO CONTAGENS	1

## ***ANEXO 4***

**CONSULTA COM TOTAIS DE ACIDENTES DE TRÁFEGO POR SEGMENTO**

mslink	via	tot acid
220	PRES. KENNEDY	156
168	LEOBERTO LEAL	143
91	GERAL COL. SANTANA	81
165	LÉDIO J. MARTINS	71
159	JOSUÉ DI BERNARDI	64
146	JOAQUIM VAZ	63
32	ARTHUR MARIANO	58
173	LUIS FAGUNDES	58
86	FREDERICO AFONSO	56
205	PARALELA À BR - 101	46
118	GETÚLIO VARGAS	42
33	ASSIS BRASIL	38
103	GERAL FORQUILHINHAS	30
201	OTTO J. MALINA	26
54	CONSTÂNCIO KRUMMEL	24
36	BENJAMIN GERLACH	20
123	HOMERO M. GOMES	18
112	GERAL SÃO PEDRO ALCÂNTARA	17
242	SEBASTIÃO F. PEREIRA	15
111	GERAL POTECAS	13
27	ANTONIO SCHERER	13
211	PD. CUNHA	12
73	ELIANA MOTTA	12
11	ADEMAR DA SILVA	11
124	IANO	11
231	RÓTULA VIAD. BARREROS	11
67	DOMINGOS FILOMENO	10
140	JOÃO GRUMINCHÉ	10
116	GERÔNCIO THIVES	10
120	HERIBERTO HULSE	9
161	JUSTINO CONTAGENS	9
187	MENINO JULIO CESAR	8
240	SÃO PEDRO	8
207	PAULINO P. HERMES	8
41	CAMILO VERÍSSIMO	8
34	AV. BRASIL	8
188	MOURA	7
129	IRINEU COMELLI	7
158	JOSÉ V. ROSA	7
114	GERAL STA. TEREZA	7
20	ALTAMIRO DI BERNARDI	6
68	DOMINGOS HERMES	6
270	WILSON MENEZES	6
90	GENTIL SANDIM	6
65	DOMINGOS A ZANINI	6
261	VANDERLEY JR.	6
62	DELAMAR J. SILVA	6
262	VIADUTO FORQUILHINHAS	6
21	ALVARO M. SANTIAGO	6
7	ADÃO SCHMIDT	6

mslink	via	tot acid
70	DORALICE R. PINHO	5
160	JULIO MULLER	5
232	RUA A	5
130	IRMÃOS VIEIRA	5
183	MARIO C. COSTA	5
233	SALVADOR DI BERNARDI	4
234	SANTA CATARINA	4
126	INDEPENDÊNCIA	4
69	DE JULHO	4
243	SEBASTIÃO LENTZ	4
225	RAULINO GARLACH	4
191	N.S. APARECIDA	4
150	JOSÉ A TOMAZ	4
157	JOSÉ L. SOUZA	4
221	PRINC. ISABEL	4
113	GERAL SERTÃO DO IMARUÍ	4
48	CASTELO BRANCO	3
43	CÂNDIDO A DAMASIO	3
189	N. S. NAVEGANTES	3
57	DE SETEMBRO	3
51	CÉLIO VEIGA	3
155	JOSÉ F. NOVAES	3
18	ALEIXO A SOUZA	3
212	PEDRO ÁLVARES CABRAL	3
143	JOÃO N. MARFIN	3
31	ARNALDO S. SOUZA	3
166	LEO A PETRY	3
215	PEDRO LEITE	3
213	PEDRO BUNN	3
248	STO. ANTONIO	3
80	EUGENIO PORTELA	3
209	PÇA. ARNALDO SOUZA	3
206	PASSOS FILHO	3
216	PEDRO P. HERMES	3
153	JOSÉ BONIFÁCIO	2
127	IRAPUÃ	2
122	HIDALGO ARAÚJO	2
60	DARIA M. KOERICH	2
83	FRANCISCO A SILVA	2
77	EMÍLIA F. SILVA	2
84	FRANCISCO J. MELLO	2
88	FÚLVIO V. ROSA	2
76	ELISEU DI BERNARDI	2
132	JACINTO DAMÁSIO	2
61	DEFENDENTE RAMPINELLI	2
154	JOSÉ DE ANCHIETA	2
63	DINARTE DOMINGOS	2
85	FRANCISCO NAPPI	2
135	JOANA D'ARC	2
64	DOCILÍCIO V. LUZ	2

mslink	via	tot_acid
136	JOÃO A SILVA	2
141	JOÃO J. SOUZA	2
145	JOÃO VIEIRA	2
74	ELIAS MÉRIZE	2
35	AZALÉIAS	2
258	VALDOMIRO CUNHA	2
29	ANTONIO C. PETRY	2
257	VALDEMAR S. SOUZA	2
200	OTAVIO P. MEDEIROS	2
255	TÚNEL VIAD. FORQUILHINHAS	2
37	BERNARDO HALFELD	2
193	NELSON SILVA	2
204	PAPA JOÃO XXIII	2
197	OSNI J. OLIVEIRA	2
219	PORTO ALEGRE	2
13	ADOLFO KONDER	2
15	ÁGUAS MORNAS	2
26	ANTENOR V. SILVA	2
229	RENATO R. SILVA	2
25	ANA G. ROSA	2
238	SÃO LOURENÇO	2
10	ADÉLIO LONGO	2
178	MANUEL LOUREIRO	2
56	CRUZ E SOUZA	2
267	VIRGILIO F. SOUZA	2
50	CEL AMÉRICO	2
192	N.S. GUADALUPE	2
47	CASSOL	2
181	MARIA J. LUZ	2
46	CARDEAL CÂMARA	2
190	N. S. ROSÁRIO	2
92	GERAL CTG PRAIANOS	2
185	MD. FLÁVIA ANDREATA	2
44	CANDIDO PORTINARI	2
8	ADELANDO M. PEIXE	1
17	ALCIDES DOMINGUES	1
79	EUGENIO KOERICH	1
16	ALAMEDA FAMBOYANT	1
2	21 DE ABRIL	1
3	25 DE DEZEMBRO	1
89	GASPAR NEVES	1
87	FREI ILÁRIO	1
81	FARROUPILHA	1
82	FRANCELINA DE JESUS	1
4	25 DE NOVEMBRO	1
9	ADELINO PLATI	1
12	ADOLFO BUNN	1
78	ERNESTO GIORNO	1
14	AGROLÂNDIA	1
69	DONA CLARA	1

mslink	via	tot acid
58	CURITIBANOS	1
59	D. PEDRO II	1
55	CRICIÚMA	1
53	CLAUDIO A SOUZA	1
52	CESAR AMIN	1
49	CASTRO ALVES	1
66	DOMINGOS C. BARBOSA	1
42	CAMPOS NOVOS	1
40	CAETANO J. FERREIRA	1
75	ELIS REGINA	1
38	BRASIL PINHO	1
19	ALFREDO ALVES	1
71	DUARTE DOMINGOS	1
72	DURVAL DA SILVA	1
57	CRUZAMENTO FORQUILHINHAS	1
30	ANTÔNIO J. DUARTE	1
45	CANELINHA	1
28	ANTÔNIO A SILVA	1
24	AMAZONAS	1
23	ALVORADA	1
22	ÁLVARO TOLENTINO	1
39	BRUSQUE	1
210	PÇA. HERCÍLIO LUZ	1
230	RODOLFO J. SCHEIFFER	1
228	REGINA M. S. W. RAMOS	1
227	RAULINO SHIMIDT	1
226	RAULINO RAITZ	1
224	PTE. SOBRE RIO IMARUÍ	1
223	PROJETADA	1
222	PROGRESSO	1
218	POÇOS DE CALDAS	1
138	JOÃO C. FERREIRA	1
214	PEDRO CUNHA	1
237	SÃO FRANC. DE ASSIS	1
208	PAULINO SCHIMIDT	1
203	P. MEDEIROS	1
202	P-3 - FAZENDA DO MAX	1
199	OSVALDO CRUZ	1
198	OSVALDO C. ANDRADE	1
196	OPERÁRIOS	1
195	NICOLAU GARCIA	1
194	NEREU RAMOS	1
186	MD. JOANA DE GUSMÃO	1
217	PEDRO P. KRETZER	1
251	TRANSVERSAL BAHAMAS	1
269	VITOR MEIRELES	1
268	VITOR LIMA	1
266	VIRGÍLIO ESPÍNDOLA	1
265	VILSON MENEZES	1
264	VIDAL RAMOS	1

mslink	via	tot acid
263	VICENTE CARVALHO	1
260	VALTER BORGES	1
256	VALCINEI V. SILVA	1
254	TREVO FORQUILHINHAS	1
235	SÃO BENEDITO	1
252	TRAV. ELICA ANDREOLLI	1
236	SÃO CRISTÓVÃO	1
250	TOCANTINS	1
249	TIRADENTES	1
247	STO. ANDRÉ	1
246	SILVIA M. FABRO	1
245	SILVA PAES	1
244	SERV. DANI E. REIOS	1
241	SATURNINO DESCHAMPS	1
239	SÃO LUIZ	1
180	MARIA B. V. VIGORINO	1
253	TRAV. HERMES M. GOMES	1
115	GERAL VILA FORMOSA	1
184	MARIO PIRES	1
1	13 DE JUNHO	1
137	JOÃO B. MERIZE	1
134	JAMILI E. MARINI	1
133	JACINTO F. MELLO	1
131	IVO R. MONTENEGRO	1
128	IRINEU BORNHAUSEN	1
125	IMPERADOR	1
121	HERMES ZAPPELINI	1
271	XAVER CÂMARA	1
117	GERTRUDES RAMPINELLI	1
142	JOÃO MACARINI	1
110	GERAL PICADAS DO SUL	1
109	GERAL PEDRA BRANCA	1
108	GERAL PAGONA	1
107	GERAL LOT. VILA FORMOSA	1
106	GERAL LOT. SANTOS DUMONT	1
105	GERAL LOT. LOS ANGELES	1
104	GERAL LOT. METROPOLITANO	1
102	GERAL FLOR DE NÁPOLIS	1
101	GERAL DE POTECAS	1
119	GUARAREMA	1
164	LAURA W. SOUZA	1
100	GERAL DA INDIL	1
179	MARGARIADA A. SOUZA	1
177	MANUEL F. MELLO	1
176	MANAUS	1
175	MAL. RANDON	1
174	LW2	1
172	LUIS DE SOUZA	1
171	LUCIO VERÍSSIMO	1
170	LUCIANO GEREMIAS	1

mblink	via	tot acid
139	JOÃO G. OLIVEIRA	1
167	LEO A SILVA	1
182	MARIA M. SOUZA	1
163	KOESA	1
162	JUVENAL F. PEREIRA	1
156	JOSÉ FILOMENO	1
152	JOSÉ BOABAD	1
151	JOSÉ B. KRETZER	1
149	JORGE M. ZIMMERMMAN	1
148	JORGE LACERDA	1
147	JOHN LENNON	1
144	JOÃO SANDIN	1
169	LEONIR V. PEREIRA	1