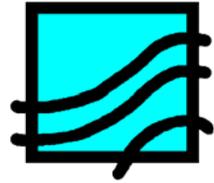
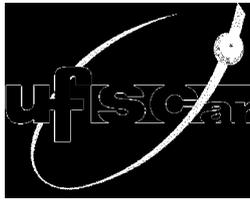


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Departamento de Engenharia Civil
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana
Home-page: www.ufscar.br/~ppgeu
e-mail: ppgeu@power.ufscar.br

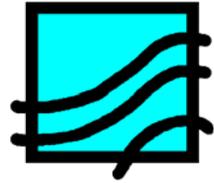


PROPOSTA DE UM SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO EM SEGURANÇA DE TRÁFEGO – SIG SET

VIVIAN RAMIREZ MANTOVANI



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Departamento de Engenharia Civil
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana
Home-page: www.ufscar.br/~ppgeu
e-mail: ppgeu@power.ufscar.br



PROPOSTA DE UM SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO EM SEGURANÇA DE TRÁFEGO – SIG SET

VIVIAN RAMIREZ MANTOVANI
Orientador: Archimedes Azevedo Raia Júnior

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Engenharia Urbana.

(Campo de pesquisa: Transporte e Trânsito,
Segurança Viária)

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

M293ps

Mantovani, Vívian Ramirez.

Proposta de um sistema integrado de gestão em
segurança de tráfego – SIG SET / Vívian Ramirez
Mantovani. -- São Carlos : UFSCar, 2004.

175 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2004.

1. Segurança viária. 2. Benchmarking (administração). 3.
Sistema de informação geográfica. 5. Banco de dados. I.
Título.

CDD: 363.12 (20^a)

Não é possível se conformar com o caos, com o enorme número de acidentes que ocorrem diariamente no trânsito das cidades brasileiras e prejudicam inúmeras pessoas, direta ou indiretamente, causando danos materiais, seqüelas físicas e mentais, e, até mesmo, a morte. Algo precisa ser feito para evitá-los ou minimizá-los.

Uma adequada Gestão do Trânsito deve ser integradora e multidisciplinar. Deve ainda definir e abranger o planejamento estratégico e operacional, incentivar estudos e pesquisas sobre os acidentes de trânsito, fazer comparações nacionais e internacionais, e aplicar investimentos com o propósito de aumentar a segurança viária da área.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de São Carlos por ter me oferecido a oportunidade de ampliar conhecimentos, expandir horizontes e adquirir mais experiência.

Ao Prof Dr Archimedes Azevedo Raia Júnior, pela orientação, dedicação, disciplina, organização, compreensão, respeito, amizade e, acima de tudo, confiança.

Ao Prof Dr Antonio Clóvis Pinto Ferraz, pela chance de conhecer e acompanhar seu trabalho.

Aos meus pais, Ivana Ramirez Urizzi e Osório Mantovani Júnior, pelo incentivo ao estudo e por todos os anos de luta, trabalho, esforço, preocupação, suporte moral e financeiro, crédito e amor.

Aos meus avós Osório Mantovani e Judith Alvarenga Campos Mantovani, Ivan Ramirez Soto (em memória) e Leorene Urizzi, meus segundos pais, pela atenção, apoio, amabilidade, pelos cuidados prestados e orações realizadas.

A minha amada irmã Vanessa Ramirez Mantovani Magalhães, pelos momentos de carinho e dedicação que me foram ofertados durante esses meses.

Ao Capitão Paulo Wilhelmn de Carvalho e Capitão Allan Martins por terem permitido meu acesso e leitura dos boletins de ocorrência, armazenados no Batalhão da Polícia Militar de São Carlos, nos anos de 2000, 2001 e 2002.

Aos Policiais Militares: Cabo Jesus Adrósio da Silva, Cabo José da Silva Cordeiro, Soldado Andréia Napolitano Petrucelli e Soldado Evandro César Banin, que me fizeram companhia durante a tarefa de coletar dados de acidentes de trânsito.

Ao engenheiro civil Murilo Alessandro Scadelai, por sempre me incentivar a estudar e por me servir de exemplo de conduta profissional.

Aos amigos: Adriana Lunaro, Alberto Vieira Venturieri, Alexandre Vieira Moura, Catherine D'Andrea, Daniela Rocha Teixeira, Luis Carlos Raccanich, Mariana Naxara Poli, Vitor Eduardo Molina Júnior, Wilson Padovani Júnior e a todos os outros, que me deram apoio em vários momentos durante o mestrado.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Fatores que afetam os acidentes de trânsito.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 2: Fluxograma do Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Tráfego.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 3: Formulário BDA utilizado para os acidentes do ano de 2000.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 4: Formulário BDA utilizado para os acidentes do ano de 2001 – Parte A.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 5: Formulário BDA utilizado para os acidentes do ano de 2001 – Parte B.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 6: Formulário BDA proposto para novas coletas.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 7: Nomes de Vias da cidade de São Carlos.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 8: Atributos coletados dos acidentes de trânsito – Parte A.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 9: Atributos coletados dos acidentes de trânsito – Parte B.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 10: Formulário de Consultas.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 11: Número de acidentes ocorridos durante o ano de 2000.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 12: Número de acidentes ocorridos durante o ano de 2001.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 13: Acidentes de acordo com sua natureza ocorridos em 2000.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 14: Acidentes de acordo com sua natureza ocorridos em 2001.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 15: Acidentes diferenciados por mês, em 2000.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 16: Acidentes diferenciados por mês, em 2001.....</i>	<i>109</i>
<i>Figura 17: Acidentes ocorridos em 2000, diferenciados pelos dias da semana.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 18: Acidentes ocorridos em 2001, diferenciados pelos dias da semana.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 19: Ocorrência de acidentes em 2000, diferenciados por hora.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 20: Ocorrência de acidentes em 2001, diferenciados por hora.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 21: Acidentes em 2000, diferenciados por hora e dia da semana.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 22: Acidentes em 2001, diferenciados por hora e dia da semana.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 23: Sistema Viário da cidade de São Carlos.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 24: Nomes de algumas vias de São Carlos.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 25: Placas de Regulamentação da área central de São Carlos.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 26: Detalhe das informações de uma sinalização vertical (PARE).....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 27: Dados da População Mundial inseridos no BDB, 2000.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 28 : Frota das capitais dos estados brasileiros, no ano de 1999.....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 29: Frota dos estados brasileiros, no ano de 2000.....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 30: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), no ano de 2000.....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 31: IDH dos estados brasileiros, em 2000.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 32: Vítimas de acidentes de trânsito, por estado, no ano de 1998.....</i>	<i>122</i>
<i>Figura 33: Banco de atributos não gráficos de capitais brasileiras.....</i>	<i>122</i>

<i>Figura 34: Pontos Críticos da cidade, para dados de 2000</i>	124
<i>Figura 35: Vias da cidade de São Carlos com mais acidentes em 2000</i>	124
<i>Figura 36: IDH dos Estados do Brasil em 2000</i>	126
<i>Figura 37: PIB dos Estados do Brasil (per capita) em 2000</i>	126
<i>Figura 38: Grau de motorização dos Estados do Brasil em 2000</i>	127

LISTA DE TABELAS

<i><u>Tabela 1: Legenda dos símbolos do fluxograma segundo HABERKORN (1976)</u></i>	85
<i><u>Tabela 2: Atributos das intervenções do sistema viário</u></i>	92
<i><u>Tabela 3: Grau de similaridade entre os estados</u></i>	127
<i><u>Tabela 4: Dados de acidentes do estado de referência e dos estados alvo</u></i>	128

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDETRAN	Associação Brasileira do DETRAN
ABRAMET	Associação Brasileira de Medicina de Tráfego
AMACOM	<i>American Management Association</i>
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
BO	Boletim de ocorrência da Polícia Militar
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CETTRAN	Conselho Estadual de Trânsito
CID	Classificação Internacional de Doenças
CIRETRAN	Circunscrição Regional de Trânsito
CNM	Confederação Nacional de Municípios
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
DPVAT	Seguro Obrigatório de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres
ETSC	<i>European Transport Safety Council</i>
FUNSET	Fundação Nacional de Segurança e Educação do Trânsito
GPS	<i>Global Position System</i>
GEIPOT	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICTCT	<i>International Committee on Traffic Conflict Techniques</i>
IML	Instituto Médico Legal
INST	Instituto Nacional de Segurança no Trânsito
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ITMA	<i>International Traffic Medicine Association</i>
ITSA	<i>International Traffic Safety Association</i>
MDAI	<i>Multidisciplinary Accident Investigation (USA)</i>
NASS	<i>National Accident Sampling System (USA)</i>
NHTSA	<i>National Highway & Traffic Safety Administration (USA)</i>
NTSB	<i>National Transportation Safety Board (USA)</i>
SATD	Sistema de Apoio à Tomada de Decisão
SEDU	Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIG-T	Sistema de Informação Geográfica Aplicada ao Transporte
SNT	Sistema Nacional de Trânsito
STM	Secretaria dos Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

BD	Banco de Dados
BDA	Banco de Dados de Acidentes de Trânsito
BDB	Banco de Dados para <i>Benchmarking</i>
BDS	Banco de Dados de Acidentes de Trânsito em Ambiente SIG
BDSV	Banco de Dados do Sistema Viário
SIG SET	Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Tráfego

SUMÁRIO

<u>LISTA DE FIGURAS</u>	V
<u>LISTA DE TABELAS</u>	VII
<u>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</u>	VIII
<u>LISTA DE SÍMBOLOS</u>	IX
<u>SUMÁRIO</u>	X
<u>RESUMO</u>	XIII
<u>ABSTRACT</u>	XIV

1	<u>INTRODUÇÃO</u>	1
	<u>1.1 JUSTIFICATIVA</u>	4
	<u>1.2 OBJETIVO</u>	6
	<u>1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO</u>	6
2	<u>O TRÂNSITO E SUA GESTÃO</u>	8
	<u>2.1 O TRANSPORTE URBANO E O USO DO AUTOMÓVEL</u>	9
	<u>2.2 SEGURANÇA VIÁRIA</u>	11
	<u>2.2.1 Engenharia de Tráfego</u>	12
	<u>2.2.2 Educação no Trânsito</u>	13
	<u>2.2.3 Esforço Legal</u>	14
	<u>2.2.4 Avaliação da Segurança Viária</u>	15
	<u>2.3 GESTÃO DO TRÂNSITO</u>	17
	<u>2.4 COMPETÊNCIAS DOS ÓRGÃOS GESTORES</u>	19
	<u>2.5 MUNICIPALIZAÇÃO DO TRÂNSITO</u>	22
	<u>2.6 ESTADO DA ARTE DA GESTÃO DE TRÂNSITO</u>	25
	<u>2.7 GESTÃO DE QUALIDADE NO TRÂNSITO</u>	26
	<u>2.7.1 Qualidade</u>	28
	<u>2.7.2 Gestão Baseada em Informação</u>	28
	<u>2.7.3 Benchmarking</u>	29
3	<u>ACIDENTES DE TRÂNSITO</u>	32
	<u>3.1 CLASSIFICAÇÃO/TIPOS DOS ACIDENTES</u>	33
	<u>3.2 CAUSAS DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO</u>	34
	<u>3.2.1 Fator Humano</u>	34
	<u>3.2.2 Fator Veicular</u>	36
	<u>3.2.3 Fator Viário e seu entorno – Meio Ambiente</u>	37
	<u>3.2.4 Fator Climático</u>	38
	<u>3.2.5 Fator Uso e Ocupação do Solo (Ambiente Construído)</u>	38
	<u>3.2.6 Fator Institucional e Social</u>	39
	<u>3.2.7 Inter-relações de fatores</u>	40
	<u>3.3 ANÁLISES DE ACIDENTES DE TRÂNSITO</u>	41
	<u>3.4 PONTOS CRÍTICOS</u>	44
	<u>3.4.1 Determinação de Pontos Críticos</u>	45
	<u>3.5 A IMPORTÂNCIA DAS ESTATÍSTICAS</u>	48
	<u>3.6 FONTES DE INFORMAÇÕES DAS ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO</u>	49
	<u>3.6.1 Boletim de ocorrência – BO</u>	50
	<u>3.7 ALGUNS ÍNDICES UTILIZADOS NO CÁLCULO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO</u>	53
	<u>3.7.1 Índice de Motorização</u>	53

3.7.2	<u>Grau de Motorização</u>	54
3.7.3	<u>Índice de Periculosidade</u>	54
3.7.4	<u>Índice de Acidentes por habitante</u>	54
3.7.5	<u>Índice de Fatalidade</u>	55
3.7.6	<u>Índice de Fatalidade por quilômetro</u>	55
3.7.7	<u>Índice de Mortalidade</u>	56
3.7.8	<u>Taxa de Envolvimento em Desastres Fatais</u>	56
3.7.9	<u>Índice de Tendência de Morte</u>	57
3.8	<u>OS CUSTOS GERADOS PELOS ACIDENTES</u>	57
4	<u>BANCO DE DADOS E SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS</u>	61
4.1	<u>BANCO DE DADOS</u>	62
4.2	<u>SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA</u>	63
4.3	<u>SIG-T</u>	68
4.3.1	<u>TransCAD</u>	69
4.4	<u>APLICAÇÕES DE BANCOS DE DADOS EM TRANSPORTES</u>	69
4.4.1	<u>Transporte Coletivo</u>	70
4.4.2	<u>Sistema Viário</u>	71
4.4.3	<u>Acidentes de Trânsito</u>	73
4.4.4	<u>Acidentes em Ambiente SIG</u>	75
5	<u>O MÉTODO SIG SET</u>	80
5.1	<u>BD DE ACIDENTES DE TRÂNSITO – BDA</u>	85
5.1.1	<u>Objetivos</u>	86
5.1.2	<u>Características</u>	86
5.2	<u>BD DO SISTEMA VIÁRIO – BDSV</u>	88
5.2.1	<u>Objetivos</u>	89
5.2.2	<u>Características</u>	89
5.3	<u>BD PARA BENCHMARKING – BDB</u>	92
5.3.1	<u>Objetivos</u>	92
5.3.2	<u>Características</u>	93
5.4	<u>BD DE ACIDENTES DE TRÂNSITO EM AMBIENTE SIG - BDS</u>	94
5.4.1	<u>Objetivos</u>	95
5.4.2	<u>Características</u>	95
6	<u>APLICAÇÃO DO MÉTODO SIG SET</u>	97
6.1	<u>BD DE ACIDENTES DE TRÂNSITO – BDA</u>	97
6.1.1	<u>Aplicação</u>	97
6.1.2	<u>Resultados</u>	106
6.2	<u>BD DO SISTEMA VIÁRIO</u>	113
6.2.1	<u>Aplicação</u>	113
6.2.2	<u>Resultados</u>	114
6.3	<u>BD PARA BENCHMARKING – BDB</u>	116
6.3.1	<u>Aplicação</u>	116
6.3.2	<u>Resultados</u>	117
6.4	<u>BD DE ACIDENTES DE TRÂNSITO EM AMBIENTE SIG - BDS</u>	123
6.4.1	<u>Aplicação</u>	123
6.4.2	<u>Resultados</u>	123
6.5	<u>COMPARAÇÕES E ESTABELECIMENTO DE METAS</u>	125
7	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	130
8	<u>FONTES CONSULTADAS</u>	136
ANEXO A		150

RESUMO

Este trabalho apresenta uma ferramenta de gestão que pode ser de grande utilidade a organizações, privadas ou governamentais, principalmente àquelas que realmente se propõem a tratar o trânsito de maneira nova, moderna, eficiente, eficaz e, sobretudo, responsável. Para tanto, faz uso de modernas técnicas computacionais, como é o caso de Sistemas de Informações Geográficas – SIG, além da técnica de *benchmarking*, importante fundamento da Gestão de Qualidade Total. O Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Tráfego – SIG SET, desenvolvido para o nível estratégico, gera idéias e conceitos que levam em conta a gestão de segurança do trânsito de forma abrangente, sistêmica, fundamentada na informação. O SIG SET propõe quatro bancos de dados e pode ser operacionalmente implementado de forma integrada ou modular. Para as organizações com uma estrutura ainda pequena, a implantação pode começar pelo Banco de Dados de Acidentes de Trânsito – BDA, que utiliza um gerenciador de banco de dados relacional. Porém, com a evolução dessa prática, surge a necessidade da implantação de um banco de dados espacial de sistema viário – BDSV, que possui, dentre outros, atributos das intervenções das vias e volumes de tráfego. Em uma etapa subsequente, o banco de dados de acidentes georeferenciado pode ser implantado em *software* SIG (BDS). Amadurecida e consolidada essa nova mentalidade de gestão, pode-se implementar o banco de dados espacial de *benchmarking* (BDB). O BDB poderá conter atributos socioeconômicos, sociais, culturais, humanos, frotas de veículos e índices de acidentes de cidades, estados, regiões ou países.

As informações dos bancos de dados devem levar ao desenvolvimento de procedimentos que estabeleçam comparações com referenciais pertinentes (*benchmarking*) e que tenham níveis de segurança mais positivos. Isso estimularia a melhoria contínua da segurança viária, com o estabelecimento de metas realistas e desafiadoras de pequeno, médio e longo prazos. Baseando-se nas informações geradas pelo SIG SET, pode-se propor intervenções nas três áreas tradicionais que compõem a segurança de trânsito: Educação, Esforço Legal e Engenharia; como também executar a verificação da eficácia e eficiência das mesmas. A técnica de *benchmarking* poderá ser realizada periodicamente, aplicando-se a (re)avaliação das metas. O SIG SET desdobrado para o nível operacional produzirá, como resultado, relatórios e mapas temáticos com as informações dos bancos de dados criados. O SIG SET é uma ferramenta indicada no auxílio da tomada de decisões de órgãos gestores governamentais e de organizações ligadas ao gerenciamento de segurança viária. É apresentada uma aplicação do método SIG SET, em nível operacional, com o intuito de exemplificar a sua potencialidade.

Palavras-chave: Segurança Viária, *Benchmarking*, SIG, Banco de dados.

ABSTRACT

This work presents a management tool that can be of great utility to private or governmental organizations, mainly the ones which are really considered to deal with the transit in a new, modern, efficient, effective and, over all, responsible way. For this, it makes use of modern computational techniques, as is the case of Geographic Information System - GIS, beyond the technique of benchmarking, an important basis of the Management of Total Quality. The Integrate Management System of Traffic Safety called SIG SET, developed for strategical level, produces ideas and concepts that take into account the management of transit security in a wide-ranging, systemic and based on the information form. The SIG SET offers four databases and can operationally be implemented in integrated or modular form. For organizations with still a small structure, the implantation can start from the Database of Traffic accidents – BDA, that uses a manager of relational database. However, with the evolution of this practice, the necessity of the implantation of a Space Database of Road System-BDSV arises, that own, amongst others, attributes of the interventions of the ways and volumes of traffic. In a subsequent stage, the georeferenced database of accidents can be implanted in software GIS (BDS). This new mentality of management, ripened and consolidated, the space database of benchmarking can be implemented (BDB). The BDB will be able to contain socioeconomic, social, cultural, human attributes, fleets of vehicles and accident rates of cities, states, regions or countries.

The information of the databases must lead to the development of procedures that set up comparisons with pertinent referentials (benchmarking) and that have more positive security levels. This would stimulate the continuous improvement of road security, with the establishment of realistic and challenging goals of small, medium and long run. Based on the information generated by SIG SET, one can purpose interventions in the three traditional areas that compose the transit security: Education, Enforcement and Engineering; as well as to execute the verification of the effectiveness and efficiency of the same ones. The technique of benchmarking can periodically be carried out, applying the (re)evaluation of goals. The SIG SET unfolded for the operational level will produce, as a result, thematic reports and maps with the information of the databases produced. SIG SET is a tool indicated in the aid of taking decisions of governmental managing agencies and of organizations linked to the management of road security. An application of method SIG SET is presented in operational level, with the aim of exemplify its potentiality.

Key words: *Traffic Safety, Benchmarking, GIS, Databases.*

1 INTRODUÇÃO

Os acidentes de trânsito são a nona causa de morte mundial, e há a expectativa de ser a sexta em 2020, o que será uma das maiores e mais generalizadas calamidades da chamada era moderna. Em países em desenvolvimento, aproximadamente meio milhão de pessoas morrem e mais de 15 milhões são feridas por ano em acidentes em áreas urbanas (GWILLIAM, 2003). Nesses mesmos locais, no ano de 1998, o acidente de trânsito foi uma das três primeiras causas de mortes, e este grave quadro não deve ter sido alterado nos últimos anos (MONTAL, 2002a).

Os acidentes de trânsito, particularmente no Brasil, têm assumido proporções que atingem patamares considerados catastróficos, em que se registra a perda de muitas vidas, em que se notam números consideráveis de feridos e danos materiais. Tudo isso causa custos sociais e econômicos altíssimos, que, caso fossem amenizados, representariam para o poder público economia de fundos que poderiam ser aplicados em ações de interesse social (MELLO, 1979; DENATRAN, 2000; RAIA JR e SOUZA, 2000).

Apesar de não possuírem um número exato, FERRAZ et al. (1999) estimam que o custo anual dos acidentes de trânsito no Brasil é de US\$ 5,0 bilhões. São considerados neste montante: despesas materiais, médico-hospitalares, perda de dias de trabalho, aposentadorias precoces, custos policiais e judiciários. De acordo com IPEA e ANTP (2003), no Brasil, no ano de 2001, os acidentes de trânsito geraram custos da ordem de R\$ 5,3 bilhões para a área urbana de forma geral e de R\$ 3,6 bilhões para as aglomerações, “a preços de abril de 2003”.

Na década de 1990, o Brasil participava com apenas 3,3% do número de veículos da frota mundial, mas era responsável por 5,5% do total de acidentes fatais registrados em todo mundo. Para IPEA e ANTP (2003), no Brasil houve, em 2000, aproximadamente, 6,8 mortos por 10 mil veículos e 11,8 mortos por 100 mil habitantes. O índice de fatalidade de 3 mortos por 10 mil veículos/ano é tido como aceitável pela

ONU – Organização das Nações Unidas. Nos países desenvolvidos, em geral, ocorre menos de 1 morte por 10 mil veículos/ano (ABDETRAN, 2001a).

No Brasil, entre as maiores causas de mortes ocorridas entre a população jovem, surgem as causas externas de morbidade e mortalidade. Em 1999, a porcentagem dessas mesmas causas esteve perto de 62% entre as idades de 10-29 anos. Do total de vítimas desse grupo, 90,40% são indivíduos do sexo masculino, com idades entre 20-29 anos. A taxa de mortalidade ocorrida por acidentes de trânsito por 100.000 habitantes no mesmo ano foi de 18,4% (30.118) do total das mortes por causas externas, que foram responsáveis por 71,3% (116.894) das mortes do país, de forma geral (BRASIL, 2001a). Segundo IPEA e ANTP (2003), no Brasil em 2000, ocorreram, aproximadamente, 20 mil mortes e houve 359 mil feridos devido aos acidentes de trânsito.

Em 2001, a primeira causa externa de internações hospitalares no Sistema Único de Saúde – SUS é a queda, com 42,52% (296.284); seguida dos acidentes de transporte, com 17,09% (119.086). Dentre as regiões, a região Sudeste, em 2001, foi a maior responsável pelas internações hospitalares por acidentes de trânsito no Brasil, com 19,82% (59.453) das internações (BRASIL, 2001a).

Segundo ABDETRAN (2001a), o Brasil apresenta índices elevadíssimos de acidentes de trânsito, que se encontram entre os maiores do mundo. Tais índices se devem à incompatibilidade entre: o ambiente construído das cidades, o comportamento dos condutores, o grande movimento de pedestres sob condições inseguras e a precariedade da educação e da fiscalização do trânsito. A partir de 1950, o Brasil se mobilizou na implantação da indústria automobilística, fazendo-se necessária uma estrutura viária voltada à locomoção de automóveis (VASCONCELLOS, 1999). Isso ocorreu sem a devida previsão de futuros congestionamentos, poluição, ruídos, perda de qualidade de vida nos centros urbanos e elevados índices de acidentes de trânsito (GEIPOT, 1998).

De acordo com VASCONCELLOS (1999), RAIA JR e SOUZA (2000), os problemas relacionados com a segurança viária das cidades vêm se agravando, paulatinamente, com o rápido e descontrolado crescimento urbano, com o aumento da

frota de veículos e com o conseqüente crescimento na ocupação das vias urbanas. O Brasil, em 2000, apresentava uma população de aproximadamente 170 milhões de habitantes, dos quais 138 milhões (81%) residiam em área urbana. O crescimento da população urbana continua, e estima-se que esta proporção atingirá 90%, em 2010 (IBGE, 2002).

As mudanças para modificar este quadro da segurança viária no país dependem, principalmente, da garantia de prioridade política ao tratamento do problema, em qualquer nível governamental, à formação adequada de recursos humanos e técnicos para estudar e propor soluções, à universalização de programas de educação de trânsito e ao aumento da fiscalização sobre os condutores infratores (INST, 1995).

Algumas ações têm sido desenvolvidas em nível nacional; no entanto, muitas vezes os projetos e programas existentes não são contínuos. Em nível regional, SIMÕES (2001) relata que em poucas cidades se observam ações concretas dos órgãos públicos na busca da redução dos acidentes de trânsito. Essa atuação nem sempre é realizada de forma eficaz, quer pela falta de conhecimento das pessoas no tratamento adequado ao problema, quer pela ausência de um conjunto de ações com enfoque global, ou até mesmo, pela falta de um banco de dados atualizado que gere informações rápidas e confiáveis.

CARDOSO (1999) diz que essa inexistência de estudos adequados sobre segurança viária, deve-se a uma soma de causas, destacando-se entre elas a complexidade dos dados analisados, que vêm de diferentes fontes, e a falta de um melhor inter-relacionamento entre os órgãos responsáveis pela coleta desses. CARDOSO (1999) aponta, também, a necessidade evidente de um sistema que possa armazenar dados e gerar informações sobre a ocorrência de acidentes na rede viária, vindo a possibilitar um mapeamento destes na malha urbana.

1.1 JUSTIFICATIVA

A análise de dados sobre os acidentes e a provável identificação de suas causas constituem o primeiro passo para a adoção de medidas preventivas que reduzam o número e a severidade dos acidentes dos acidentes de trânsito (GEIPOT, 1998). De acordo com CARDOSO (1999) e JONES e JORGENSEN (2003), devido à elevada quantidade de fatores influentes na ocorrência de acidentes de trânsito, analisar e compreender os eventos dentro de uma rede viária, no que diz respeito a sua segurança, é relativamente difícil.

Para ANPET (2002), métodos para reconstituição de acidentes são necessários, tanto para determinar melhor suas causas, observar os aspectos comuns a sua ocorrência, propiciar uma visão geral dos problemas em cada local, como para definir melhor as responsabilidades em perícias de processos de acidentes. Para isso, propõe-se desenvolver procedimentos padronizados para a coleta de dados de acidentes de trânsito e a criação de sistema de banco de dados georeferenciados que possibilite a identificação de pontos, vias, áreas críticas e sua periculosidade. Segundo FISCHMANN et al. (2000) e GEIPOT (1999), mediante o uso de técnicas de levantamento de informações e posterior sistematização, disponibilizam-se alguns dos mais relevantes aspectos a serem considerados pelos órgãos governamentais na definição de critérios que orientem a tomada de decisões.

A visão sistêmica dos dados de acidentes de trânsito, ao fornecer uma compreensão mais adequada das causas de sua ocorrência, permite formular estratégias e medidas preventivas mais eficazes. Dentre elas, citam-se: *i)* conscientização da população e autoridades da gravidade a respeito dos prejuízos humanos e materiais provocados pelos acidentes; *ii)* promoção do uso de modalidades mais seguras; *iii)* capacitação de condutores e pedestres mediante melhorias no sistema de educação, legislação, policiamento e judiciário; e *iv)* melhor atendimento aos acidentados.

O Departamento Nacional de Trânsito — DENATRAN, para viabilizar a municipalização do trânsito, prevista no Código Brasileiro de Trânsito – CTB,

determina que bancos de dados de acidentes sejam elaborados nos municípios brasileiros, particularmente naqueles que já possuem ou são candidatos à municipalização do trânsito. Para CARDOSO (1999), ao se analisar a segurança viária, é imprescindível que seja levada em consideração uma componente espacial dos dados estudados, devido à grande influência do uso do solo nos eventos ocorridos no sistema viário.

Desde o final da década de 1990, as cidades brasileiras, em sua grande maioria, vêm sofrendo com uma gestão pública ineficiente, sem ou com indevido planejamento. Mesmo com a Municipalização, esse quadro pouco se modificou. Os esforços para a redução dos acidentes e aumento da segurança viária são diminutos, e os projetos e programas do governo federal, estadual e municipal, geralmente, divulgados por meio de comunicação televisiva, não são contínuos, produzem pouco efeito positivo e, muitas vezes, não se tem como avaliar seu resultado.

Os bancos de dados de acidentes de trânsito exigidos pela municipalização são insuficientes para uma melhor e maior avaliação e gestão da segurança viária em cidades mais estruturadas. Por esse motivo, é imprescindível o aperfeiçoamento desses bancos de dados de acidentes e de outros que incluam todos os possíveis determinantes dos acidentes (como fatores viários, climáticos, do uso do solo, fatores institucionais, dentre outros).

Há necessidade de uma gestão integradora para auxiliar a tomada de decisão por parte dos órgãos gestores, que possa estabelecer metas realistas a serem alcançadas, baseadas em dados estatísticos de regiões ou locais com semelhantes características socioeconômicas.

Portanto, pode ser de grande valia a criação de um Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Tráfego, que contemple: *i*) dados estatísticos de acidentes de trânsito; *ii*) dados do sistema viário e das intervenções nelas realizadas; *iii*) dados estatísticos mundiais que possam servir de base para avaliar e comparar dados e regiões semelhantes. Todos eles, manipulados de forma integrada e sistematizada de forma eletrônica para trazer agilidade de inserção, consulta e atualização. O sistema SIG SET

pretende auxiliar na tomada de decisões dos órgãos governamentais, visando à segurança viária, a redução do número e gravidade dos acidentes de trânsito, e conseqüentemente, preservar a saúde e a vida dos indivíduos.

1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo precípua o de apresentar uma proposta, em nível estratégico, de um método para a gestão de segurança no trânsito. Ele deverá ser abrangente e integrado para propiciar ao órgão gestor de trânsito, quer seja em nível local, regional ou nacional, a tomada de decisões embasadas em uma grande gama de informações, imprescindíveis para aumentar os níveis de segurança viária.

As informações, abrangentes, devem levar em conta dados relacionados aos acidentes (locais, veículos e pessoas envolvidas, condições da pista, sinalização etc), ao sistema viário (características, volumes etc.), dados sobre intervenções (educação, engenharia e esforço legal). Além disso, o método deve proporcionar condições para que o gestor possa analisar os níveis de (in)segurança existentes em cidades/municípios, regiões, estados e país. A partir disso, o gestor poderá estabelecer metas que sejam mais realistas e desafiadoras para curto, médio e longo prazos, considerando as especificidades inerentes ao local estudado.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em 7 capítulos.

O primeiro capítulo, contendo a justificativa, o objetivo e a estrutura do trabalho, denomina-se introdução.

O segundo descreve o trânsito e sua gestão, abordando os tópicos: *i)* o transporte urbano e o uso do automóvel; *ii)* a segurança viária, a gestão e o estado da

arte do trânsito; *iii*) a gestão de qualidade no trânsito, as competências dos órgãos gestores, e a municipalização do trânsito.

No capítulo 3 são estudados os acidentes de trânsito, incluindo suas classificações, tipos, índices, custos análises e causas. Define-se, também, ponto crítico e explica-se a importância das estatísticas e das fontes de informações de acidentes.

A revisão bibliográfica sobre banco de dados e sistema de informações geográficas, dando ênfase para a aplicação na área de transportes, é abordada no capítulo 4.

O método “Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Tráfego”, SIG SET, é descrito no capítulo 5. Apresentam-se os bancos de dados: de acidentes de trânsito – BDA, do sistema viário – BDSV, para *benchmarking* – BDB, e de acidentes de trânsito em ambiente SIG – BDS.

No capítulo 6, são ilustradas algumas aplicações do método SIG SET.

O capítulo 7 apresenta as considerações finais do trabalho.

No item 8, apresentam-se as fontes consultadas. O anexo “A” explica o significado dos símbolos empregados no fluxograma do SIG SET e o anexo “B” mostra algumas figuras obtidas a partir da aplicação do BDA na cidade de São Carlos.

2 O TRÂNSITO E SUA GESTÃO

A palavra trânsito provém do latim "*transitu*", que significa mudar de posição, deslocar-se (ALMEIDA, 2000). O CTB¹ considera trânsito a utilização que pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, fazem das vias para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga (Cap 1, Art. 1) (BRASIL, 1997). ROZESTRATEN (1988) acrescenta que os deslocamentos devem respeitar um sistema convencional de normas para assegurar a integridade de seus participantes.

Em outra definição, INST (1995) e DENATRAN (2001a) definem trânsito como o resultado das necessidades de deslocamento produzidas pela distribuição espacial das diversas atividades urbanas conseqüentes do uso e ocupação do solo. Nesse sentido, o crescimento desordenado da cidade pode, de qualquer modo e por motivos quaisquer, dificultar e tornar inseguro o atendimento dessas necessidades de viagem.

Diferentemente da palavra trânsito, o vocábulo "tráfego" não se origina diretamente do latim. De procedência italiana, tem o sentido primeiro de comerciar, trocar. O ato de comerciar baseia-se em relações interpessoais que, em uma sociedade, identificam-se com inúmeras atividades sociais e econômicas, como as ligadas à educação, saúde, lazer, cultura e serviços. ALMEIDA (2000) consagra à palavra "tráfego" a dimensão de símbolo do fenômeno socioeconômico gerado pelas relações de troca que ocorrem na sociedade humana, abrindo a possibilidade de se entender os vínculos existentes entre seus elementos essenciais e interdependentes: trânsito, transporte e sistema viário.

Outra definição importante é a de "transporte", que corresponde a toda logística que envolve a troca em si, ou seja, todos os suportes físicos e operacionais (planejamento, programação, controle, suportes técnico, operacional e funcional dos

¹ Código de Trânsito Brasileiro

sistemas viabilizadores da criação de uma nova situação para novas trocas) necessários para que a troca se efetive.

Somente com a articulação e integração do trânsito, transporte e sistema viário, pode-se almejar resultados eficientes e eficazes nas relações de troca que se realizam em sociedade, ou seja, na qualidade do tráfego e, conseqüentemente, na qualidade de vida das pessoas (ALMEIDA, 2000).

2.1 O TRANSPORTE URBANO E O USO DO AUTOMÓVEL

O uso intenso dos automóveis, iniciado no fim do século XIX, impôs à sociedade profundas alterações econômicas, demográficas, sociais, tecnológicas; da mesma maneira, uso intenso dos automóveis contribuiu fortemente na configuração e gestão das cidades, tornando o veículo automotivo indispensável para o transporte e para o lazer. Isso o fez chegar nos dias atuais à condição de artigo de consumo e símbolo de status social (MELLO, 1979; SIMÕES, 2001; ABRAMET, 2002).

Nas últimas décadas, as cidades brasileiras, assim como muitas cidades de países em desenvolvimento, foram adaptadas para o uso eficiente do automóvel: o sistema viário foi ajustado e ampliado, e foram criados órgãos governamentais responsáveis pela garantia de boas condições de fluidez (ANTP, 1999). Esse processo ocorreu em decorrência da grande ampliação da frota de automóveis e foi impulsionado pelo forte aparato de propaganda de economias capitalistas, que incentivavam a mobilidade individual para tornar acessível os equipamentos urbanos e a prosperidade material sem precedentes (MARIN e QUEIROZ, 2000).

O número de veículos no país cresceu rapidamente nas últimas décadas: de 3,1 milhões em 1970, o número aumentou para 25 milhões em 1995, e atingiu aproximadamente 29 milhões em 2000 (ANFAVEA, 2002). Outra estimativa aponta, porém, um aumento ainda maior do número de veículos em 2000, totalizando 33,7 milhões (GEIPOT, 2000).

A intensificação do uso do automóvel trouxe a sobrecarga dos sistemas viários das cidades, os congestionamentos severos, o aumento da poluição ambiental, sonora e atmosférica, ampliação do consumo de energia, crescimento do número de acidentes, o estímulo à expansão urbana, a dispersão de atividades, a criação de grandes diferenças de acessibilidade às atividades, e a desumanização das cidades (DENATRAN, 2001; ANTP, 1999; MELLO, 1981).

Com o aumento do tráfego, o transporte público por ônibus torna-se mais lento e menos confiável, reduzindo sua demanda e sua receita. Dessa forma, são necessários mais veículos para prestar o mesmo serviço o que acarreta um expressivo aumento de custos. Diante disso, os usuários cativos desse tipo de transporte são prejudicados e os usuários potenciais são desestimulados ao seu uso (ANTP, 1999). Conseqüentemente, formou-se uma separação clara entre aqueles que têm acesso ao automóvel e aqueles que dependem do transporte público, refletindo, na prática, as grandes disparidades sociais e econômicas do país (DENATRAN, 2001). As crises cíclicas que os sistemas de transporte público têm vivenciado são ligadas, principalmente, à incompatibilidade entre custos, tarifas e receitas, bem como às deficiências na gestão e na operação. Como resultado dessa situação, em alguns casos, os deslocamentos por meios "alternativos", bem como os deslocamentos a pé ou por bicicleta, passaram a ser mais acessíveis que os serviços de transporte regular e começaram a disputar passageiros com os tradicionais serviços de ônibus.

Para a NTU (2000), a superação dos problemas estruturais que o transporte público enfrenta na maioria das cidades brasileiras exige reformas em profundidade nas redes de serviços e na organização institucional e econômica do setor. O sucesso nesta tarefa depende muito da capacidade dos agentes envolvidos para se relacionar, planejar e tomar decisões.

Como reflexo da desorganização do trânsito, da deficiência geral da fiscalização sobre as condições dos veículos e sobre o comportamento dos usuários e da impunidade dos infratores, o Brasil foi paulatinamente se colocando, nas últimas décadas, entre os campeões mundiais de acidentes de trânsito (VASCONCELLOS, 1999). As deficiências da atuação dos setores responsáveis também se manifestaram de

forma extremamente negativa para o interesse público no tocante à precariedade da fiscalização sobre a documentação e a situação fiscal dos proprietários de automóveis. A deficiência da atuação também se manifesta na inexistência de dados confiáveis sobre as condições de trânsito no país, especialmente no tocante ao registro de acidentes de trânsito, reconhecidamente deficiente e distante da realidade (DENATRAN, 2001).

2.2 SEGURANÇA VIÁRIA

Segurança viária significa, fundamentalmente, o esforço da comunidade visando à circulação de pessoas e bens pelas vias públicas sem a ocorrência de acidentes (GOLD, 1995). A segurança viária pode ser medida, também, através de outros parâmetros, tais como, o número de óbitos por unidade de viagem, por veículos registrados ou por distância percorrida no sistema (Ite, citado por CARDOSO, 1999).

Segurança de tráfego representa, para KROJ e ROTHE (1990), um campo de comportamento humano construído em várias perspectivas interdisciplinares, com bom senso, e em uma base de conhecimento que representa as fundamentais realidades do mundo. Segundo CARDOSO (1999), a segurança viária tornou-se uma das principais preocupações das últimas décadas devido ao conhecimento e à divulgação, em vários meios de comunicação, do elevado número de acidentes de tráfego que acontece em vias urbanas e rodovias em todo o mundo.

Para ROZESTRATEN (2001), segurança é uma responsabilidade compartilhada, devendo haver uma estreita colaboração entre o setor privado e o governamental para alcançar uma maior qualidade nas viagens dos diversos meios de transporte. Investimentos públicos e privados adequados, avaliações e melhores métodos científicos para pesquisas de segurança viária levam ao desenvolvimento do gerenciamento do risco, baseado em estudos de acidentes e comportamentos de altos grupos de risco (crianças, jovens, idosos, entre outros) e tipos de usuários de alto risco (pedestres, ciclistas, motociclistas etc.) (LAVE et al, 1990).

A precisão com que a segurança viária pode ser medida, é proporcional à quantidade e qualidade de informações analisadas, dependendo também, do conhecimento do número real e do número informado de acidentes na região estudada (Ibrahim e Silcock, citados por CARDOSO, 1999). A segurança viária de um local não pode ser analisada individualmente sem se considerar a análise de uma área estipulada em seu entorno, pois uma intervenção pontual pode acarretar alterações em outros locais, e transferência do problema que se quer solucionar para outras regiões.

Segundo LAVE et al (1990) e PETZHOLD (2000), as políticas públicas voltadas para a segurança viária visam à otimização da performance dos usuários do sistema viário no tráfego, que é conseguida, mais tradicionalmente, através de programas que atuam na engenharia, na educação e na fiscalização. Em um cenário mais amplo, existe a necessidade de incluir programas que contemplem aspectos relacionados à medicina, psicologia e sociologia.

Os problemas relativos à segurança viária estão compreendidos em três áreas distintas, os chamados 3E's: *Engenharia, Educação e Esforço Legal*. A Engenharia atua nos fatores relacionados à via e ao meio ambiente, a Educação diz respeito ao preparo do homem para o trânsito, e o Esforço Legal trata, sobretudo, da fiscalização e da punição no caso do desrespeito às leis e regras de trânsito.

2.2.1 Engenharia de Tráfego

A Engenharia de Tráfego trata dos estudos, projetos e interferências nas vias, objetivando o aumento da segurança dos usuários na utilização do sistema de trânsito. Neste ponto, analisa vários aspectos da via, do usuário e do ambiente que possam estar contribuindo para a ocorrência de acidentes. Estudos nesse sentido consideram os seguintes itens: moderação do tráfego, velocidade, fluidez, sinalização, geometria da via, interferência do meio ambiente na visibilidade da sinalização, dentre outros (SIMÕES, 2001).

Constituem ações de engenharia de trânsito, também, a definição de políticas de trânsito, o planejamento, o projeto e a implantação de sinalização e

dispositivos viários; a análise dos dados estatísticos de acidentes; a participação nos projetos de educação; e outras ações de trânsito (DENATRAN, 2000). A operação de trânsito, por exemplo, contempla uma série de intervenções rotineiras, ou programadas, ou emergenciais, com o intuito de garantir condições de segurança e fluidez em qualquer circunstância, prestando socorros imediatos a acidentados e informações aos pedestres e condutores (SOARES, 1975; INST, 1995; DENATRAN, 2000).

Nas áreas urbanas, estudos como os de moderação do tráfego, relacionam o planejamento urbano e a segurança viária, contemplando medidas que visam reduzir a velocidade dos veículos e modificar a configuração das vias (KRAUS et al., 1996). Alguns destes estudos relacionam acidentes de tráfego e o projeto geométrico da via. Roess e Mcshane, citados por CARDOSO (1999), afirmam que as sinalizações de vias apropriadas, juntamente com projetos de vias que possam evitar mudanças súbitas na geometria, reduzem o risco de erros dos condutores.

2.2.2 Educação no Trânsito

A educação de trânsito tem por finalidade orientar os usuários no que tange ao comportamento adequado em via pública. Visa preservar a vida e a integridade física das pessoas, bem como formar cidadãos responsáveis por seus direitos e obrigações no trânsito. Objetiva incorporar hábitos e comportamentos seguros no trânsito, através de um processo contínuo e sistematizado de conscientização, desde a infância até a fase adulta (INST, 1995). A educação de trânsito tem o propósito, também, de complementar as ações da engenharia e da fiscalização (ANTP, 1997).

A educação é um fator fundamental na segurança do trânsito. As leis e regras de trânsito só serão cumpridas se conhecidas e respeitadas. Por esta razão, o CTB estabelece a obrigatoriedade da existência de uma Coordenadoria Educacional de Trânsito e de uma Escola Pública de Trânsito em cada órgão ou entidade do Sistema Nacional de Trânsito, SNT, de modo que todos os cidadãos devem receber ensinamentos e informações sobre o sistema de trânsito através de cursos, palestras ou campanhas educativas.

Outro aspecto importante da educação voltada para o trânsito diz respeito à capacitação/treinamento dos usuários (condutores, passageiros e pedestres) para dotá-los de habilidades para executarem seguramente seus deslocamentos no sistema viário. Neste sentido, dentre as ações desenvolvidas na execução dessa tarefa, as que são arroladas a seguir são relevantes: práticas educativas para crianças em cidades mirins, ou mini-pistas desmontáveis; cursos de direção defensiva para adultos; melhoria dos cursos básicos em auto-escolas.

2.2.3 Esforço Legal

O policiamento e a fiscalização têm o objetivo de fazer o cidadão cumprir as normas legais constantes no CTB. Cada infração cometida corresponde a um comportamento indesejado do condutor, ou do pedestre no trânsito, tanto no que diz respeito às regras gerais quanto àquelas impostas pela sinalização. O objetivo destas ações é, portanto, melhorar a qualidade de vida, através da inibição da prática de infrações, que prejudicam a segurança e a fluidez do tráfego (ANTP, 1997; DENATRAN, 2000). No entanto, tanto o policiamento de trânsito quanto a fiscalização, para o atendimento dos objetivos do trabalho aos quais se dão, devem levar em consideração não apenas o aspecto puramente repressivo e punitivo, mas principalmente o caráter educativo de que se reveste essa missão (BRASIL, 1978).

No Brasil, para controlar e fiscalizar o trânsito, as cidades integradas ao SNT podem instalar aparelhos de fiscalização eletrônica e, se tiverem convênios, podem também regular o estacionamento em vias públicas através de agentes. Os dados geográficos-estatísticos de acidentes atualizados são de grande valia para a fiscalização. A partir do conhecimento dos locais, dos tipos e das causas dos acidentes urbanos, pode-se indicar serviços de patrulhas de prevenção.

Essa prevenção de acidente de trânsito e a redução de sua gravidade todavia não dependem somente desse patrulhamento. Se postos em prática, várias outras ações como a melhoria nas técnicas de atendimento às vítimas, o posicionamento correto de crianças e adultos em veículos, o uso obrigatório de cinto de segurança, a

inspeção adequada dos veículos, a utilização de bloqueadores fixadores de velocidade máxima dos veículos com o uso do *GPS*² corroborariam essa intenção.

2.2.4 Avaliação da Segurança Viária

A aplicação dos recursos disponíveis no setor de trânsito e transporte do município deve ser feita racionalmente, baseada em técnicas de análise custo/benefício/viabilidade das intervenções e, principalmente, em índice de acidentes que levam em consideração a periculosidade do local. A avaliação da segurança viária pode ser feita através de análise de conflitos de tráfego, estatísticas de acidentes de trânsito, baseados em levantamentos de dados e na definição de pontos críticos, e auditoria de campo.

O conflito de tráfego é um evento em que dois ou mais usuários do sistema viário se aproximam no espaço e no tempo. Se não houver algum tipo de manobra evasiva, dá-se origem a um acidente de trânsito (SVENSSON, 1999). Em cada evento do tipo e para cada usuário, são levantados dados: esquema da trajetória, tipo e velocidade aproximada dos veículos, distância do ponto de colisão, outros usuários intervenientes e observações pertinentes ao evento. O estudo de conflito de tráfego pode apresentar a origem dos acidentes, estudos das situações anteriores e posteriores à intervenção, e informações das condições de circulação e conforto dos usuários, de forma confiável e num curto prazo de tempo; entretanto, dados relacionados com o meio ambiente e o fator humano não são considerados.

A auditoria de segurança viária, ASV, é um processo prévio de avaliação criteriosa da via e de todos os seus componentes, tendo como objetivo a minimização e eliminação da ocorrência e da severidade dos acidentes de trânsito. Ela pode acontecer em várias fases do projeto do sistema viário, iniciando na concepção, passando pela implantação e operação (NODARI e LINDAU, 2001). A ASV é realizada de forma preventiva e corretiva por profissionais multidisciplinares, qualificados e experientes na

² *Global Position System*

área de segurança viária. Sua realização acontece através de vistorias periódicas, principalmente, nos pontos críticos.

A estatística de acidentes de trânsito baseia-se no registro de acidentes de trânsito e no exame de locais em que há uma maior concentração de ocorrência desses acidentes. Baseado no estudo de pontos críticos, a confecção de um banco de dados de acidentes de trânsito e sua apreciação são primordiais para implantar soluções que aumentem a segurança viária em determinada interseção, trecho de via ou região. As estatísticas dos acidentes servem para analisar a evolução dos acidentes e a eficiência das medidas implantadas, através do acompanhamento dos índices mensais e anuais, podendo também estabelecer comparações entre diferentes países, estados e cidades.

Para escolher eficientemente uma medida de segurança, é importante conhecer e analisar, de forma integrada, os diversos fatores atuantes sobre os componentes do sistema viário que interagem nos acidentes de trânsito, e como eles acontecem. Segundo Andreassen, citado por CARDOSO (1999), os elementos necessários para avaliação dos tratamentos de redução da severidade e do número de acidentes são obtidos tanto através do estudo dos boletins de ocorrência, que fornecem a identidade da vítima entre outras informações, como por meio de análise de sua ficha médica. Estas últimas permitem avaliar os padrões de ferimentos das vítimas dos acidentes e custos hospitalares reais.

As melhorias alcançadas após uma intervenção devem ser medidas através de comparações entre a segurança viária anterior e posterior no local e na área em seu redor, justificando assim, a aplicação monetária realizada. Deve ser também analisado se a redução de acidentes em um determinado local não faz com que migre e aumente a frequência e/ou gravidade de acidentes em áreas vizinhas. Concomitantemente, analisar se a mudança na frequência de acidentes não acontece de forma “*natural*”, sem alterações viárias, de um índice elevado de acidentes à média registrada no local, como explicado no fenômeno da regressão para a média.

De acordo com Affum e Taylor, citados por CARDOSO (1999), geralmente, as técnicas utilizadas para a avaliação de acidentes de trânsito podem ser classificadas em três grupos, *i) Análises Custo – Benefício*, cujo método converte todos

os efeitos do programa em valores monetários, para que os custos possam ser comparados com os benefícios; *ii) Análises Custo – Efetivo*, que compara o custo de cada alternativa com a efetivamente realizada, baseando-se em prioridades pré-definidas para um conjunto de objetivos; *iii) Análises Multi – Critério*, cuja técnica permite, aos tomadores de decisão, avaliar de forma ampla e ordenada alternativas de projeto ou ação, as quais podem ter diferentes objetivos, impactos e conseqüências. Segundo Hobbs, citado por CARDOSO (1999), medidas de controle e uma metodologia consistente, são necessárias para que melhorias realizadas possam ser cientificamente avaliadas.

2.3 GESTÃO DO TRÂNSITO

A segurança viária tem caráter multidisciplinar, é assunto de natureza estratégica e deve ser planejada em cada área do país (INST, 1995). Planejar, segundo ANTP (1999), é tentar antever e diagnosticar problemas e mobilizar recursos e esforços para corrigir e transformar positivamente as situações indesejáveis e socialmente injustas. O planejamento é um conjunto de procedimentos e técnicas que permitem avaliar as implicações futuras de decisões presentes sobre os sistemas e serviços de transporte em função dos objetivos, custos, qualidade e prazos estabelecidos, para facilitar a tomada de decisões, tornando-a mais coerente, eficiente e eficaz (NTU, 2000).

Para INST (1995), a decisão de planejar decorre da percepção de que os eventos futuros poderão não estar de acordo com o desejável, se nada for feito (prognóstico das tendências espontâneas). O ponto de partida para essa percepção é a disponibilidade de diagnósticos, de análises e projeções relativas à segurança do trânsito da cidade. Dois níveis de decisões podem ser realizados: as estratégicas e as operacionais, correspondentes a duas áreas distintas de planejamento.

O planejamento operacional diz respeito a objetivos instrumentais, de curto prazo, e visa, principalmente, às decisões de ajustar a operação dos elementos do sistema a situações conjunturais do ambiente urbano e do mercado de transporte. De um

modo geral, este tipo de planejamento está voltado para os objetivos específicos de um determinado serviço e para a maneira de realizá-los com eficácia e eficiência (NTU, 2000).

O planejamento estratégico relaciona-se com os objetivos de longo prazo estabelecidos para o sistema de transporte e com as ações para alcançá-los. Geralmente, abrange a aglomeração urbana como um todo e costuma abordar, além do conjunto das redes modais de transporte, o quadro institucional e o sistema econômico-financeiro, requeridos para sua implantação e operação. O produto mais conhecido deste tipo de planejamento é o Plano Diretor de Transporte (NTU, 2000).

No planejamento estratégico, deve-se atingir objetivos através de medidas operacionais que satisfaçam critérios racionais e sensatos, com impactos sobre o comportamento da sociedade, mais focalizados no sentido da satisfação das necessidades de segurança viária da população, capazes de refletir as potencialidades do município, realistas, flexíveis e motivadores (INST, 1995).

As decisões e projetos estratégicos são pró-ativos e têm maior visibilidade pública do que as decisões operacionais. Na maioria dos órgãos gestores, o planejamento estratégico é visto como uma atividade não contínua, que se efetiva na medida que a administração superior pretende realizar investimentos ou fazer mudanças expressivas nos serviços, dependendo assim, muitas vezes, dos investimentos políticos dos governantes. Esses “ciclos” de planejamento estratégicos podem ser freqüentes e sua duração varia dependendo do estilo da administração e das oportunidades de captação de recursos. A cada ciclo de planejamento estratégico corresponde, em geral, um ciclo de coleta e processamento de informações (NTU, 2000).

Sendo assim, o planejamento pode provocar modificações nas pessoas, em ações comportamentais e educacionais; na tecnologia, como por exemplo, inovações de engenharia de tráfego, entre outros. Neste sentido, o planejamento de transportes é a atividade que define a infra-estrutura necessária para assegurar a circulação de pessoas e mercadorias e que organiza os sistemas de transporte que estarão sujeitos à regulamentação pública, inclusive a tecnologia e o nível de serviço a ser ofertado.

De acordo com a ANTP (2001), a responsabilidade social da gestão governamental pressupõe o reconhecimento da comunidade e da sociedade como partes interessadas na organização, com necessidades que precisam ser atendidas. Entre estas necessidades incluem-se: expectativas básicas relacionadas à ética nos negócios, cumprimento da legislação, proteção do meio ambiente, saúde e segurança pública, e a prática da boa cidadania, liderança e apoio a questões de interesse da geral da sociedade.

A gestão do trânsito urbano depende do relacionamento dos órgãos ou entidades municipais de trânsito, não somente com os outros órgãos do Sistema Nacional de Trânsito – SNT, mas também com vários outros setores, como o Poder Judiciário, o Poder Legislativo, a imprensa e as organizações não governamentais que precisam conhecer e participar dessa gestão, mesmo que de forma indireta (DENATRAN, 2000a).

2.4 COMPETÊNCIAS DOS ÓRGÃOS GESTORES

O SNT é o conjunto de órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e tem por finalidade o exercício de algumas atividades, dentre as quais citam-se o planejamento, administração, normalização, pesquisa, educação, operação do sistema viário, policiamento, fiscalização e aplicações de penalidades (Cap II, Art. 5 e Cap I, Art. 1) (BRASIL, 1997). Visto que o trânsito seguro é um direito de todos e que esse órgão almeja à defesa e à valorização da vida, a promoção e o incentivo de ações que busquem a otimização do trânsito constituem sua meta de trabalho.

Dentre as competências do órgão máximo executivo de trânsito da União, estão: o estabelecimento de modelo padrão de coleta de informações sobre as ocorrências de acidentes de trânsito e as estatísticas do trânsito; a administração do Fundo Nacional de Segurança e Educação de Trânsito, o FUNSET, fundo de âmbito nacional destinado à segurança e à educação de trânsito; e a proposição de acordos de

cooperação com organismos internacionais, com vistas ao aperfeiçoamento das ações inerentes à segurança e educação de trânsito (Art. 19) (BRASIL, 1997).

O FUNSET recebe o percentual de 5% do valor total das multas de trânsito arrecadadas pela União, Distrito Federal, Estados e Municípios, para aplicar em atividades como a supervisão da implantação de projetos e programas relacionados com a engenharia, educação, policiamento e fiscalização do trânsito; a organização e manutenção de modelo padrão de coleta de informações sobre as ocorrências e os acidentes de trânsito (Art. 3 e 4) (Art. 1) (BRASIL, 1998a; BRASIL, 1999a). Além disto, o FUNSET deve custear as despesas relativas à operacionalização da segurança e educação de trânsito, feitas pelo Departamento Nacional de Trânsito, o DENATRAN (Art. 1) (Art. 4) (BRASIL, 1998a; e BRASIL, 1998b).

No que concerne à aplicação da receita arrecadada com a cobrança das multas de trânsito, ela se volta à sinalização, engenharia de tráfego, de campo, policiamento, fiscalização e educação de trânsito (Art. 320) (Art. 11) (BRASIL, 1997; BRASIL, 1998a). No setor da engenharia de tráfego e de campo, a receita pode ser aplicada em atividades de elaboração e atualização do mapa do sistema viário do município; cadastramento e implantação da sinalização; identificação de novos pólos geradores de trânsito; e estudos e estatísticas de acidentes de trânsito, citando apenas algumas das atividades (Art. 1) (BRASIL, 2002a).

No Brasil, os Ministérios da Saúde, da Educação, do Trabalho e Emprego, dos Transportes e da Justiça recebem um percentual dos recursos do Seguro Obrigatório DPVAT³. O total do montante recebido deve ser aplicado, exclusivamente, em programas e projetos criteriosamente escolhidos com base no custo/benefício a ser proporcionado, no impacto sobre o número de mortalidade e de morbidade, na produção de informações, na prevenção de acidentes e na educação para o trânsito (BRASIL, 1999c).

As campanhas de segurança no trânsito devem ser desenvolvidas permanentemente, abordando temas específicos relacionados com os fatores de risco e com a produção dos acidentes de trânsito (Art. 1 e 2) (BRASIL, 1998e). Os principais

fatores de risco a serem considerados são: acidentes com pedestres, ingestão de álcool, excesso de velocidade, segurança veicular, equipamentos obrigatórios dos veículos e seu uso (BRASIL, 1998e). Cada ação desenvolvida deve ser monitorada antes e depois da implementação da campanha, visando avaliar sua eficiência e eficácia.

Considerando a necessidade de padronização dos procedimentos para a coleta e divulgação das estatísticas gerais sobre acidentes de trânsito no território nacional, como mecanismo de conhecimento e análise de informações essenciais à formulação de políticas de segurança e educação no trânsito, o DENATRAN instituiu o Sistema Nacional de Estatísticas de Trânsito, SINET. O SINET⁴ tem, entre outras funções, a de coordenar, supervisionar, apurar, depurar, consolidar, padronizar, organizar, atualizar e divulgar os dados de acidentes de trânsito no território nacional. Além disso, o sistema deve articular-se com os órgãos responsáveis pelo registro e coleta de informações sobre acidentes de trânsito e suas vítimas, objetivando à padronização, consolidação e a sistematização da coleta de dados (BRASIL, 2000a; BRASIL, 2000b).

A resolução N^o 66, do CONTRAN⁵, de 23 de setembro de 1998, institui uma tabela de distribuição de competências (fiscalização de trânsito, aplicação de medidas administrativas, penalidades cabíveis e arrecadação de multa aplicada) entre os órgãos executivos de trânsito (municipais e estaduais) (BRASIL, 1998g). Em nível municipal, os órgãos e entidades executivos de trânsito, integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT), devem dentre outras ações, coletar dados estatísticos e elaborar estudos sobre os acidentes de trânsito e suas causas; promover e participar de projetos e programas de educação e segurança de trânsito de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo CONTRAN; implantar as medidas da Política Nacional de Trânsito e do Programa Nacional de Trânsito (Art. 24) (BRASIL, 1997).

De acordo com o INST (1995), as reduções da quantidade e da gravidade dos acidentes de trânsito nas áreas urbanas constituem um dos mais relevantes desafios brasileiros na atualidade. Os Poderes Públicos Municipais devem distribuir

³ Seguro Obrigatório de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres

⁴ Sistema Nacional de Estatísticas de Trânsito

⁵ Conselho Nacional de Trânsito

estrategicamente os recursos disponíveis na sociedade para que seja atingido um significativo decréscimo do número de incidências. Assim agindo, assumirão uma postura voltada prioritariamente para a preservação da vida dos habitantes de suas cidade.

2.5 MUNICIPALIZAÇÃO DO TRÂNSITO

Os municípios possuem várias competências consagradas pela Constituição Federal de 1988 (Cap. IV, Art. 30), das quais podem ser citadas: o estabelecimento da política de uso do solo (planejamento urbano), de transportes, da gestão e operação da circulação de pessoas e mercadorias e a instituição de parcerias. O CTB, aprovado em 1997 e posto em vigor em 1998, prevê uma clara divisão de responsabilidades e uma sólida parceria entre órgãos federais, estaduais e municipais, visando preservar vidas (BRASIL, 1998g).

A municipalização do trânsito é o processo legal, administrativo e técnico, por meio do qual o município realiza a gestão do trânsito de forma completa, assumindo integralmente a responsabilidade pelos seguintes serviços: de engenharia, fiscalização, educação de trânsito, implantação e manutenção da sinalização, levantamento, análise e controle de dados estatísticos, elaboração de estudos sobre os acidentes de trânsito e suas causas, aplicação de penalidades, no caso de não cumprimento da legislação e das normas de trânsito, e criação de JARIS⁶ (Art. 24) (BRASIL, 1997; BRASIL, 1999d). Vê-se assim que, com a municipalização, os municípios tiveram sua esfera de competência substancialmente ampliada no tratamento das questões de trânsito (DENATRAN, 2000).

No início do século XXI, 80% da frota nacional de veículos do país encontra-se em cerca de 300 municípios que participam do processo de municipalização do trânsito (CNM, 2003). No país, existe um total de 5.529 municípios, dos quais 410 (7,42 %) são devidamente integrados ao Sistema Nacional de Trânsito – SNT. No

Estado de São Paulo, há 645 municípios. Desse total, 136 (21,09%) são integrados ao SNT (Portal do Trânsito Brasileiro, 2003).

O município faz parte do SNT (Art. 7), entretanto, para exercer suas competências (Art. 24 e Art. 333) e estar formalmente integrado junto ao sistema, ele precisa preencher uma série de requisitos. Entre as exigências, está a organização de órgão executivo de trânsito (Cap II, Art. 8) (BRASIL, 1997; CNM, 2003). A resolução N° 29, revogada, exigia estruturas mínimas que permitissem o desenvolvimento das atividades de gestão do trânsito e transporte da cidade (BRASIL, 1998d; DENATRAN, 2000). A resolução N° 29 foi substituída pela resolução 65 e, em seguida, pela 106 (BRASIL, 1998f; BRASIL, 1999d).

A resolução N° 106, entretanto, exige apenas mecanismos legais para o exercício da gestão do trânsito e transporte, o que não define em detalhes quais são os requisitos necessários da estrutura do município a ser integrado ao SNT (BRASIL, 1999d). Por isso, basta que exista uma divisão (ou diretoria) de trânsito, criada por lei, dentro da estrutura de uma secretaria já existente. Contudo, em cidades mais estruturadas pode-se criar uma secretaria municipal específica para cuidar dos assuntos de trânsito como, por exemplo, a Secretaria de Trânsito e Transportes (CNM, 2003).

Todavia, além do CTB não definir como os setores encarregados do trânsito e transporte do município irão executar as obrigações impostas por lei (como por exemplo, o número de funcionários, métodos e os materiais necessários), dois outros problemas se apresentam: a falta de fiscalização e supervisão das cidades que estão se tornando, ou que já são municipalizadas por determinação do DENATRAN.

Para SACRAMONE (2002), com a municipalização abre-se novos postos de trabalhos, além de proporcionar investimentos em capacitação profissional, como: *i)* a criação das equipes de agentes municipais de trânsito; *ii)* a capacitação de técnicos, engenheiros, psicólogos; *iii)* a ampliação de investimentos em sinalização, operações de trânsito e administração; *iv)* investimento em novas tecnologias de controle da informação.

⁶ Juntas Administrativas de Recursos de Infrações

A maioria das atividades a serem desenvolvidas pela gestão de trânsito do município pode ser implementada através de parcerias (Art. 25) (BRASIL, 1997). As parcerias entre municípios e estados se estabelecem através de convênios de operação de trânsito. A mais comum é a *delegação* pura e simples das atividades de fiscalização e autuação das infrações para a Polícia Militar, celebrada com os municípios que não têm perspectiva de contratar agentes de trânsito, em curto prazo. Ao DETRAN⁷ cabe o processamento das autuações, notificação dos infratores e controle do sistema informatizado de processos. Todavia, o município continua sendo o responsável pela coordenação do trânsito no âmbito de sua circunscrição (BRASIL, 1997; CNM, 2003).

No caso do município possuir agentes de fiscalização, então, pode-se celebrar *convênio de reciprocidade*. Assim, tanto os agentes do município como os do Estado (Polícia Militar) poderão efetuar as autuações de um e de outro, reciprocamente. A inspeção veicular, de competência dos Estados, cujas regras são estabelecidas pelo CONTRAN, pode ser executada pelos municípios de modo mais eficiente através de *consórcio* (CNM, 2003). O município, ainda, pode realizar parcerias com a Secretaria Municipal de Educação para o desenvolvimento de campanhas especiais e integrar-se a programas desenvolvidos pelo DENATRAN, DETRAN e CETRAN⁸ (Art. 326 e Art. 23) (BRASIL, 1997).

As questões envolvendo o trânsito estão inseridas no contexto do planejamento urbano como um todo. Por isso, o município de mais de vinte mil habitantes deve preocupar-se com um Plano Diretor (Constituição Federal de 1988, Cap. II, Art. 182) capaz de contemplar a circulação viária em todos os seus aspectos, incluindo políticas de transporte, trânsito e uso do solo (ANTP, 1999; CNM, 2003).

A Junta Administrativa de Recurso de Infrações, JARI, é instituída por decreto, vinculada ao órgão ou divisão de trânsito, soberana em suas decisões sobre os recursos de infração interpostos, e possui caráter administrativo interno, próprio do município. Diante de qualquer inconformidade com o resultado do julgamento dos recursos, há a possibilidade de novo recurso ao CETRAN (CNM, 2003).

⁷ Departamento Estadual de Trânsito

⁸ Conselho Estadual de Trânsito

2.6 ESTADO DA ARTE DA GESTÃO DE TRÂNSITO

Os custos do modelo inadequado de transporte urbano voltado à massificação do uso do automóvel são inaceitáveis e constituem, sob o ponto de vista estratégico, significativo obstáculo para a sociedade brasileira (ANTP, 1999). Verifica-se, na década de 1990, a falta de uma política efetiva, tanto em âmbito municipal quanto nacional, que priorize o transporte coletivo, principalmente os sistemas de grande capacidade e os modos de transporte não motorizados.

De acordo com ANTP (1999), para otimizar a eficiência geral dos sistemas de transportes e garantir condições adequadas para a maioria dos usuários, as políticas públicas necessárias devem garantir: *i)* melhor qualidade de vida para toda a população, entendida como melhores condições de transporte, segurança de trânsito e acessibilidade; *ii)* eficiência, aqui percebida pela disponibilização de uma rede de transportes integrada, com prioridade efetiva para os meios coletivos; e *iii)* qualidade ambiental, representada pelo controle dos níveis de poluição atmosférica e sonora.

No entanto, sabe-se que o desenvolvimento urbano ideal se faz com a adequada articulação e integração entre as diversas funções: habitação, transporte, trânsito, saneamento, meio ambiente. Nesse sentido, uma visão de planejamento estratégico de forma integrada, estrutural e de longo prazo seria importante para o enfrentamento dos problemas, ao invés dos enfoques convencionais dos Planos Diretores, de caráter setorial, normativo e estático (BRASIL, 2003a).

Para NTU (2000), alguns problemas importantes são constatados no Brasil, dentre eles os seguintes: *i)* virtual ausência de interação e articulação entre as agências de transporte vinculadas a diferentes modos e esferas de governo (e até mesmo numa mesma esfera), inibindo a realização de metas conjuntas; *ii)* dificuldades no nível do planejamento e das decisões estratégicas, como por exemplo: poucas cidades possuem um plano diretor de transporte (PDT) que integra eficientemente o transporte público, o trânsito, o uso do solo e o meio ambiente; *iii)* a comunicação entre as instâncias/mecanismos de decisão estratégica e operacional é, na maioria dos órgãos gestores, quase inexistente e reflete negativamente sobre a gestão dos serviços.

Mais importante do que ter um Plano Diretor, é ter um processo de planejamento bem estruturado, apoiado num sistema de informações estratégicas eficiente (NTU, 2000). Essa concepção implica em importantes mudanças nos órgãos gestores estatais e um esforço expressivo de capacitação técnica nos setores envolvidos nas decisões estratégicas ligadas aos serviços de transporte.

Os conflitos entre as esferas de poder municipal, estadual e federal, implicam na falta de coordenação entre os diversos órgãos gestores dos sistemas de transporte público e trânsito. Essa falta de coordenação resulta na desarticulação nas políticas de transporte e trânsito, principalmente nas regiões metropolitanas.

2.7 GESTÃO DE QUALIDADE NO TRÂNSITO

A população do início do século XXI quer participar das questões públicas e está cada vez mais exigente, obrigando o órgão de trânsito a criar um processo permanente de monitoramento do atendimento às expectativas dos munícipes (DENATRAN, 2000a). Os quadros políticos, administrativos e legais, no Brasil, entraram em uma nova era com o sancionamento das legislações que passam a exigir planejamento, gestão eficiente, eficaz e transparente, e o cumprimento de metas fiscais. Assim sendo, a tecnologia da informação e a remodelagem organizacional e de processo passam, obrigatoriamente, a fazer parte da administração pública (PROCHMANN, 2002).

Segundo PROCHMANN (2002), os sistemas de automação já implementados por órgãos federais, estaduais e municipais estão sentindo a necessidade de se integrar, de crescer e de oferecer soluções mais práticas para governantes e cidadãos. Para isso, há a necessidade da conciliação de ações institucionais e de tecnologia, além de ter uma visão ampla do cenário da tecnologia da informação na gestão pública, e formar alianças externas e parcerias. De acordo com NTU (2000), o planejamento e a gestão do transporte urbano devem ser integrados à gestão do uso do solo, do trânsito e do meio ambiente, e à análise da mobilidade em geral (inclusive por

meios não motorizados) para se obter melhorias reais na qualidade de vida da população urbana.

O objetivo da gestão de qualidade é levar as empresas e os órgãos de gerência, inclusive os governamentais, à modernização de sua gestão, implementando inovações tecnológicas, melhorando processos internos, eliminando desperdícios e melhorando as suas condições de gerenciar a qualidade e eficiência do transporte e trânsito das cidades (ANTP, 1999).

Para uma gestão de qualidade deve-se adotar um sistema que: *i)* abranja o controle e a garantia de qualidade dos serviços; *ii)* promova a confiança de todos seus atores envolvidos, incluindo uma estratégia global de longo prazo; *iii)* vise à satisfação de todas as partes interessadas; *iv)* envolva todos os membros da organização na consecução desta estratégia (ANTP, 1999).

De acordo com a ANTP (1999), com a implantação de um sistema gerencial, os órgãos de gerência podem, dentre outras ações, modernizar os métodos de gestão das informações, não somente no que se refere aos equipamentos mas, principalmente, aos métodos de seleção, coleta e análise das informações relativas aos fatores-chave para atender os requisitos da população e demais interessados. O programa de qualidade deve ser organizado pelo poder público como atividade essencial da administração.

O Prêmio ANTP de Qualidade, criado em 1995, é um programa de indução externa à auto-avaliação, que tem o objetivo de estimular as entidades atuantes no transporte urbano a melhorarem sempre a qualidade e a eficiência dos serviços prestados por meio de uma boa gestão, reconhecendo publicamente as melhores do setor. O Prêmio adota os mesmos critérios do Prêmio Nacional da Qualidade, os quais representam sistemas gerenciais de referência mundial, a saber, a postura da liderança, a gestão de informações, a gestão e desenvolvimento de recursos humanos, o controle da qualidade dos serviços dos fornecedores, a gestão dos processos, o relacionamento com o usuário e os resultados obtidos (ANTP, 1999).

2.7.1 Qualidade

A qualidade em serviços pode ser interpretada como a expectativa que o cliente tem sobre este serviço, analisando-o de forma comparativa com outros. Assim, a qualidade seria medida tanto pela diferença entre a percepção do usuário e a sua expectativa ou necessidade quanto pela eficácia do serviço (TRAVASSOS, 2000; ANTP, 2001). Os órgãos e entidades gestores de trânsito e transporte têm como clientes os usuários dos sistemas de transporte de forma geral, os órgãos gestores e operadores de transporte urbano e as comunidades locais.

De acordo com Paladini, citado por PARIS e ZAGONEL (2002) e TRAVASSOS (2000), a qualidade possui uma componente espacial: a multiplicidade de itens; uma componente temporal: as alterações conceituais ao longo do tempo (processo evolutivo), devido aos avanços sociais e à ampliação dos conceitos de cidadania.

Segundo a ANTP (2001), para uma gestão de qualidade mais eficiente, as atividades e os recursos correspondentes devem ser gerenciados como uma cadeia de processos inter-relacionados de forma sistêmica, através do planejamento dos meios e recursos, estabelecimento de metas, mensuração de resultados e rotinas para melhoria contínua e correções.

2.7.2 Gestão Baseada em Informação

As organizações privadas, ou governamentais necessitam de medidas e análises de desempenho. Essas medidas ou decisões gerenciais devem decorrer de suas estratégias e abranger os principais processos, serviços e resultados. Nesse contexto, a análise de desempenho baseia-se na estrutura, no acesso, na análise e na gestão destas informações, de modo a apoiar avaliações e tomadas de decisão de forma rápida e eficaz (ANTP, 2001; HUXHOLD, 1991).

Para uma gestão de qualidade, a seleção, obtenção, integração e uso das informações devem ser sistematizados. A gestão e análise de informações, associadas com comparações pertinentes (*benchmarking*), devem apoiar adequadamente o processo

decisório, a análise crítica de desempenho, o estabelecimento de metas, e a avaliação e melhoria dos processos de uma organização (ANTP, 2001; HUXHOLD e LEVINSOHN, 1995). A incorporação continuada de melhorias de forma cíclica pode abranger ações corretivas, preventivas ou inovadoras, dependendo das necessidades específicas da organização (ANTP, 2001).

De acordo com RIBEIRO (2003), os mecanismos de avaliação e melhoria de processos de gestão são essenciais para o desenvolvimento do sistema de gestão e da própria organização. Um conjunto de metas e indicadores harmônicos, integrados e balanceados permite que uma organização meça continuamente sua eficácia e eficiência no cumprimento de metas estabelecidas e o sucesso na implementação das estratégias (ANTP, 2001).

Uma melhoria do planejamento da qualidade envolve: *i*) a revisão de prioridades para o emprego adequado de recursos; *ii*) a reestruturação dos processos da organização; *iii*) a criação de um banco de dados histórico sobre problemas e ações tomadas durante o processo de controle e de melhoria (PARIS e ZAGONEL, 2002). Outra forma de planejamento que visa a uma gestão de qualidade é a aplicação da proatividade, que possibilita a antecipação de ações em busca da prevenção de problemas e da eliminação, ou minimização dos impactos sobre os próprios processos e também sobre a sociedade e o meio ambiente (RIBEIRO, 2003).

2.7.3 Benchmarking

Benchmarking é um processo contínuo de aprendizado através da medição e comparação sistemática entre produtos, serviços e práticas das organizações, ou setores da própria empresa pública, ou privada e os altos níveis de performance de líderes de qualquer parte do mundo. O uso do *benchmarking* pode auxiliar na obtenção de informações que ajudarão a organização a implementar ações para melhorar continuamente seu desempenho e sua qualidade (DUNCAN, 1995; LINDAU et al, 2001; PARIS e ZAGONEL, 2002).

Aplicando-se a técnica do *benchmarking*, que é viável a qualquer organização, área funcional e processo, pode-se, por exemplo, comparar os índices de acidentes de trânsito em localizações que apresentem características semelhantes a outras de qualquer parte do mundo, entretanto, seu emprego exige um trabalho intensivo, tempo e disciplina (DUNCAN, 1995).

Na Europa, o uso do conceito de *benchmarking* em transportes está tão desenvolvido que, periodicamente, são realizadas conferências denominadas “*The State of the Art of Benchmarking in the Transport Sector*”, organizadas pela entidade *BEST – Benchmarking European Sustainable Transport*, ligada à *European Commission* (BEST, 2003).

O *benchmarking* deve ter uma metodologia estruturada que atenda a um conjunto definido de critérios como comparabilidade, objetividade, adaptabilidade e continuidade, para assegurar, com sucesso, a conclusão de investigações abrangentes e precisas; além disso, deve ser flexível para reduzir custos/orçamentos, melhorar e ter novas operações e revisar as estratégias existentes na organização (ALBUQUERQUE, 1998).]

A estrutura do processo baseia-se na busca de informações, as quais são inseridas no banco de dados. Entretanto, a pesquisa depende dos recursos disponíveis, dos prazos fixados e do número de fontes de informações identificadas (relatórios oficiais, livros, revistas etc). Através do uso de padrões para coletar e analisar informações, de um banco de dados integrado e de medidas de performance, o sistema de gerenciamento proverá procedimentos estruturados, objetivos e lógicos para um desenvolvimento uniforme de planos de ação (TRANSPORTATION RESEARCH CIRCULAR, 1996).

Os alvos de desempenho de uma organização podem ser tanto desafiadores quanto realistas e realizáveis. Ser realista é ter claramente definidos os objetivos da organização e reconhecer, entre outras, as limitações de recursos financeiros e humanos. Esta técnica estimula as organizações a pesquisarem continuamente em busca de novas oportunidades para se aperfeiçoarem (BRAY, 1993).

De acordo com ALBUQUERQUE (1998), uma vez que o *benchmarking* tenha sido concluído para uma área ou processo específico, referenciais de excelência tenham sido estabelecidos e mudanças de processos implementadas, os gerentes devem monitorar, rever e verificar o progresso da implementação e assegurar os resultados.

3 ACIDENTES DE TRÂNSITO

O acidente pode ser definido como um evento que envolve ao menos um veículo que circula normalmente por uma via destinada a ele, podendo ser o veículo motorizado ou não. Segundo GOLD (1998), existem dois tipos de acidentes: o evitável e o não evitável. O primeiro é aquele em que se deixa de fazer tudo que razoavelmente pode ser feito para evitá-lo, enquanto o segundo é aquele em que, esgotando-se todas as medidas para impedi-lo, o acidente acontece.

Por outro lado, o acidente de trânsito, no entender da Organização Mundial de Saúde, é um acontecimento raro e aleatório. Ocorre com usuário(s) do sistema de trânsito, quando em deslocamento pelas vias urbanas, rodovias ou estradas, com conseqüente dano no(s) veículo(s) e/ou ferimento no corpo e na mente do(s) envolvido(s) (GOLD, 1998; Montans, citado por CARDOSO, 1999; SIMÕES, 2001).

Para o Departamento de Transportes dos Estados Unidos e alguns pesquisadores, os acidentes de trânsito são evitáveis e previsíveis, pois são resultantes de uma série de ocorrências simultâneas ou seqüenciais, causadas por um ou mais fatores inter-relacionados contribuintes, tais como as condições da via e do veículo, o comportamento humano e do meio ambiente (HUNTER, 1993; CARVALHO NETO, 1996; Baginski, citado por CARDOSO, 1999; ANTP, 1999).

Ao dirigir um veículo, o condutor deve ter um comportamento social adotado em locais públicos, onde os diversos usuários do sistema viário devem interagir de forma harmônica (ROTHER, 1990a). Quando este equilíbrio é quebrado, conflitos e acidentes de trânsito são prováveis de acontecer. Os fatores causais de um acidente de trânsito são encontrados nos locais onde a harmonia do sistema viário é interrompida (SOARES, 1975; RAY, 1993).

Para compreender o fenômeno dos acidentes de trânsito, necessita-se de um pleno conhecimento dos fatores que influenciam sua ocorrência, possibilitando assim, a

implementação de medidas eficazes de prevenção ao acontecimento do acidente e/ou a redução de sua gravidade, caso este não seja impedido de ocorrer (CARDOSO, 1999).

Segundo GALVÃO (2003), o primeiro passo para reduzir os acidentes é assumir a efetiva dimensão do problema, expô-la em toda sua crueza, sem subterfúgios, nem mistificações. Depois, é decisivo que exista ambição, tendo objetivos corajosos e uma determinação implacável.

Para maior conhecimento e detalhamento dos acidentes de trânsito, faz-se sua classificação geral em acidentes com ou sem vítima, e os caracteriza em colisões, choques, atropelamentos, entre outros.

3.1 CLASSIFICAÇÃO/TIPOS DOS ACIDENTES

Os acidentes de trânsito podem ser sem vítimas e com vítimas, podendo estas últimas serem ou não fatais. De acordo com GOLD (1998), acidente sem vítima é aquele que produz somente danos materiais. Acidentes com vítima são aqueles que, como resultado, produzem, em maior ou menor grau, ferimentos em pelo menos uma das pessoas envolvidas. E ainda, considera-se acidente fatal aquele que resulta em morte de pelo menos uma das vítimas.

Os acidentes de trânsito são, geralmente, classificados em: *i)* colisão: pode ser classificada em frontal, traseira, lateral e transversal e acontece quando dois ou mais veículos, estando em movimento, bate um no outro; *ii)* choque: acidente com um veículo em movimento e qualquer objeto fixo; *iii)* atropelamento, acidente com um veículo em movimento e um ou mais pedestres ou animais; *iv)* tombamento: ocorre com um veículo que tomba em uma de suas laterais; *v)* capotamento, acidente com o veículo que gira em torno de um dos seus eixos e o seu teto toma contato com o chão; *vi)* engavetamento: acidente com mais de dois veículos, geralmente, tendo o mesmo sentido; e *vii)* derrapagem, acidente com veículo que derrapa na via. Pode-se ainda, ocorrer acidentes que combinem dois ou mais dos tipos de acidentes.

Nos acidentes de trânsito classificados como choque, normalmente, os obstáculos fixos estão fora da via circulável e podem ser, dentre outros: poste de iluminação, equipamentos de sinalização, árvores, bancas de jornal, cabines telefônicas e caixas de correio. Na própria via, pode haver equipamentos e materiais relacionados às obras viárias e sua sinalização, geralmente, objetos temporariamente instalados (GOLD, 1998).

3.2 CAUSAS DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO

Os acidentes estão inseridos em um sistema, isto é, um ambiente físico, social e institucional, cujas partes possuem inter-relações. Vários fatores (causas referentes aos usuários, aos veículos, às vias, às condições ambientais e aos fatores institucionais e sociais) podem ser apontados como seu determinante (CARDOSO, 1999; JONES e JORGENSEN, 2003). Somente com um levantamento completo de todas as situações em que ocorrem os acidentes e com a consideração da periculosidade relativa das vias, é possível traçar projeções para o futuro e ações adequadas para reduzir os níveis de mortalidade e de morbidade do trânsito.

Os fatores que podem influenciar a ocorrência dos acidentes de trânsito são: humanos, veiculares, viários, climáticos, institucionais, sociais, e relativos ao uso e ocupação do solo.

3.2.1 Fator Humano

No fator humano, são considerados o comportamento, a educação e o preparo do cidadão para o trânsito através do conhecimento e respeito à legislação, uso de equipamentos de segurança etc.; também são consideradas as condições físicas e psicológicas das pessoas, como por exemplo, a idade e fatores emocionais. Dentre as condições físicas que prejudicam o desempenho dos condutores pode-se citar, o sono, a fadiga, uso de álcool ou drogas, as distorções de percepção visual e miopia transitória.

A tensão nervosa e a distração dos usuários do sistema viário (condutores e pedestres) são exemplos de fatores psicológicos.

De acordo com SERAPHIM (2002), muitos acidentes de trânsito acontecem porque pelo menos um dos envolvidos não percebe a presença de outros veículos e/ou pedestres na via. O comportamento do pedestre e do condutor é estudado com maior detalhe por CHAPMAN et al (1982a). O efeito de um longo período insone para o ser humano, por exemplo, acarreta um número expressivo de alterações que vão de irritabilidade; cansaço; indisposição; diminuição da atenção, da concentração e da memória; aumento do estresse; e sonolência excessiva diurna (SILVA, 2002).

Segundo a psicologia do trânsito, para que os usuários do sistema viário produzam comportamentos adequados é necessário: *i*) a presença de estímulos ou de situações que possam ser observadas e percebidas; *ii*) um organismo em condições de perceber e de reagir adequadamente aos estímulos percebidos; *iii*) uma aprendizagem prévia dos sinais e das normas que devem ser seguidas (ROZESTRATEN, 1988). Para BRODER (2001), o cérebro humano tem uma capacidade limitada para se ocupar de duas ou mais tarefas ao mesmo tempo e o ato de dirigir demanda alta habilidade de cognição e de mentalização.

O uso do álcool e sua inter-relação com o homem são descritos em experiências obtidas nos Estados Unidos por GUSFIELD et al (1990), por ROZESTRATEN (1988) e por MONTAL (2002b). Infelizmente, no Brasil, a avaliação do uso de drogas lícitas ou ilícitas, como geradoras de acidentes, é prejudicada pela não existência de rotinas de exames clínicos, ou de dosagem laboratorial, ou de preparo estrutural das instituições que assistem os acidentados (CARVALHO NETO, 1996).

As conseqüências do álcool são múltiplas nos usuários do sistema viário. Causa, na grande maioria, uma desinibição que propicia a aceitação de um nível de risco muito superior ao normal. Também ocorre uma deterioração da vigilância e da atenção, bem como das capacidades visuais e do julgamento perceptivo de velocidade e de distância. São afetadas as aptidões cognitivas e motoras necessárias para o

processamento das informações e, por fim, há um aumento no tempo de reação (ROZESTRATEN, 1988).

Muitos dos fatores humanos só poderiam ser descobertos em uma entrevista com o pedestre, condutor, ou com o passageiro sobrevivente (GOLD, 1998). E, mesmo se realizada esta pesquisa, seu resultado pode ser questionável devido à incerteza da veracidade das respostas dadas pelos entrevistados para eximi-los de culpa da ocorrência do acidente.

3.2.2 Fator Veicular

Os aspectos relevantes no fator veicular são os que envolvem o projeto (equipamento de segurança, potência do motor, estabilidade, etc.) e aqueles ligados às condições de manutenção e conservação dos veículos (motor, pneus, freios, amortecedores, limpadores de pára-brisas, etc.). De acordo com GEIPOT (1987), alguns tipos de veículos são inerentemente mais seguros do que os outros, em ordem decrescente de segurança, em condições típicas de uso, são: metrô, trem de superfície, ônibus, automóvel, bicicleta e motocicleta.

Segundo a estatística americana de fatalidades ocorridas em meios de transportes, divulgada pela *National Transportation Safety Board – NTSB* no ano de 2000, o meio mais “inseguro” foi o rodoviário com 41.800 mortes (93,17%), seguido consecutivamente pelo modo marítimo com 801 mortes provocadas (1,78%), pelo modo ferroviário com 770 mortes (1,72%), pela aviação com 755 mortes (1,69%) e pela da bicicleta com 738 mortes ocasionadas (1,64%) (BOEING, 2002).

O automóvel é um meio inerentemente inseguro de transporte devido às elevadas velocidades desenvolvidas e à inadequada proteção que o veículo oferece ao usuário. Todavia, nos últimos anos, a indústria automobilística tem assinalado substanciais progressos voltados à garantia da saúde e da vida dos passageiros. Os investimentos em tecnologias e materiais novos resultaram, por exemplo, no

desenvolvimento de estruturas capazes de amortecer impactos, tais como os cintos de segurança de três pontos, *air bags* e pára-brisas laminados.

Além destes avanços tecnológicos, com a utilização do *Global Position System* — o *GPS*, é possível referenciar geograficamente um veículo e restringir sua velocidade máxima de acordo com a região ou via onde este se encontra. A velocidade de um veículo no momento de impacto é apontada, em muitos estudos, como uma dos principais agravantes das seqüelas e dos danos provocados pelos acidentes de trânsito. No entanto, o equipamento é oneroso e ainda se encontra em fase de testes em alguns países da Europa.

A motocicleta pode desenvolver altas velocidades sem oferecer proteção ao motociclista e/ou passageiro, exceto se houver o uso obrigatório de capacete. Devido a suas pequenas dimensões, tem a capacidade de circular entre outros veículos de maior porte e gerar circunstâncias perigosas e que, muitas vezes, ocasionam acidentes. O mesmo ocorre com bicicletas que, apesar de alcançarem velocidades menores, seu condutor pode ser uma criança ou adolescente que, geralmente, não utiliza os equipamentos de segurança necessários, tanto em seu corpo como em seu veículo.

3.2.3 Fator Viário e seu entorno – Meio Ambiente

De acordo com GOLD (1998), os fatores relativos à via e ao meio ambiente se referem a todos os fatores vinculados diretamente às características da via, da sinalização e das áreas próximas da via no momento do acidente. Dentre os fatores ligados ao meio ambiente, pode-se citar, por exemplo, a largura do passeio público (calçada). E ainda, acrescentam-se, como fatores importantes, as interferências visuais e/ou físicas, tais como a presença e a localização de arborização, dos equipamentos imobiliários urbanos (bancos, abrigos etc.), postes de iluminação, cabines telefônicas ou orelhões, no passeio público.

A via, principal fator de atuação da engenharia, tem como aspectos interferentes a sua *geometria* (largura, declividade, superelevação, tipos de interseções,

etc.), que está vinculada ao projeto e construção da via; presença de *sinalização horizontal e vertical* (visibilidade e conservação); *regulamentação e uso da via* (mão simples ou dupla, hierarquização, estacionamento, etc.); *pavimentação* (tipo, drenagem e conservação); assim como o *fluxo de tráfego* (quantidade e composição da frota de veículos, conflitos de tráfego) (INST, 1995).

Muitos acidentes ocorrem devido à presença de sinalização semafórica, o que pode ser justificado por problemas em sua instalação, projeto, dimensão na distribuição dos tempos de seqüência luminosa, locação, operação e manutenção. Controladores eletrônicos inteligentes podem, por exemplo, reduzir o número de acidentes devido a seus mecanismos de segurança e à sua maior flexibilidade operacional para o ajuste dos tempos às variações de fluxo ao longo do dia (INST, 1995).

3.2.4 Fator Climático

Em relação ao clima, têm-se os raios de sol, chuva, neblina, fumaça, como interferentes negativos nos acidentes de trânsito as condições do tempo e visibilidade etc. (CARDOSO, 1999).

De acordo com pesquisas realizadas, em 1966, na Universidade de Birmingham, dos 250 acidentes investigados, 50% foram causados por combinações de certos erros ou deficiências do usuário e de fatores ambientais. O fator ambiental era caracterizado pela visibilidade à distância (50%) e, também, pela restrição da visão para frente (37%) nos veículos (ROZESTRATEN, 2001).

3.2.5 Fator Uso e Ocupação do Solo (Ambiente Construído)

Em relação ao ambiente construído têm-se como interferentes nos acidentes de trânsito os aspectos de uso e ocupação do solo (área comercial, industrial ou residencial, pólos geradores de tráfego, interferências visuais de imóveis etc.). Os pólos geradores de tráfego são imóveis comerciais ou de serviços (supermercados,

pontos de ônibus, escolas etc.) e, devido a sua alta atratividade de viagens, fazem com que o volume de tráfego aumente nas áreas onde se localizam.

De acordo com GOLD (1998), em áreas urbanas, há uma concentração de acidentes de trânsito na área central, onde se localiza a maior parte das atividades de comércio e serviços. Essa concentração não significa que as condições de trânsito na área central sejam necessariamente mais perigosas que as outras encontradas em outros pontos da cidade, mas sim, reflete os volumes relativamente altos de fluxo de veículos e pedestres na área central.

A localidade influi na frequência, na gravidade e no tipo dos acidentes de trânsito. Nos locais de maior concentração de pessoas prevalece a maior frequência de acidentes, porém com menor gravidade em comparação com os que ocorrem em locais com menor fluxo de veículos e, geralmente, onde se desenvolve maior velocidade. Isso acontece porque o congestionamento e a sinalização semafórica contribuem para reduzir a velocidade dos veículos (GEIPOT, 1999, KOIKE et al., 2001).

3.2.6 Fator Institucional e Social

O fator institucional/social engloba a regulamentação das leis (legislação) e o policiamento (fiscalização). Na fiscalização, observa-se a obediência à legislação de trânsito no que se refere à sinalização, regras de circulação e uso dos equipamentos de segurança do veículo em geral, através de equipamentos automáticos de fiscalização (radares, medidores de velocidade e câmaras fotográficas), agentes de trânsito e policiais militares. Todavia, a ausência de fiscalização, cuja responsabilidade é dividida entre os municípios e o Estado, não libera os usuários do sistema viário de seus deveres (GOLD, 1998).

De acordo com GOLD (1998), um código de trânsito é um conjunto de normas no qual se procura definir adequadamente, em todas as situações possíveis, qual deveria ser o comportamento dos usuários do sistema viário (condutores e pedestres). O Código de Trânsito Brasileiro de 1998, as Portarias do Departamento Nacional de

Trânsito – DENATRAN e as Resoluções e Deliberações do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN regulamentam o transporte e trânsito no país.

Para MONTAL (2002a), GOLD (1998) e SACRAMONE (2002), o CTB é um dos mais modernos e eficazes conjuntos de leis de trânsito em vigor no mundo, contudo a falta de fiscalização, de rigidez em sua aplicação e a efetiva punição dos infratores dá margem transgressões de usuários do sistema viário. Segundo MONTAL, a eficácia do efeito pedagógico na punição está diretamente relacionada com a proximidade da ocorrência do ato delituoso, ou seja, a presteza da manifestação da justiça.

3.2.7 Inter-relações de fatores

O fator humano é a causa de acidentes de trânsito mais divulgada nos meios de comunicação, porém, para reduzir seu efeito é necessário o emprego de soluções que envolvam medidas de educação, fiscalização e punição de condutores e pedestres, as quais demandam de médio a longo prazo para apontarem amplos resultados. No entanto, existem outros fatores que podem influenciar a ocorrência de acidentes de trânsito relacionados à Engenharia de Tráfego, cujos resultados são imediatos, duradouros e comprováveis. Os problemas relativos à Engenharia de Tráfego ocorrem, em sua maioria, devido à inadequação de implantação e pela falta de manutenção da sinalização existente, das vias e calçadas e, inclusive, dos próprios veículos (GOLD, 1998).

A Figura 1 mostra os vários fatores que podem influenciar na ocorrência de acidentes de trânsito e, de forma geral, na segurança viária. É importante saber todas as variáveis que podem interferir nos acidentes, inclusive o clima, estação do ano, horário, período de férias ou festas sazonais, falta de energia elétrica na cidade, por exemplo.

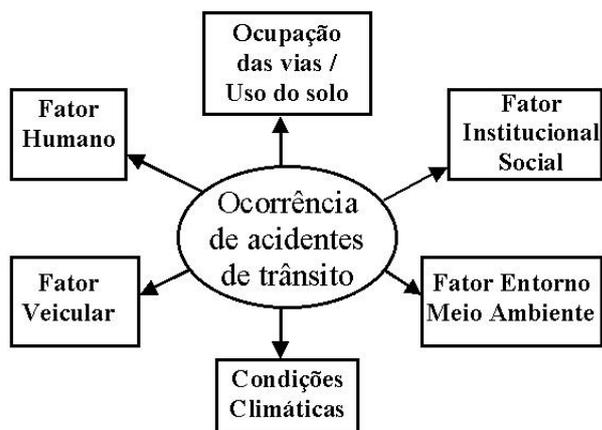


Figura 1: Fatores que afetam os acidentes de trânsito

Em geral, a associação de vários fatores é que leva a aumentar o potencial de risco de acidentes em determinados locais. Ao se visar à definição de ações para reduzir os acidentes no local, duas dificuldades se apresentam: estabelecer os fatores que provocam em maior ou menor grau os acidentes e saber quais são as relações existentes entre eles (SIMÕES, 2001).

3.3 ANÁLISES DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

O sistema de gerenciamento de segurança viária tem como objetivo prover e manter um sistema de transportes seguro. Para isso, deve-se ter uma política para estudar toda informação disponível relativa aos acidentes de trânsito, identificar os locais de alto número de eventos e/ou severidade, descobrir padrões, fatores em comum e tendências, monitorar e investigar estes locais adequadamente, estabelecer prioridades, implementar medidas quando apropriadas, após análise de custo-benefício, e avaliar os impactos das intervenções (BRAY, 1993; HUNTER, 1993; CET, 1979). Estas modificações devem ser para alterar falhas e inadequações da via, do fator humano, do fator veicular e da fiscalização e regulamentação dos mesmos.

De acordo com CARDOSO (1999), para que os problemas de trânsito possam ser diagnosticados e para que as medidas de redução de acidentes mais adequadas sejam escolhidas e implementadas, é necessário uma base de dados que

descreva adequadamente os acidentes. Esta base de dados pode variar com sua finalidade, quanto mais complexo e importante for seu objetivo, maior será a quantidade e as características dos dados a serem levantados.

O banco de dados de acidentes pode conter informações do acidente, tais como: a hora, dia, dia da semana, mês, ano e local do acidente; idade dos condutores e dos pedestres; tipo e ano de fabricação dos veículos; classificação e gravidade do acidente; número de vítimas; sinalização e iluminação na via; condições do tempo, tipo e condições da via (CHAPMAN et al, 1982a; GOLD, 1995; GOLD, 1998).

Com todos os dados relacionados aos acidentes de trânsito obtidos pode-se fazer um diagnóstico do problema. O diagnóstico tem importância fundamental na análise de um sistema, pois qualquer decisão de intervenção está calcada em seu resultado. Ao diagnosticar um sistema, analisam-se as tendências históricas dos fatores que dão forma ao problema e estudam-se: o sistema atual, para entender como e por que ele funciona; os obstáculos para a sua melhoria; onde e como efetuar as melhorias possíveis e viáveis (KAWAMOTO, 2002).

Para KAWAMOTO (2002), o desenvolvimento de um plano de ação consubstancia uma série de julgamento de valores, avaliações e escolhas. A identificação e análise preliminar dos problemas, feitas na fase do diagnóstico, sintetizam os problemas de planejamento. A priorização de problemas é feita com base num conjunto de valores e critérios implícitos. A fim de racionalizar o processo de planejamento e assegurar que as decisões sejam baseadas no reconhecimento explícito dos fatores envolvidos, deve ser feita a identificação formal das políticas, e objetivos e critérios.

As etapas do estudo de identificação e diagnóstico dos locais problemáticos são (CARDOSO, 1999; ROZESTRATEN, 2001):

- 1. Provisão de dados** – Coleta e armazenamento de dados de acidentes de tráfego.

2. **Identificação de locais e áreas problemáticas** – Definição, através da análise dos dados de acidentes, das áreas problemáticas considerando o tipo, classe e as condições de tráfego na via onde ocorreram os mesmos.
3. **Diagnóstico dos problemas** – pode ser realizado em duas etapas:
 - a) Observação no local, de informações adicionais e dos fatores que podem ser determinantes e dominantes para os acidentes e suas respectivas correlações. Este estudo pode ser feito através de análise de conflitos ou pelo deslocamento de uma equipe especializada ao local, preferencialmente, nos momentos seguintes aos acidentes de trânsito.
 - b) A realização de estudos em profundidade, nos quais os veículos são examinados em oficinas especializadas, para verificar qualquer elemento que possa ter causado o acidente de trânsito, e os condutores e pedestres são sujeitos a questionamentos sobre, por exemplo, seus ambientes de vida e são submetidos a testes psicológicos.
4. **Busca e avaliação de medidas corretivas** – Determinação da gama de medidas que podem influenciar na redução dos acidentes, avaliação financeira do custo/benefício/viabilidade e seleção das medidas a serem adotadas.

De acordo com a CET (1979), os locais das maiores frequências de acidentes não são, necessariamente, os locais de maior perigo, estes últimos são medidos pela probabilidade de sofrer um acidente de cada veículo/pedestre que passa naquele ponto da via. A evolução da frequência deve ser considerada mensalmente; um crescimento constante pode indicar um simples aumento no volume de veículos e/ou pedestres, ou desgaste das sinalizações; e ainda, uma mudança súbita do número de acidentes pode indicar uma falha repentina na sinalização ou um mau resultado de uma intervenção. Portanto, é necessária a contagem de veículos e pedestres para que todos os locais possam ser comparados, e para se estabelecer prioridades de ações em uns locais

sobre os outros. Na maioria das cidades brasileiras, é inexistente a presença de dados de volume de tráfego, o que dificulta as análises de segurança viária.

3.4 PONTOS CRÍTICOS

Apesar de não haver uma definição exata de ponto crítico, tem-se a idéia geral de ser um local na rede viária urbana em que ocorre um número real elevado de acidentes de trânsito e/ou que apresenta alta periculosidade, comparado com todos os demais pontos e com taxas críticas específicas para as muitas classificações funcionais das vias e interseções (RAY, 1993; GOLD, 1998; GARCÉS, 2003). As várias definições de pontos críticos dependem do aspecto analisado, que podem ser modificados considerando o número de acidentes com vítimas (leves, graves e fatais), atropelamentos, etc. Para INST (1995), a periculosidade pode variar com a relação entre o número de acidentes no local estudado e o volume de tráfego correspondente. Os locais de alta periculosidade apresentam as mais altas probabilidades de condutores e/ou pedestres sofrerem um acidente de trânsito.

CET (1979) recomenda em ordem de prioridade de análise de segurança viária, a gravidade, a frequência, a periculosidade, os locais que apresentam crescimento recente no número de acidentes e os locais que recebem reclamação do público. Nos locais de maior frequência de acidentes de tráfego, tem-se maior probabilidade da existência de um padrão de acidentes, sendo possível a eliminação de um número significativo de acidentes com a execução de uma intervenção.

Algumas medidas de engenharia de tráfego, segundo GOLD (1998), são mais eficazes quando incluem modificações urbanísticas de pequeno porte em pontos críticos, e podem reduzir substancialmente a ocorrência de acidentes de trânsito no local da intervenção; quando não, eliminá-los totalmente. A identificação e o tratamento de pontos negros ou críticos são extremamente rentáveis em termos de redução de acidentes, onde se pode obter taxas de retorno, em relação ao investimento, de 100% até 1000% (GARCÉS, 2003).

A identificação dos pontos críticos exige um cadastro de acidentes de trânsito que contenha, pelo menos, as datas, horas, tipo e gravidade, e os locais em que ocorreram os acidentes durante um ano ou mais (INST, 1995). GOLD (1998) relata que a organização das datas deve se dar: *i)* por meses do ano, para possibilitar a identificação da periodicidade da concentração de acidentes; *ii)* por dias da semana; *iii)* por dias do mês; e *iv)* por horas ou período do dia.

Segundo GOLD (1998), um local que naturalmente apresenta uma alta frequência de acidentes é a interseção de duas ou mais vias, nas quais ocorrem constantemente movimentos conflitantes entre os veículos e pedestres. GOLD (1998) acrescenta que a probabilidade de acidentes de trânsito urbano aumenta mais, quanto maior for o fluxo de usuários do sistema viário. Por esta razão, a maior concentração de acidentes ocorre habitualmente na área central. Todavia, em função da baixa velocidade do trânsito nesta zona, em geral, a frequência de acidentes com vítimas (excluindo os atropelamentos) é relativamente menor que nas vias de alta velocidade.

Apesar de haver pontos críticos, os acidentes de trânsito em áreas urbanas distribuem-se por toda a malha viária. Outros conceitos relacionados com o do ponto crítico, são os de trechos críticos e área crítica. Trecho crítico é o percurso da via urbana ou da rodovia onde ocorrem frequências elevadas de acidentes, sem que existam grandes concentrações pontuais. Áreas críticas, paralelamente, são áreas da malha viária que apresentam frequências de acidentes extraordinariamente elevadas (GOLD, 1998).

3.4.1 Determinação de Pontos Críticos

O Método de Acidentes Totais, um dos métodos para avaliar a segurança no trânsito e determinar os pontos de alto risco de acidentes, é baseado no registro da frequência de acidentes numa via ou num determinado cruzamento (ROZESTRATEN, 2001; GARCÉS, 2003). Outro método conhecido, segundo GARCÉS (2003), é o Método da Taxa de Acidentes, que expressa a taxa de acidentes trânsito com relação à gravidade dos mesmos, considerando seus custos sociais, o fluxo veicular e um número mínimo de acidentes que qualifique o ponto como crítico.

De forma geral, na determinação dos pontos críticos, os critérios podem levar em conta o número de acidentes no local, definindo-se a Taxa de Acidentes (T_j), apresentada na *equação (1)*. Esta taxa também pode ser definida, utilizando-se a unidade padrão de severidade, de acordo com Gold, citado por SIMÕES (2001), pela *equação (2)*.

$$T_j = \frac{A_j}{P * VDM_j} * 10^6; \quad (1)$$

$$T_j = \frac{UPS_j}{P * VDM_j} * 10^6; \quad (2)$$

Onde:

- A_j: número de acidentes no ponto crítico j no período P;
- P: período de tempo, em dias;
- T_j: taxa de acidentes no ponto crítico j;
- VDM_j: volume diário médio de veículos no ponto crítico j; e
- UPS_j: unidade padrão de severidade no ponto crítico.

Sendo a UPS definida pela soma do número de acidentes com danos materiais (*dm*), número de acidentes com feridos (*f*) e número de acidentes com mortes (*m*), com pesos diferentes para cada fator, 1, 5 e 13, respectivamente. Assim, UPS é indicado nas *equações (3) e (4)* abaixo:

$$UPS = dm + 5 * f + 13 * m; \quad (3)$$

Quando os dados são agrupados em acidentes sem vítimas (*sv*), com vítimas (*cv*) e atropelamento (*at*), a UPS pode ser definida como:

$$UPS = sv + 4 * cv + 6 * at; \quad (4)$$

Determinam-se as vias e áreas críticas, efetuando-se a soma dos pontos críticos pertencentes a estas vias ou áreas, com ponderação quanto às suas extensões, assim, tem-se para as *vias* a *equação (5)*:

$$T_{vi} = \frac{\sum T_j}{E_{vi}}; \quad (5)$$

Onde:

- T_{vi}: taxa de acidentes na via i;
- T_j: taxa de acidentes no ponto crítico j; e
- E_{vi}: extensão da via i em metros.

E para as *áreas*, tem-se a *equação (6)*:

$$T_{ai} = \frac{\sum T_j}{E_{ai}} * 10^6; \quad (6)$$

Onde:

- T_{ai}: taxa de acidentes no ponto crítico j;
- T_j: taxa de acidentes no ponto crítico j; e
- E_{ai}: extensão da área i em m².

As regiões ou locais críticos com maior taxa de acidentes é que devem ser priorizadas nas medidas corretivas, mas para SIMÕES (2001), todos os locais devem receber, na seqüência de intervenções, tratamento para aumento da segurança viária. A análise dos pontos críticos deve identificar os problemas locais e os fatores comuns ou padrões nos acidentes registrados (CET, 1979). Com esse objetivo, é necessário o conhecimento da importância da realização de estatísticas, do estudo dos dados sobre acidentes de tráfego, que deve contemplar a evolução da freqüência (crescimento alto e constante, mudança súbita, decréscimo, etc.), e a distribuição horária por semana.

3.5 A IMPORTÂNCIA DAS ESTATÍSTICAS

Um dos meios mais usuais de conhecer e quantificar um problema real em qualquer atividade dá-se através da realização e da análise de estatísticas que utilizam amostras de dados atuais e verdadeiros. A estatística é uma subdivisão da matemática que se ocupa dos métodos de coletar dados de maneira científica e com os processos que devem ser seguidos para analisá-los e, a partir deles, fazer interferências válidas (ROZESTRATEN, 1988). Na área de transportes, considera-se estatística uma forma simplificada de coleta, tabulação, processamento, análise e utilização de dados.

As estatísticas são fundamentais em qualquer área de atividade, pois permitem identificar os principais problemas, definir prioridades e avaliar o resultado dos trabalhos executados. Informações de fluidez e acidentes de trânsito são essenciais para a organização em todas as escalas: do planejamento estratégico, da gestão diária, ou, simplesmente, da ordenação dinâmica dos deslocamentos e da prática quotidiana da racionalização do espaço (BALBIN, 2000). Para CAMPBELL (1967), a principal vantagem da estatística de acidentes de trânsito é a de caracterizar eventos reais do passado, além de fornecer idéias de qualidade e de quantidade.

No Brasil, de acordo com DENATRAN (2000), valoriza-se pouco a utilização de estatísticas. Isso acontece devido a fatos diversos como: o desconhecimento da importância das informações, o alto custo das pesquisas, a necessidade de recursos humanos e materiais adequados. As comparações internacionais apresentam dificuldades, visto que, além da heterogeneidade das definições, dos sistemas de classificações e do grau de motorização, há uma diversidade de fatores geográficos e socioeconômicos que influem na segurança viária de cada país (CHAPMAN et al, 1982a; GEIPOT, 1997). Na maior parte dos países em desenvolvimento, a imprecisão e a falta de homogeneidade dos dados disponíveis tornam ainda mais difícil a análise dos acidentes (RAIA JR e SOUZA, 2000).

Alguns países desenvolvidos, como os Estados Unidos, dispõem de dados estatísticos em abundância, e bem próximos da realidade, o que permite aos técnicos a coleta de informações mais confiáveis. Em alguns países da Europa, como a

Suécia, já se trabalha com a “Meta Zero”, projeto que tem como meta a redução do número de acidentes a “zero”, isto é, fazer com que não haja mais acidentes de trânsito. Este objetivo pode parecer de início utopia para muitos, porém levanta a questão da aceitabilidade da ocorrência de mortos, feridos e imensos gastos materiais em acidentes de trânsito. Reforça ainda a responsabilidade de planejadores, tomadores de decisões, engenheiros de tráfego e técnicos no projeto, desenvolvimento e manutenção de vias nas cidades (JOHANSSON-STENMAN, 1999).

3.6 FONTES DE INFORMAÇÕES DAS ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

O objetivo da estatística dos acidentes de trânsito, bem como o de sua análise, é contribuir para a prevenção e/ou redução desses acidentes e orientar na escolha da medida corretiva a ser adotada pelo órgão competente (GEIPOT, 1997; RAIA JR e SOUZA, 2000). Além disso, a estatística de acidentes, muitas vezes, permite entender por que, quando e onde os acidentes ocorrem com maior frequência. Pode-se ainda citar a importância dos dados no que se refere às comparações dos níveis de segurança de trânsito entre diferentes localidades, cidades, estados e países.

O conhecimento e o debate da realidade dos fatos é importante para a colaboração na redução dos índices de acidentes, vindo auxiliar os serviços de fiscalização e engenharia de tráfego no aumento da segurança viária e, inclusive, no combate a estes acidentes através de parcerias (Vieira et al., citado por CARDOSO, 1999; DENATRAN, 2000). De acordo com SIMÕES (2001), toda população deve ter acesso a informações confiáveis e atualizadas a respeito de dados estatísticos dos acidentes de trânsito ocorridos na sua cidade.

Segundo RAIA JR e SOUZA (2000), os órgãos gestores de trânsito, na maioria das cidades, carecem de informações confiáveis, precisas e que forneçam subsídios para a tomada de decisão, tanto na esfera técnica ou política, com segurança e transparência. Tão importante quanto a qualidade dos dados dos acidentes é um

detalhado entendimento dos vários métodos de armazenamento, ordenação e apresentação, tendo em vista que a informação será necessária para diferentes usuários: engenheiros, policiais, pesquisadores etc., e para uma variedade de objetivos (Baginski, citado por CARDOSO, 1999).

Na identificação dos pontos, trechos e áreas na malha viária em que se verifica maior concentração de acidentes, os itens de investigação de acidentes de trânsito têm importância: *i)* ao proporcionar, pela sua análise, o mapeamento eficiente dos locais em que haja carência de segurança; *ii)* ao permitir a avaliação dos resultados das intervenções voltadas para o aumento da segurança de trânsito, que contribui para desenvolver um processo de hierarquização das intervenções (GEIPOT, 1999).

No Brasil, boa parte dos municípios registra as ocorrências de acidentes de trânsito nas delegacias de Polícia Civil. Em cidades onde há batalhões de trânsito da Polícia Militar, as ocorrências poderão estar ali registradas, pois é frequente o envolvimento da corporação no atendimento de acidentes. Nas rodovias, as ocorrências são atendidas, geralmente, pela Polícia Rodoviária Federal ou Estadual (GEIPOT, 1999). Entretanto, os valores oficialmente registrados para os acidentes de trânsito podem não refletir com exatidão as ocorrências, pois pelo que se observa no cotidiano, muitas situações são resolvidas de imediato pelos envolvidos, sem que se faça o registro dos fatos (CARVALHO NETO, 1996).

3.6.1 Boletim de ocorrência – BO

Em um grande número dos países, a principal fonte de informações dos acidentes de trânsito é o boletim de ocorrência (BO), que exerce um importante papel na análise de acidentes. Contudo, é primordial o desenvolvimento e a manutenção de sistemas de geração de informações padronizadas, metodologicamente válidas, funcionalmente imunes a sobressaltos administrativos (CARVALHO NETO, 1996). A estatística de trânsito nacional, muitas vezes, não apresenta BOs padronizados, culminando com a diminuição da confiabilidade dos resultados (GEIPOT, 1997).

Além da falta de padrões encontrados nos BOs, há um sub-registro da ocorrência de acidentes sem vítimas e atropelamentos, pois, no primeiro caso, as partes podem ter chegado a um acordo e deixado o local sem esperar ou registrar na polícia, ou ainda, no segundo caso, a vítima pode ter sido levada a um centro hospitalar por qualquer indivíduo antes da chegada do resgate da polícia (GOLD, 1995; GOLD, 1998; ANDRADE e MELLO-JORGE, 2001). Ibrahim e Silcock, citados por CARDOSO (1999), 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 informadas para a polícia.

Nos estudos de acidentes de trânsito, as variáveis levantadas podem ser excessivas e/ou escassas para uma análise prática de intervenção viária na parte de engenharia e fiscalização. É necessário pois um banco de dados (BD) eficiente. Os itens básicos a serem investigados e incluídos nos BOs⁹ de acidentes, de acordo com a utilização são: estado e cidade, setor da polícia e número do formulário principal; localização dos acidentes; número e gravidade das vítimas; data e hora da ocorrência; dados meteorológicos; tipo de localidade (centro urbano ou periferia); classificação da via (federal, estadual ou municipal, tráfego rodoviário); nome ou código da via (se houver); nome do cruzamento (se houver); características da via, geometria e condições da pista; existência de semáforos e outras sinalizações; tipo de acidente, sexo e idade dos envolvidos; dados dos veículos; etc.

De acordo com GEIPOT (1999), os agentes representantes dos Departamentos Estaduais de Trânsito – DETRANs reconhecem a necessidade de uma avaliação e de provável inclusão de novas informações importantes, no que se refere aos itens contidos nos diversos BOs. Entre elas, pode-se ter: a presença e o tempo de habilitação, os óbitos posteriores do acidentes sendo diferenciados dos ocorridos no local, o uso de equipamentos de segurança nos veículos, classificação da via urbana (trânsito rápido, arterial, coletora ou local); o código das infrações cometidas e grau de alcoolismo do condutor.

⁹ Boletins de Ocorrência

Algumas vezes, informações contidas nos BOs são incompletas ou incompatíveis com a realidade; por esta razão, é importante a promoção de palestras e cursos visando à conscientização de funcionários encarregados do preenchimento dos boletins, bem como a de seus respectivos superiores. É também desejado que tais palestras expliquem a importância da obtenção dos dados por eles coletados para a avaliação da segurança de trânsito.

No Brasil, os BOs de acidentes que cada polícia adota contêm apenas itens que são evidentes no local do acidente. Não se faz o acompanhamento após o acidente e as estatísticas são preparadas com base nos dados iniciais e divulgadas como números oficiais. Há portanto uma ausência de registro de vítimas que se tornam fatais no percurso ou dentro de algum centro médico (GEIPOT, 1997). Para evitar essa perda de informação pode-se acompanhar as vítimas graves, mediante contato com os hospitais, e/ou registrar o nome das vítimas e comparar com os nomes dos falecidos em um período após o acidente (GOLD, 1998).

Em muitos países, persistem diferentes entendimentos de morte no tráfego. A definição da Classificação Internacional de Doenças – CID diz que óbito por acidentes de trânsito é aquele que ocorre até um ano após seu acontecimento. Porém, o número mundialmente adotado refere-se às mortes passadas no período de apenas 30 dias (GEIPOT, 1997; CHAPMAN et al, 1982a). Sugere-se, então, a investigação de, pelo menos, até 24 horas após o acidente e, em seguida, pode-se classificar a vítima (fatal, grave ou leve).

Para Vieira et al., citados por CARDOSO (1999), devem ser somados esforços para que os órgãos envolvidos com o gerenciamento do tráfego se tornem integrados, por via informatizada, com outras fontes que contenham informações sobre os acidentes de trânsito. Desta maneira, poder-se-ia contar com informações mais reais quanto à situação das vítimas, além de se ter um banco de dados único. Segundo DENATRAN (2000), o Instituto Médico Legal – IML deve conter todos os atestados de óbitos por morte violenta. Outra fonte adicional de informações para o estado de São Paulo, é o arquivo da Fundação Sistema Estatal de Análise de Dados – SEADE, o qual registra os falecimentos por qualquer causa.

A partir das informações referentes aos acidentes de trânsito, pode-se estabelecer alguns índices cuja função é medir e comparar níveis de segurança viária. Alguns destes índices são descritos no item 3.7.

3.7 ALGUNS ÍNDICES UTILIZADOS NO CÁLCULO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

Muitas comparações podem ser feitas inter-relacionando variáveis dos acidentes de trânsito, tais como o número e a gravidade dos acidentes, a população, o número de veículos, a extensão da área considerada etc. Dentre elas pode-se citar, como exemplo, o Índice de Motorização, o Grau de Motorização, o Índice de Fatalidade.

3.7.1 Índice de Motorização

O *Índice de Motorização IM* – é definido pelo número de veículos motorizados em uma determinada data dividido pelo número de habitantes na região estudada, e em alguns casos, pode também representar um indicador do nível econômico desta população. Porém, não equivale dizer que este poder aquisitivo seja igualmente distribuído. O *IM* tem sua equação apresentada a seguir em (7):

$$IM = \frac{NV_{pi}}{P_T}; \quad (7)$$

Onde:

IM: Índice de Motorização;

NV_{pi} : Número de Veículos Motorizados no período; e

P_T : População Total.

3.7.2 Grau de Motorização

O *Grau de Motorização GM* – é definido pela relação inversa do *IM*, assim sendo, $GM = IM^{-1}$. O *GM* tem sua equação apresentada em (8):

$$GM = \frac{P_T}{NV_{Pi}} = \frac{1}{IM} = IM^{-1}; \quad (8)$$

3.7.3 Índice de Periculosidade

Um dos índices mais conhecidos, que se relaciona com a quantidade de acidentes de trânsito e a frota de veículos, é o *Índice de Periculosidade do Trânsito (IP)* de determinada área. O *IP* é determinado pela divisão do número total de acidentes de uma região por ano por 10 mil veículos, como indica a *equação (9)*.

$$IP = \frac{NA_{Pi}}{V} * 10^4; \quad (9)$$

Onde:

- IP: Índice de Periculosidade;
- NA_{Pi}: Número de Acidentes no período; e
- V: Veículos da área estudada.

3.7.4 Índice de Acidentes por habitante

O *Índice de Acidentes por Habitante (IA_H)* pode ser obtido, dividindo-se o número de acidentes de trânsito total de uma região por 10 mil habitantes (H) por ano, como mostra a *equação (10)*.

$$IA_H = \frac{NA_{Pi}}{H} * 10^4; \quad (10)$$

Vários índices podem representar a gravidade dos acidentes de trânsito, dentre eles os mais utilizados são: o número de mortes por 10 mil veículos por ano, e o número de mortes por 10 mil habitantes/ano de uma região. Porém, pode-se ter também outros índices considerando o número de feridos.

3.7.5 Índice de Fatalidade

O número de mortes para cada grupo de 10 mil veículos, chamado *Índice de Fatalidade* – IF , é usado internacionalmente para indicar o grau de violência no trânsito. O índice IF está apresentado na equação (11).

$$IF = \frac{NM_{Pi}}{V} * 10^4; \quad (11)$$

Onde:

- IF: Índice de Fatalidade;
- NM_{Pi} : Número de Mortes no período; e
- V: Veículos da área estudada.

3.7.6 Índice de Fatalidade por quilômetro

O número de mortes para cada grupo de 10^8 veículos X km, chamado *Índice de Fatalidade por Quilômetro* (IF_{km}), representa a melhor medida do risco de acidentes, pois se relaciona com a movimentação de veículos, porém é de difícil obtenção de dados, sendo aplicado mais em âmbito nacional e estadual que municipal (GEIPOT, 1998). O índice IF_{km} é apontado na equação (12), onde km equivale à distância média percorrida pelos veículos, em km.

$$IF_{km} = \frac{NM_{Pi}}{V * km} * 10^8; \quad (12)$$

3.7.7 Índice de Mortalidade

O *Índice de Mortalidade – IMt* que indica o número de mortes a cada 10 mil habitantes ou por 100 mil habitantes, revela o risco que o trânsito representa para a vida dos habitantes de uma região. Entretanto, o *IMt* pode levar a resultados imprecisos pois, entre os mortos considerados podem se encontrar pessoas residentes em outras cidades. O *IMt* tem sua equação exposta em (13):

$$IMt = \frac{NM_{Pi}}{H} * 10^4; \quad (13)$$

Onde:

IMt: Índice de Mortalidade;

H: Número de habitantes; e

NVA_{Pi}: Número de um tipo de veículo envolvido em acidentes fatais.

3.7.8 Taxa de Envolvimento em Desastres Fatais

A *Taxa de Envolvimento nos Desastres Fatais (TDF)* é definida pelo quociente da participação relativa de um determinado tipo de veículo nos acidentes com mortes pela participação desse mesmo tipo de veículo no trânsito da cidade (CET, 1997). O *TDF* tem sua equação indicada em (14):

$$TDF = \frac{NVA_{Pi}}{NV_{região}}; \quad (14)$$

Onde:

NVA_{Pi}: Número de veículos de um tipo envolvido em acidentes fatais;

NV_{região}: Número de veículos de um tipo em uma região; e

TDF: Taxa de envolvimento nos desastres fatais.

3.7.9 Índice de Tendência de Morte

Um outro indicador que diz respeito à maior ou menor tendência do acidente de trânsito ser fatal numa determinada área, o *Índice de Tendência de Morte* (IT_M). O IT_M é formado pelo número de mortes no trânsito a cada 100 acidentes de trânsito de uma região por ano. O IT_M é apresentado na equação (15).

$$IT_M = \frac{NM_{Pi}}{NA_{Pi}} * 10^2; \quad (15)$$

Onde:

- IT_M : Índice de tendência de morte;
- NA_{Pi} : Número de Acidentes no período; e
- NM_{Pi} : Número de Mortes no período.

3.8 OS CUSTOS GERADOS PELOS ACIDENTES

Os principais objetivos de quantificar monetariamente as perdas (diretas e indiretas) com acidentes de trânsito são de definir e justificar o valor a ser aplicado em determinadas alterações no sistema viário a serem realizadas. Com esta finalidade, devem-se estimar os custos unitários dos acidentes de trânsito, variando com o tipo e gravidade dos mesmos. Para definir custos de acidentes de tráfego, é necessário identificar todos os elementos que compõem esses custos e, em função dos dados disponíveis, definir os critérios metodológicos a serem empregados e, então, proceder as correspondentes quantificações (CARDOSO, 1999).

Dentre os valores materiais diretos, estão contidos os custos com medicamentos, internações, consultas médicas, consertos nos veículos, reparação nos equipamentos imobiliários e viários, danos às cargas transportadas, administração de seguros, serviços de advocacia, judiciários e funerais, entre outros. Algumas perdas materiais indiretas, como a perda de um dia de trabalho, de rendimentos futuros, de

obrigações familiares e de terceiros, podem ser citadas. Além dessas perdas, os acidentes de trânsito ainda provocam ferimentos de gravidade variada, seqüelas físicas e traumas psicológicos para o resto da vida das vítimas. O sofrimento, a dor e a aflição são alguns dos fatores classificados como perdas emocionais.

Atribuir um valor monetário para uma perda de vida humana ou para as conseqüências geradas pelos acidentes de trânsito, permanentes ou temporárias, é uma tarefa particularmente difícil, pois é imensurável o valor do sofrimento e das mudanças ocorridas na vida da vítima e em sua família. Hobbs, citado por CARDOSO (1999), relata que um dos métodos mais usuais é baseado na razão média da renda nacional, com objetivo de avaliar as perdas financeiras. Segundo Porto Velho, citado por CARDOSO (1999), geralmente, o capital humano aproximado é usado para estimar a perda da capacidade produtiva devido à fatalidade no tráfego, em que o custo aproximado do que se está disposto a pagar é usado para estimar a perda da qualidade de vida.

Um outro modo de mensurar as perdas humanas é o de contabilizar os anos potenciais de vida perdidos, já que, de acordo com CARVALHO NETO (1996), os grupos etários mais jovens situam-se como os maiores alvos da mortalidade por acidentes de trânsito. A esperança estimada de vida ao nascer em 2002, é de aproximadamente 73 anos para as mulheres, e de 65 anos para os homens. Assim, obtém-se a média é de 69 anos. Com esses valores pode-se estimar os anos de vidas perdidos em mortes por causas externas (IBGE, 2002).

Um estudo realizado pela Companhia de Engenharia de Tráfego – CET, estima o custo dos acidentes no Brasil em 1995. As cifras alcançam US\$ 9,6 bilhões, sendo US\$ 6,6 bilhões, para acidentes com vítima e US\$ 3 bilhões, para acidentes sem vítimas. Estes valores são referentes a aproximadamente 210 mil acidentes de tráfego ocorridos na zona rural e 862 mil acidentes na zona urbana (GOLD, 1998).

Uma outra estimativa muito semelhante, também divulgada por Philip Gold, através do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, em 1999, aponta custos de R\$ 10 bilhões por ano (ABDETRAN, 2001a). No entanto, FERRAZ et al.

(1999), estima que o custo anual dos acidentes de trânsito no Brasil seja de US\$ 5 bilhões, considerando neste montante: despesas materiais, médico-hospitalares, perda de dias de trabalho, aposentadorias precoces, custos policiais e judiciários. Por sua vez, a estimativa divulgada pela ANTP (1999) é mais otimista, e diz que o custo global dos acidentes de trânsito pode ser estimado em mais de US\$ 3 bilhões por ano.

De acordo com IPEA e ANTP (2003), no Brasil, no ano de 2001, os acidentes de trânsito geraram custos da ordem de R\$ 5,3 bilhões para a área urbana de forma geral e de R\$ 3,6 bilhões para as aglomerações, “a preços de abril de 2003”. Dentre estes últimos, 43% foram decorridos a custos por perda de produção; 30%, por danos a veículos, propriedades e sinalização de trânsito; 16%, por tratamentos médico-hospitalares. O custo médio dos acidentes foi de R\$ 8,8 mil, analisando todas as severidades, mas considerando apenas os acidentes com vítimas, o valor médio foi de R\$ 35,1 mil. Os custos médios de atendimento hospitalar por tipo de paciente, internado e não internado, foram de R\$ 47,6 mil e R\$ 645, respectivamente. Segundo ALVES JR (2002), no Brasil, o custo de um tratamento médico hospitalar de uma vítima de acidentes de trânsito se aproxima de 2.500 dólares americanos.

A ineficiência, ou a falta, de gestão adequada de dados de acidentes de trânsito poderia explicar essa variação de custos gerados pelos acidentes. Sendo assim, no Brasil, é inegável a necessidade da existência de pesquisas precisas ligadas ao assunto como aquelas que são promovidas em muitos países desenvolvidos.

O custo dos acidentes, sobretudo o dos fatais, tem um grande impacto na análise econômica dos danos gerados pelos acidentes (STEPHENS, 1993). De acordo com Blincoe, citado por NHTSA (1996), baseado em um estudo realizado pelo Departamento de Transportes dos Estados Unidos, o custo dos acidentes de trânsito em rodovias naquele país, em 1994, foi de US\$150 bilhões. O custo médico-hospitalar, perdas de salários, atraso em viagens e consertos de veículos são compartilhados entre empregadores/empresários, seguradoras e governo americano. O sofrimento e toda perda de qualidade de vida das vítimas de acidentes de trânsito e de seus familiares não são contabilizados.

Para NHTSA (1996), uma das alternativas de reduzir, significativamente, os custos de acidentes de trânsito é preveni-los através de programas para a segurança do tráfego.

4 BANCO DE DADOS E SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Organizações governamentais, tais como prefeituras, em alguns casos, podem ser comparados a empresas que visam ao bem estar e saúde dos habitantes de sua região. De acordo com o *Customer Relationship Management* — CRM, ferramenta de *marketing*, para conhecer seus clientes, no caso, sua população, deve-se saber seus problemas, insatisfações, preocupações e antecipar seus anseios e necessidades. Um dos modos de execução desta tarefa é a utilização de levantamento e armazenamento de registros em banco de dados (BD).

Com uso de tecnologia de banco de dados, armazenam-se registros de qualquer natureza, de forma organizada, para que seja possível a geração de informações úteis de suporte a decisões inteligentes por parte dos gerenciadores. Esta nova forma de abordagem empresarial é conhecida como *Business Intelligence (BI)*, ou Inteligência nos Negócios. O uso adequado da tecnologia deve atender e adaptar-se às reais necessidades específicas do tipo de negócio, e para isso, há a necessidade de identificar os dados capazes de gerar informações inteligentes para o suporte a decisões gerenciais. De acordo com BRAY (1993), é importante para assegurar a viabilidade do sistema de gerenciamento de segurança viária o desenvolvimento e a manutenção de um banco de dados integrado, que localize os acidentes, que os divida em categorias e fatores contribuintes e que os relacione com os tipos de vias e dados de tráfego.

Para melhorar a qualidade, os indicadores de segurança de trânsito, IPEA e ANTP (2003), propõem ao DENATRAN: *i)* definir um conjunto mínimo de dados sobre a ocorrência de acidentes de trânsito a serem levantadas pelos órgãos de trânsito ou policiais; *ii)* definir procedimentos homogêneos a serem utilizados pelos órgãos de trânsito e policias para coleta, registro e tratamento dos dados de acidentes de trânsito; *iii)* apoiar a implantação de sistemas de informação de acidentes de trânsito nos órgãos de trânsito municipais; *iv)* organizar o sistema nacional de dados de acidentes de trânsito, contendo indicadores de segurança de trânsito nacional, regional e local, que

reflitam os padrões de segurança de trânsito existentes e sua evolução; v) estabelecer mecanismo de aferição de qualidade dos dados registrados, com controle estatístico, através de pesquisas amostrais periódicas.

4.1 BANCO DE DADOS

Um banco de dados é um conjunto de dados que são armazenados, organizados, expandidos, atualizados e recuperados, num sistema computacional de informação para servir a uma ou mais aplicações, independentemente do programa utilizado (HUXHOLD, 1991; ANTENUCCI et al, 1991).

Uma estrutura de banco de dados que reflete a percepção do mundo real é dinâmica, devendo ser constantemente atualizada para continuar a ser utilizada de maneira apropriada pelos tomadores de decisão. A organização de um modelo de dados conceituais ou lógicos compõe-se de duas partes: *i)* entidades, que são representações das características percebidas, podendo ser objetos físicos, fenômenos ou incidentes; *ii)* atributos, que são dados descritivos sobre as entidades. Um modelo de dados descreve entidades e atributos, seus relacionamentos, como são utilizados, os processos de gerenciamento e de transferência de dados entre sistemas ou aplicações, e as condições necessárias para uma operação eficiente e efetiva (HUXHOLD, 1991; HUXHOLD e LEVINSOHN, 1995).

Registro é um agrupamento lógico e, algumas vezes, físico de campos de dados relacionados, que são tratados como uma única unidade pelo programa computacional. Banco de dados relacional é uma estrutura de um banco de dados composta de mais de um arquivo que podem ser combinados devido ao relacionamento entre os dados registrados. Isto reduz a complexidade da rede, permitindo que ligações entre os dados comuns formem associações (HUXHOLD, 1991).

Em um banco de dados, os dados podem ser gráficos ou não gráficos. Os dados gráficos são descrições digitais de características do mapa, podendo incluir as coordenadas, regras e símbolos que definem elementos cartográficos. Os dados não

gráficos ou atributos, são representações das características, qualidades ou relacionamentos de localizações geográficas (ANTENUCCI, 1991).

Os dados não gráficos podem ser: atributos, dados geograficamente referenciados, índices geográficos e relacionamentos espaciais. Os *atributos* descrevem em palavras e números as entidades representadas pelos elementos gráficos. Os *dados geograficamente referenciados* descrevem fenômenos físicos, características produzidas pelo homem e eventos que ocorrem em uma específica localização geográfica. Os *índices geográficos* ajudam a inserir dados e características geográficas baseados em seus identificadores geográficos. Os *relacionamentos espaciais* são descrições de proximidade, adjacência e conectividade de características geográficas (ANTENUCCI, 1991).

Os dados gráficos representam imagens de mapas em formas computacionais e podem apresentar seis tipos de elementos gráficos: pontos, linhas, áreas, células em grelha, *pixels* (menor unidade de imagem em uma tela de computador) e símbolos.

4.2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Um sistema pode ser definido como um conjunto de partes que se interagem de modo a atingir um determinado fim, de acordo com um plano ou princípio; ou um conjunto de procedimentos, doutrinas, idéias ou princípios, logicamente ordenados e coesos com intenção de descrever, explicar ou dirigir o funcionamento de um todo (KAWAMOTO, 2002).

Ainda, segundo KAWAMOTO (2002), a abordagem de sistema é um processo de análise no qual procura-se disciplinar o bom senso e a intuição através de um raciocínio lógico e uma análise formal do problema. Caracteriza-se pela análise do problema como um todo, preocupando-se com as interfaces entre suas diversas partes, pela reunião de equipes interdisciplinares, enfatizando a necessidade de iteração e avaliação permanente.

A análise de sistemas pode ser realizada em três etapas básicas. A primeira, refere-se ao diagnóstico de um sistema existente, tendo-se em vista a situação presente e o futuro previsível. Uma vez caracterizados os seus problemas, são definidos os objetivos e passa-se para a segunda etapa, que trata da análise dos planos, programas ou projetos alternativos, dos impactos das estratégias adotadas, e da estimativa de custo e benefícios das várias estratégias. A terceira etapa está relacionada à avaliação de planos, programas ou projetos alternativos e à análise dos impactos das estratégias de tomada de decisão (KAWAMOTO, 2002).

A primeira atividade da análise de um sistema de informações deve ser a coleta de dados, estudos e planos realizados sobre e para os problemas. Deve-se programar a forma e o nível de detalhe em que os dados devem ser coletados, uma vez que o nível de detalhe e de agregação dos dados requeridos depende muito do objetivo da análise. Dados deficientes ou inexistentes devem ser claramente identificados (KAWAMOTO, 2002).

O levantamento e organização de dados de forma estruturada sempre demandam prazos muito longos em relação às necessidades de resultados. A partir da estruturação e criação de um sistema de gerenciamento e da adoção de tecnologias de informações adequadas pode ser obtida maior agilidade dos dados, minimizando a ausência e defasagem temporal dos mesmos (FISCHMANN et al., 2000).

Segundo MENEGUETTE (2003), a análise estatística e modelagem de padrões e processos espaciais têm confiado ao longo do tempo na tecnologia computacional. Avanços na tecnologia da informação fizeram estas técnicas mais amplamente acessíveis e permitiram aos modelos expandirem-se em complexidade e escala para prover representações mais exatas dos processos do mundo real.

A evolução tecnológica tem possibilitado e contribuído na concepção e posterior sistematização de complexas bases de dados (Carter et al., citados por FISCHMANN et al., 2000). Na construção de complexos sistemas de informação, torna-se estratégico identificar a sua funcionalidade quanto à consistência de seus processos, à diminuição dos períodos de processamento, à possibilidade de crescimento e à

facilidade de mudança e manutenção (Burch e Grudnitski, citados por FISCHMANN et al., 2000).

Para MENEGUETTE (2003), no contexto destas inovações, Sistemas de Informações Geográficas têm desempenhado um papel importante como integrador de várias tecnologias. Com essa poderosa tecnologia SIG, é possível elaborar e sobrepor mapas, modelar, fazer buscas e analisar uma grande quantidade de dados, todos mantidos em um único banco de dados.

Para HUXHOLD (1991) e ANTENUCCI et al (1991), a tecnologia SIG tem um vasto potencial, pois seus mapas e dados associados com suas localizações devem ser fontes utilizadas diariamente para melhorar o fornecimento de serviços públicos, gerenciamento de recursos, e definir e organizar políticas públicas.

O SIG, ferramenta fundamental para o desenvolvimento do Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Tráfego – SIG SET, pode ser definido como um conjunto de recursos tecnológicos (hardware e software), de dados e de procedimentos para coletar, armazenar, manipular, gerenciar, atualizar, analisar e apresentar mapas e informações descritivas que podem ser referenciadas geograficamente, de forma a auxiliar a resolução de problemas complexos de planejamento e gerenciamento (HUXHOLD e LEVINSOHN, 1995; KENNEDY, 1996). A possibilidade de manipulação dos dados, a rapidez na atualização e processamento das informações, os recursos de cálculo e visuais dos programas são algumas das vantagens de se trabalhar com essa ferramenta.

Para MENEGUETTE (2003), o SIG é uma base de dados digital de propósito especial no qual um sistema de coordenadas espaciais é o meio primário de referência para armazenar e acessar a informação. Um SIG requer recursos de: entrada dos dados a partir de mapas, fotografias aéreas, imagens de satélites, levantamentos de campo, e outras fontes; armazenamento, recuperação e busca de dados; transformação de dados, análise e modelagem, incluindo estatística espacial; e comunicação dos dados, através de mapas, relatórios e planos. Ainda, segundo MENEGUETTE (2003), o modo como os dados são inseridos, armazenados e analisados dentro de um SIG deve refletir a

maneira como a informação será usada para uma pesquisa específica ou para desempenhar em um processo amplo de tomada de decisão.

Segundo Hanizan, citado por ANTENUCCI et al (1991), SIG é um sistema de gerenciamento de informação que pode: *i)* coletar, armazenar e restabelecer informações baseadas em suas localizações espaciais; *ii)* identificar locais dentro de ambiente de modo a selecionar critérios específicos; *iii)* explorar relacionamentos entre dados; *iv)* analisar e relacionar dados espacialmente, como auxílio a tomada de decisões; *v)* facilitar a seleção e transposição de dados para modelos específicos de aplicação analítica, capazes de acessar o impacto de alternativas selecionadas; *vi)* mostrar um ambiente selecionado, graficamente e numericamente, antes ou depois de análises.

O propósito de um SIG tradicional é a análise espacial, portanto, a captura dos dados e a produção cartográfica podem ser limitadas (HUXHOLD, 1991). Sua capacidade de análise apóia a tomada de decisão para projetos específicos e/ou áreas geográficas limitadas, podendo também, aperfeiçoar a aplicação de recursos investidos e a eficiência operacional de uma organização privada ou governamental (HUXHOLD e LEVINSOHN, 1995). Suas características de banco de dados cartográficos (exatidão, continuidade, completitude etc.) são tipicamente apropriados para produção de mapas em pequena escala.

As ferramentas de análise espacial em um SIG são programas computacionais que extraem, manipulam e mostram geograficamente informações. Geralmente, envolvem o acesso aos bancos de dados descritivos para processar atributos e cálculos matemáticos; e utilizam os relacionamentos topológicos de pontos, linhas e polígonos para processar a base cartográfica de dados geométricos (HUXHOLD, 1991).

A capacidade de gerenciar grandes volumes de informações gráficas e alfa numéricas, de forma integrada a partir da localização geográfica, é o que distingue o SIG de outros sistemas gráficos e de sistemas de informações tradicionais (DAVIS, 1999). Os SIGs trabalham com um campo de identificação numérica, denominada ID (identificador) que é o elemento comum entre o banco de dados e a representação

espacial, sendo que o mapa básico é formado por camadas de informação gráfica constituídas por pontos, linhas ou áreas (SIMÕES, 2001).

De acordo com DAVIS (1999), o elemento mais importante do software SIG é o gerenciador de banco de dados, o qual tem a tarefa de garantir que as informações estejam disponíveis de forma consistente e que sejam acessadas com a eficiência exigida pelas aplicações.

Os programas SIG podem ser baseados em duas estruturas de representação de dados espaciais, que são denominadas *Raster* e *Vetorial*. A estrutura *Raster* constitui-se da divisão do espaço em uma malha regular de resolução específica, formando uma matriz de pequenos pontos ou células, a cada um deles são associadas às informações alfanuméricas ou atributos (HUXHOLD, 1991). A *Vetorial* considera o espaço de forma contínua, tentando reproduzir as dimensões e formas da maneira mais fiel possível, considerando que todos os pontos no espaço têm coordenadas exatas, o que garante um grau de precisão maior para os programas de estrutura vetorial (Silva et al. citados por SIMÕES, 2001).

Para NASSI et al. (2001a), a grande vantagem da utilização do SIG está na sua utilização como um Sistema de Apoio à Tomada de Decisão (SATD). Segundo MENEGUETTE (2003), atualmente, dezenas de sistemas de software SIG oferecem capacidades para tomada de decisão. O grande número disponível às vezes torna difícil o discernimento das diferenças entre os sistemas, as potencialidades e as limitações de aplicações de cada um. Frequentemente, sistemas de software SIG são especializados em apoiar certos tipos de tomadas de decisão. Os SIGs são melhorados para satisfazer necessidades específicas de planejamento demográfico, de transporte, urbano, e assim por diante. Estes sistemas podem responder bem a problemas individuais, mas eles também são limitados.

4.3 SIG-T

Os Sistemas de Informações Geográficas para Transportes, os SIG-Ts, são SIGs adaptados com ferramentas específicas para auxiliar na resolução de problemas na área de transportes e trânsito. Para THILL (2000), o SIG-T tem funções, tais como, modelagem, manipulação e análise de dados, que não são completamente preenchidas pelo SIG convencional. Segundo SILVEIRA et al, 2001, o SIG-T contribui na modelagem em transportes por ser um instrumento reconhecidamente capaz de representar a realidade espacial de um ambiente urbano e de conduzir análises espaciais.

Os SIG-Ts ¹⁰ podem ser utilizados nos setores públicos, por exemplo, por planejadores e gestores municipais, estaduais e federais, e nos setores privados, por indústrias ou empresas de serviços que empreguem logística de transporte de carga ou passageiros. Ainda, os SIGs podem ser aplicados em projeto de vias, mapeamento de rodovias, gerenciamento e manutenção de pavimentos, planejamento e aplicação de fundos (capital), análise de dados de acidentes e volumes de tráfego, e roteamento e distribuição de veículos (ANTENUCCI et al, 1991; THILL, 2000).

Para aplicações em logística, por exemplo, é necessária a localização de endereços em uma rede, tanto para estudo de rotas quanto para cálculo estimado de tempos de viagens. No sistema SIG, os atributos são conectados a um mapa ou elemento gráfico através de um identificador comum, os *geocodes*, identificadores geográficos ou *address matching*, que são índices espaciais com coordenadas que identificam pontos, linhas ou áreas, isto é, localizam automaticamente endereços. O *address matching* encontra o endereço no arquivo de dados e estima uma posição no mapa interpolando quarteirões de ruas ou outros segmentos (ANTENUCCI et al, 1991). A localização pode ser, ainda, manual, por meio do operador.

Dentre os SIG-T citam-se os softwares *TransCAD* e *UFOSNET*. Devido à disponibilidade do *software TransCAD*, licenciado e registrado, no departamento de Engenharia Civil, da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, optou-se por sua utilização nesta pesquisa.

¹⁰ Sistemas de Informações Geográficas para Transportes

4.3.1 *TransCAD*

O *TransCAD*¹¹ é um Sistema de Informações Geográficas aplicado aos problemas de transporte (SIG-T). Este programa é uma ferramenta importante na análise dos dados de acidentes de trânsito, pois suas possibilidades são amplas, tanto na visualização e localização dos dados quanto, no agrupamento, na seleção de informações, estatísticas, correlação entre as variáveis e cálculo destes dados. A criação de mapas temáticos e uma rápida atualização do banco de dados, além de permitir o intercâmbio com outros programas, são recursos oferecidos pelo *TransCAD*.

Através do programa, é estabelecida uma integração dos dados gráficos contidos no mapa digitalizado da cidade com o banco de dados dos acidentes, o que facilita as análises e visualização dos mesmos. A criação de mapas temáticos é feita pelo agrupamento de dados de um item selecionado ou mediante a condições predeterminadas. Pode-se, com o *TransCAD*, por exemplo, obter informações de um tipo de acidente de uma interseção num horário específico. O resumo estatístico dos acidentes pode ser fornecido com relação a cada item do banco de dados.

As análises de áreas, vias e pontos críticos podem ser feitos por agrupamentos dos dados de acidentes, que constituem um conjunto de pontos posicionados geograficamente na rede viária urbana, em áreas do mapa da cidade. Estes locais devem receber tratamento da engenharia de tráfego que se constitui no estabelecimento de critérios para a determinação dos mesmos, identificação dos padrões de acidentes que possam ocorrer devido à geometria, sinalização e regulamentação da via e implantação de medidas corretivas para a redução dos acidentes.

4.4 APLICAÇÕES DE BANCOS DE DADOS EM TRANSPORTES

Algumas aplicações de banco de dados em transportes são citadas nos itens 4.4.1 a 4.4.4, desde as que utilizam formas mais simples de banco de dados,

¹¹ Desenvolvido por *Caliper Corporation*

quanto as mais complexas, por exemplo, em plataforma SIG, dependendo de cada finalidade e grau de complexidade das informações coletadas e armazenadas.

4.4.1 Transporte Coletivo

A Secretaria de Transporte e Trânsito Urbano, a STTU, da prefeitura de Natal – RN, na gestão 2001-2002, informatizou seu atendimento ao público, padronizou seus procedimentos e proporcionou maior transparência, eficiência e segurança na execução de processos, centralizando suas informações em um único banco de dados. Algumas das informações encontradas no banco de dados são: consultas às linhas, itinerários e número de usuários do transporte público urbano, multas aplicadas mais freqüentes, alterações na sinalização vertical e horizontal etc.

Outro exemplo pode ser citado, os bancos de dados da pesquisa origem-destino, na linha de contorno e a domiciliar, realizada em 1997 pela Companhia Metropolitana de São Paulo – METRÔ. Podem ser consultadas muitas informações, como: linhas do metrô – existentes e projetadas, o número e as características das viagens que ocorrem na região por meio rodoviário e ferroviário, composição da frota, crescimento demográfico, índice de mobilidade, taxa de motorização etc. As informações são armazenadas e divulgadas através de CD-ROMs.

Na cidade do Rio de Janeiro foram desenvolvidas bases georeferenciadas de transportes, utilizando pacotes computacionais *TransCAD* e *Maptitude*. Para o transporte coletivo por ônibus, as aplicações tinham como objetivo, entre outros, criar banco de dados operacionais das linhas de ônibus intermunicipais e incorporar a base de dados alfanuméricos da pesquisa Sobe-Desce (Embarque-Desembarque) (NASSI et al., 2001a).

Em Fortaleza – CE, a rede de transporte coletivo por ônibus e seus principais atributos (linhas, terminais e pontos de parada) estão representados em uma base georeferenciada, em ambiente SIG-T – *TransCAD*, existente na Universidade Federal do Ceará – UFC. As características operacionais do sistema são inseridas no banco de dados SIT-FOR da empresa gestora do transporte público municipal.

Entretanto, estuda-se a criação da interface que promova o intercâmbio de dados entre os sistemas envolvidos (SIT-FOR e *TransCAD*) (HENRIQUE e LOUREIRO, 2002).

Em Guaratinguetá – SP, os sistemas TRANSIG e SIGPOP, ambos desenvolvidos pela Universidade Estadual de São Paulo – UNESP em ambiente SIG (ArcView), servem de apoio à decisão para o planejamento de transporte urbano de passageiros. O TRANSIG determina o itinerário das linhas viáveis e o conjunto de possíveis trajetos entre as diferentes regiões da cidade, e permite a avaliação do desempenho de redes de transporte coletivo. O SIGPOP possibilita o gerenciamento de pontos de parada de ônibus (BATISTA JR et al., 2001).

Para definir rotas de ônibus foi também implantado em Sobradinho – DF um método que integra o SIG (*software* MGE¹²), com o Sensoriamento Remoto (SR) e o Método de Análise Hierárquica (MAH). A base digital utilizada foi a CODEPLAN, com informações sobre sistemas de tráfego, topografia, hidrografia, topologia, entre outras. Informações adicionais, como as linhas de ônibus existentes, foram coletadas do DMTU¹³ (SILVEIRA, 2001).

4.4.2 Sistema Viário

O *Boulevard Peripérique*, anel viário com características expressas de Paris, França, possui um sistema de informação de forma instantânea aos usuários da situação do trânsito a partir de uma organização simultânea dos dados. Neste sistema são instalados laços eletromagnéticos para contagem de veículos, e cálculo da taxa de ocupação e da velocidade dos veículos. As imagens geradas por câmeras de vídeo, informam a localização dos congestionamentos, acidentes, obras, itinerários saturados e o tempo de percurso. As informações resultantes têm seu caráter público assegurado e são divulgadas em várias mídias (BALBIM, 2000).

Na cidade de São Carlos, foi desenvolvido o banco de dados do Sistema Urbano de Tráfego e Transportes – o SIG-SUTT, em ambiente SIG – *TransCAD*. A

¹² Comercializado por *Intergraph*

¹³ Departamento Metropolitano de Transportes Urbanos

base cadastral possui informações sobre o sistema viário, quadras, uso do solo, pólos geradores de tráfego, sistema de transporte coletivo etc. Os atributos do sistema viário incluído à base são: o nome e largura da via, CEP, numeração dos imóveis, mão de direção, velocidade de projeto ou máxima permitida, tipo e estado de conservação do pavimento, volume de veículos, regulamentação de estacionamento (NASSI et al., 2001a).

A Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – GEIPOT, com o objetivo de georeferenciar as informações sobre infra-estrutura de transportes, desenvolveu e implantou o SISMAP – Sistema de Informações Georeferenciadas de Transporte. O SISMAP é formado por um sistema de mapas georeferenciados com interligação nas estruturas de Banco de Dados, numéricos e textuais. Essas informações estão disponíveis na internet e podem ser constantemente atualizadas. Este Sistema desenvolvido para planejamento e análise, possibilitando consultas a todos os modais de transportes retornando, ao usuário, mapas dinâmicos de acordo com o tema consultado.

A Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo – CET desenvolveu um Sistema de Informação de Planejamento de Tráfego e Transporte chamado de SIMPLA, cujo objetivo é subsidiar estudos, políticas e diretrizes aplicadas para otimizar o desempenho da circulação urbana da cidade. O SIMPLA é composto pelo INFOVEL, GEOSAMPA, MONITRANS, Diário Operacional e Banco de Informações – SPL (UETA, 2001).

INFOVEL é um sistema que informa velocidades históricas e em tempo real dos principais corredores de trânsito da cidade de São Paulo, baseado em informações extraídas das Centrais de Tráfego em Área – CTA's e do sistema de fiscalização. O GEOSAMPA é um sistema de informações georeferenciado que abrange todo espaço urbano da cidade, disponibilizando: linhas do metrô; quadras fiscais; acidentes fatais (jan/93 a jun/00); classificação viária; mãos de direção; pesquisas volumétricas classificadas; placas de orientação; radares; semáforos; entre outros (CARDOSO, 2000; UETA, 2001).

O sistema MONITRANS, da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo – CET, é composto por um conjunto de informações relativas às operações de

campo efetuadas diariamente, de forma regionalizada, pelas Gerências de Engenharia de Tráfego – GETs. Estas informações registram os índices de congestionamentos dos principais corredores monitorados, assim como as ocorrências e impedâncias no sistema viário, cujos indicadores são disponibilizados *on line* ou predefinidas séries históricas (UETA, 2001).

Na Itália, a Agência Nacional Rodoviária (ANAS) desenvolveu um banco de dados unificado da rede viária com a utilização dos *softwares ArcInfo e ArcView*. O sistema prevê armazenar e gerenciar informações relacionadas com as condições do pavimento, geometria da via, sinalização, acidentes de tráfego etc. (MONICA e FANO, 1998).

Nas Filipinas, o *Department of Public Works and Highways (DPWH)* gerencia as rodovias e pontes nacionais, com a utilização de SIG (*ESRI Map Objects*) e *LRS (Locational Referencing System)* para relacionar os vários tipos de dados do sistema viário (MENGSCI et al., 2002).

4.4.3 Acidentes de Trânsito

A Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, a CET, responsável pelo planejamento e operação técnica do trânsito no Município de São Paulo, mantém um banco de dados informatizado sobre acidentes de trânsito ocorridos e registrados no município, desde 1970. O sistema chamado Sistema de Acidente de Trânsito, o SAT, foi criado utilizando a linguagem DBASE e não apresenta opções gráficas para inclusão dos diagramas de acidentes.

Na Dinamarca, para desenvolver modelos que prevêem acidentes de trânsito em vias urbanas, foi necessário obter, durante cinco anos, informações detalhadas dos acidentes de trânsito, volume de tráfego e características do sistema viário. O banco de dados criado armazena dados alfa-numéricos (não-gráficos), e foi aplicada uma técnica de regressão (*Poisson*) (GREIBE, 2003).

No relatório final do projeto *Africa Safety Review*, preparado para o Departamento de Transportes dos EUA, foi analisada a segurança viária de países na *Sub Saharan Africa*. A pesquisa foi distribuída, pela *United Nation Economic Commission for Africa (ECA)*, para 42 países, mas somente em 20% foram obtidas respostas. Somente a África do Sul apresentava banco de dados de acidentes de trânsito em ambiente SIG. Levantou-se, em cada país, o método utilizado na coleta de dados de acidentes de trânsito, e as informações e qualidade dos dados (JACOB, 2000).

Dentre as empresas privadas empenhadas em investigar uma amostra de acidentes de trânsito (urbanos e rodoviários), identificando os diversos aspectos que contribuíram para cada acidente de trânsito, estava a CITYPLAN Engenharia, a qual desenvolveu um *software* chamado BIAT 1.0 – Banco de Informações de Acidentes de Trânsito. Este programa em linguagem C++ continua a ser utilizado, entretanto, no momento, é gerenciado pela empresa paulista *Connection Tecnologia – Scaringella Transito*, e teve seu nome modificado para SIAT – Sistemas de Informações de Acidentes. O SIAT possui uma ferramenta que permite a entrada de dados para uma representação gráfica do croqui do local do acidente (SCARINGELLA, 2003).

O croqui do local do acidente é um dado adicional que pode ser obtido nos próprios Boletins de Ocorrência da Polícia Militar ou Civil – BOs. Entretanto, no Brasil, a polícia é requisitada no local somente nos acidentes com vítimas. Mesmo assim, muitas vezes, não é possível obter a posição exata dos veículos e/ou das vítimas no sistema viário logo após o acidente. Para haver uma aplicabilidade da inserção de um croqui do local do acidente num sistema de informações, é preciso que exista uma ação junto ao órgão gerencial para formar equipe regular, especializada e treinada em trânsito que realize a análise técnica de engenharia visando à segurança viária, e não somente tente achar o culpado pela ocorrência do acidente.

Outra solução mais concisa seria um ou mais especialistas do órgão gestor acompanharem a polícia nas ocorrências de acidentes de trânsito. Esta solução exigiria um investimento em mão de obra especializada, o que geraria um custo adicional ao órgão gestor. Porém, seu custo seria justificado pela relevância social do serviço a ser prestado e pela redução dos custos indiretos, como: as despesas

hospitalares e perdas de vidas, com a diminuição da gravidade e da ocorrência dos acidentes de trânsito.

Para a determinação dos óbitos em acidentes de trânsito, o Departamento de Pesquisa e Estatística de Campinas-SP realiza a comparação dos dados provenientes do Instituto Médico Legal – IML, das Delegacias de Polícia Civil, da Polícia Militar, e dos Serviços Técnicos Gerais (incumbida de remoção e enterro de corpos no município). O banco de dados de vítimas fatais armazena dados, como a data do óbito, idade, sexo, causa da morte, tipo e local do acidente (KFOURI et al., 2000a).

4.4.4 Acidentes em Ambiente SIG

No Brasil, assim como em alguns países desenvolvidos, autores e pesquisadores vêm desenvolvendo metodologias de bancos de dados que vão além do tipo relacional, exigido pelo DENATRAN. Ou seja, propõem que sejam utilizados bancos de dados espaciais, em ambiente de Sistema de Informações Geográficas.

Para analisar a relação de acidentes de trânsito com as características geométricas das rodovias, foi proposto, em 2002, um método de sistematização e levantamento de dados por professores da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP e da Universidade de São Paulo – USP. O método utiliza, inicialmente, o banco de dados de acidentes de trânsito SATEESC¹⁴, em *Access*, baseado no programa SAT¹⁵. Posteriormente, os dados dos acidentes são inseridos em um SIG, no *TransCAD*, com nova formatação de tabelas. Ainda, outros bancos de dados em ambiente SIG são criados: *i*) banco de dados contendo atributos de geometria vertical e horizontal das vias; *ii*) banco de dados com características do tráfego (volume, composição e velocidade); *iii*) e banco de dados de outros atributos (sinalização, condições da pista etc.) (LOTTI et al., 2002).

Na Universidade Federal de São Carlos – UFSCar foram desenvolvidos dois bancos de dados, um em ambiente *Access* e outro em SIG – *TransCAD*, para

¹⁴ Sistema de Armazenamento e Consulta de Acidentes de Trânsito da EESC

armazenar e analisar dados de acidentes de trânsito na cidade de São Carlos dos anos de 2000 e 2001. Os atributos inseridos no banco de dados foram extraídos dos boletins de ocorrência, que são armazenados na Polícia Militar da cidade (RAIA JR e SOUZA, 2000; MANTOVANI e RAIA JR, 2001a; MANTOVANI e RAIA JR, 2002a).

Em Fortaleza – CE, para identificar padrões espaciais de causas de acidentes de trânsito foi desenvolvido um banco de dados em ambiente SIG-T – *TransCAD*, com dados obtidos a partir da digitação de boletins de ocorrência da ETTUSA¹⁶. Os dados utilizados foram referentes aos acidentes sem vítimas nos cruzamentos semaforizados da cidade, que ocorreram durante 4 meses do ano de 1999 (CARDOSO e LOUREIRO, 2001).

No município de São José – SC, os dados dos acidentes de trânsito foram coletados nos boletins de ocorrência dos anos de 1996 e 1997, reportados pelas Delegacias de Polícia. Os dados coletados foram: data, hora e tipo do acidente, classificação dos veículos envolvidos, e existência e quantificação de vítimas. A base cartográfica foi obtida da prefeitura municipal através de contrato de cooperação com a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. O software utilizado, *Geographics*, trabalha com diferentes plataformas de base de dados, sendo uma delas o ODBC¹⁷, que pode ser interligado com o *Microsoft Access* (CARDOSO e GOLDNER, 1997; CARDOSO, 1999).

Em *Honolulu, Hawaii*, EUA, foi desenvolvido um método para reduzir os erros de identificação e localização de acidentes de trânsito envolvendo veículos motorizados, utilizando a tecnologia SIG (*Atlas*GIS*), podendo ser complementada pelo *GPS*. Visando analisar espacialmente os acidentes de 1990 e 1991, foi criado o arquivo de dados *MVA (Motor Vehicle Accident)*. Os dados de acidentes com vítima e sem vítima (com danos acima de U\$ 1,000), foram coletados no Departamento de Polícia local. Os relatórios produzidos informavam a localização, o número de mortes e vítimas, número e tipo de veículos, número de passageiros, velocidade estimada dos veículos, uso do cinto de segurança, ingestão de álcool etc. (LEVINE e KIM, 1999).

¹⁵ Sistema de Acidentes de Trânsito

¹⁶ Empresa de trânsito e Transporte Urbano S. A.

As autoridades portuárias de *New York* e *New Jersey* (EUA) são responsáveis, entre outros, pela segurança de alguns dispositivos viários da região (aeroportos, pontes etc.). Por esta razão, inicialmente, foram desenvolvidos bancos de dados não gráficos, em *softwares* tais como o Microsoft Excel, para armazenar os atributos de acidentes de trânsito. Os atributos investigados basearam-se em relatórios policiais (tipo de acidente, condições do tempo e da via etc.). Em uma segunda etapa, foi criado o *Accident Analysis and Mitigation System*, banco de dados em ambiente SIG, que pode ser interligado com os softwares: *ESRI MapObjects 2*, *Microsoft VisualBasic*, *Microsoft Access* e *AutoCAD* (BAIG et al., 2000).

Em *Richmond*, área metropolitana de Virgínia (VA) – EUA, aplica-se a tecnologia SIG (*ArcView – GIS-Trans*) para planejar, gerenciar, e auxiliar o processo de decisão e de manutenção de seu sistema de trânsito. Com este objetivo, o banco de dados desenvolvido possui várias informações, como, rotas de ônibus, localização e atributos de pontos de ônibus, e mais recentemente, a localização de pontos negros de acidentes de trânsito. Além disto, estuda-se o aprimoramento da coleta de dados de acidentes para uma melhor análise de suas causas (HELMBOLDT e RODDER, 2002).

Para a cidade de *Cheyenne*, WY, EUA, bancos de dados foram criados em SIG, *ArcView*, para conhecer o número e as causas das colisões de trânsito. Os dados são coletados de arquivos policiais do Departamento de Transporte de *Wyoming*. Não são incluídos, no banco de dados, os acidentes que geraram danos menores de U\$500. Outros bancos de dados foram criados, referentes às características dos veículos, ao condutor e às pessoas envolvidas. Os dados foram armazenados em arquivos *ASCII*, em formato texto; o software utilizado para extrair os dados foi o *PKUnzip*, gerando arquivos *Dbase* (*Microsoft Excel*), que são diretamente compatíveis com o SIG *ArcView* (THIEMAN, 1998).

O Centro de Transportes da Universidade de Alabama (*UTCA*¹⁸), EUA, armazena e gerencia informações detalhadas de acidentes de trânsito em um sistema,

¹⁷ *Open database Connectivity*

¹⁸ *University Transportation Center for Alabama*

chamado de *CARE*¹⁹, utilizando a tecnologia SIG e a *GPS*. O sistema localiza os acidentes de trânsito de forma rápida, com precisão e remove potenciais erros humanos (GRAETTINGER, 2000). As informações podem ser relacionadas e identificadas com a utilização de filtros, por exemplo, o envolvimento de pedestres, a faixa etária dos envolvidos no acidente etc. (BROWN, 2000).

O Instituto de Segurança de Tráfego da Califórnia, da Universidade de *San Diego*, EUA, criou um sistema de gerenciamento e armazenamento de dados de colisões eletrônico chamado *ETCRMS*²⁰. Os dados de acidentes de trânsito, obtidos em Departamentos de Polícia, e os atributos do sistema viário são armazenados em arquivos do *Access 2000* e, por uma rotina computacional, são inseridos em arquivos do SIG *ArcGIS*, para análise espacial. Dentre os dados do sistema viário, são obtidos: o volume médio diário de veículos no local, e a velocidade dos veículos real e a permitida, entre outros (ARELLANO et al, 2002). Em *Michigan*, EUA, foi criado um sistema para integrar informações de acidentes (*SEMCOG*) que utiliza a ferramenta SIG. Os dados integrados, tais como as características da via, volume de tráfego e uso do solo, são diversos, (FHWA, 2002).

O *Highway Safety Information System (HSIS)* é um sistema de banco de dados de segurança para rodovias, que contém atributos dos acidentes, das vias e do tráfego de vários estados americanos, como *California, Maine e Utah*. O sistema foi desenvolvido para gerenciar, localizar e analisar os acidentes de trânsito, podendo incluir descrições, diagramas e imagens de vídeo. O sistema é composto de 5 programas individuais, para analisar: *i)* interseções; *ii)* segmentos de vias; *iii)* características específicas solicitadas; *iv)* segmentos com alto número de acidentes; e *v)* concentrações de acidentes em um corredor. O SIG principal utilizado é o *ArcView*, sendo complementado pelo *ArcInfo* (FHWA, 1999).

No Japão, os dados de acidentes de trânsito, armazenados em postos policiais e departamentos rodoviários, são estudados pelo *Institute for Traffic Accident Research and Data Analysis (ITARDA)*. A parte central da cidade de *Utsunomiya* foi

¹⁹ *Critical Analysis Reporting Environment*

tomada como objeto de estudo para encontrar a relação entre os locais em que ocorreram mais acidentes e os pontos perigosos, segundo a percepção dos usuários do sistema viário. O banco de dados de acidentes desenvolvido, em ambiente SIG, geocodificou acidentes envolvendo vítimas durante 3 anos (1996-1998). A pesquisa, por meio de questionários, foi aplicada em moradores, condutores de veículos, ciclistas e pedestres, incluindo, idosos, estudantes e condutores profissionais (KOIKE et al., 2001).

Para estimar o número e o risco de acidentes de tráfego em uma área, a Universidade Politécnica de *Hong Kong*, China, desenvolveu um algoritmo que utiliza: *i*) técnicas de mapeamento (SIG – *MapInfo*), para compreender visualmente resultados analíticos; *ii*) modelos estatísticos (análise por agrupamento de dados homogêneos, Poisson e regressão binomial negativa); *iii*) *Empirical Bayes (EB)*, para aperfeiçoar a precisão dos modelos. No projeto, os dados do acidentes foram fornecidos pelo Departamento de Transportes de *Hong Kong* (NG et al, 2002).

²⁰*Electronic Traffic Collision Records Management System*

5 O MÉTODO SIG SET

O método “Sistema Integrado de Gestão em Segurança em Tráfego” (SIG SET) foi desenvolvido em nível de planejamento estratégico, portanto, apresenta idéias e propostas que devem ser estendidas e refinadas para os níveis operacionais. O método proposto pode ser desdobrado em três etapas, que são descritas a seguir.

Na primeira etapa, o método é composto de subsistemas que fazem uso de técnicas de gerenciamento de banco de dados, de pesquisas em campo e de pesquisas realizadas através da literatura e, principalmente, por meio de SIG. Os subsistemas podem ser utilizados individualmente ou integrados, são eles: *i)* banco de dados relacional de acidentes de trânsito – BDA; *ii)* banco de dados do sistema viário, contendo os atributos das principais vias urbanas e do fluxo de tráfego – BDSV; *iii)* banco de dados de acidentes de trânsito, em ambiente SIG – BDS; e *iv)* banco de dados para *benchmarking* – BDB.

Cada banco de dados desenvolvido pelo sistema é independente, pode-se ter um acesso direto às informações, e fazer o armazenamento de dados e informações relacionadas a diferentes aspectos dos acidentes de trânsito. Sendo assim, sempre acrescenta aspectos inovadores e informações complementares. Ao analisar todas as informações obtidas pelos subsistemas (com exceção do BDB), promove-se uma ampla visão dos vários fatores que podem contribuir diretamente ou indiretamente para a ocorrência de acidentes de trânsito.

No Banco de Dados de Acidentes – BDA, os atributos dos acidentes de trânsito são armazenados em um banco de dados relacional, para permitir e facilitar a inserção e a atualização de dados. Estes dados, como: local, dia e hora e tipo do acidente, idade das pessoas e veículos envolvidos, condições do pavimento etc, são selecionados.

Os dados relativos ao sistema viário são importantes, também, para a análise dos fatores interferentes nos acidentes de trânsito, e devem ser armazenados no banco de dados do sistema viário – BDSV, em ambiente SIG. O BDSV é constituído de

atributos das vias, relacionados com a geometria, tipo e manutenção da pavimentação e estado de conservação, sinalização horizontal e vertical etc. Alguns atributos das vias, tais como a composição e volume de tráfego (volume nos diversos horários, composição do tráfego, etc.), e as intervenções realizadas no sistema viário devem ser inseridos, também, neste banco de dados.

Os atributos das intervenções devem indicar o tipo de intervenção realizada, em nível Educacional, Esforço Legal e Engenharia; descrever e detalhar os projetos implantados; conter estudos sobre as condições anteriores e posteriores às modificações no sistema viário. Dessa forma, pode-se indicar e calcular a eficiência e eficácia de cada medida tomada pelos órgãos governamentais. O BDSV deve ser alimentado sempre que houver qualquer tipo de intervenção, seja ela devido à manutenção ou à implementação de projetos viários.

Para auxiliar a gestão de qualidade em segurança viária nos órgãos governamentais, com o estabelecimento de metas e indicadores de taxas de acidentes em uma região ou cidade, propõe-se um banco de dados de *benchmarking* espacial de acidentes em nível mundial – BDB. O BDB é composto de mapas digitais, em nível mundial, contendo dados de acidentes e dados demográficos e socioeconômicos de cidades, estados, regiões e países dos cinco continentes. Este banco, em ambiente SIG, constantemente atualizado, permitirá que taxas obtidas em cidades, estados, regiões ou mesmo países em estudo sejam comparadas com as de outros locais.

Na segunda etapa do SIG SET, cria-se a partir dos dados do BDA, após tratamento computacional, outro banco de dados, o Banco de Dados de Acidentes de Trânsito em Sistema SIG – BDS. No entanto, esse é espacial, desenvolvido em SIG, e deve ser alimentado continuamente, para estar sempre atualizado. O tratamento computacional deve permitir intercâmbio automático de dados entre os dois tipos de banco de dados, BDA e BDS. O sistema SIG, empregado nos bancos de dados, permite a visualização de atributos, a produção de relatórios, gráficos e mapas temáticos. Apesar do banco de dados BDS apresentar a localização geográfica e os atributos sobre os pontos críticos, é sempre recomendável que para estudos mais detalhados, o técnico, engenheiro, e outros interessados, visitem o local. Na etapa 2, também, calculam-se

índices de segurança viária da área em estudo, e analisam-se índices do BDB em vários níveis de gestão, municipal, estadual, federal e internacional, englobando os fatores que influenciam de certa forma na ocorrência dos acidentes de trânsito.

Na terceira etapa, com o objetivo de estabelecer metas de segurança viária para o estudo de caso, selecionam e convencionam-se índices realistas de segurança viária, a partir do BDB, baseado em locais com características semelhantes, que são comparados com os índices obtidos no estudo de caso do BDS. A partir das metas estabelecidas, ocorre a decisão de planos de ação ou tomada de decisão. Se os índices de segurança viária do estudo de caso forem, comparativamente, mais favoráveis que os dos locais semelhantes, não é necessário executar a intervenção e se deve estabelecer metas mais exigentes para o local (estudo de caso). Porém, ao contrário, se os locais semelhantes forem mais seguros do que o estudo de caso, pode-se concluir que esta última deve ser analisada para possíveis intervenções.

As intervenções podem ser em nível de Engenharia, Esforço Legal e/ou de Educação no Trânsito, ou em uma combinação de setores. Se realizada alguma intervenção, deve-se comprovar a eficiência e eficácia da mesma. Em ambos os casos, depois da intervenção ou não no local, deve-se reavaliar, em curto, médio e longo prazos, a segurança viária desejada no local de estudo.

Para melhor explicar o método SIG SET, a Figura 1 apresenta um fluxograma, que descreve todas as suas fases, baseado em HABERKORN (1976). Fluxograma semelhante foi empregado por NG et al. (2002). Na Tabela 1 são indicados os significados de cada símbolo empregado no fluxograma e, para maiores detalhes, consulte o ANEXO A. No fluxograma, estabelecem-se os insumos (dados iniciais) a serem levantados, os vários bancos de dados em que os mesmos são inseridos, as etapas de diagnóstico e as análises do problema, a tomada de decisão baseada em intervenção, a verificação de sua eficiência e eficácia, a reavaliação de metas, e enfim, todas as etapas do processo.

Sugere-se que o SIG SET seja, em próximas pesquisas, melhor detalhado e modelado, principalmente, no que tange aos projetos de cada banco de dados, tornando-o adequado ao uso em níveis operacionais. Futuramente, para uma gestão de

qualidade, o sistema SIG SET poderá ser utilizado por: *i)* órgãos governamentais, municipais, estaduais e federais, para tomada de decisões; *ii)* Policiais Militares, ou Cívicos; *iii)* integrantes do Corpo de Bombeiros e suas unidades de resgates; *iv)* pesquisadores e interessados em segurança viária.

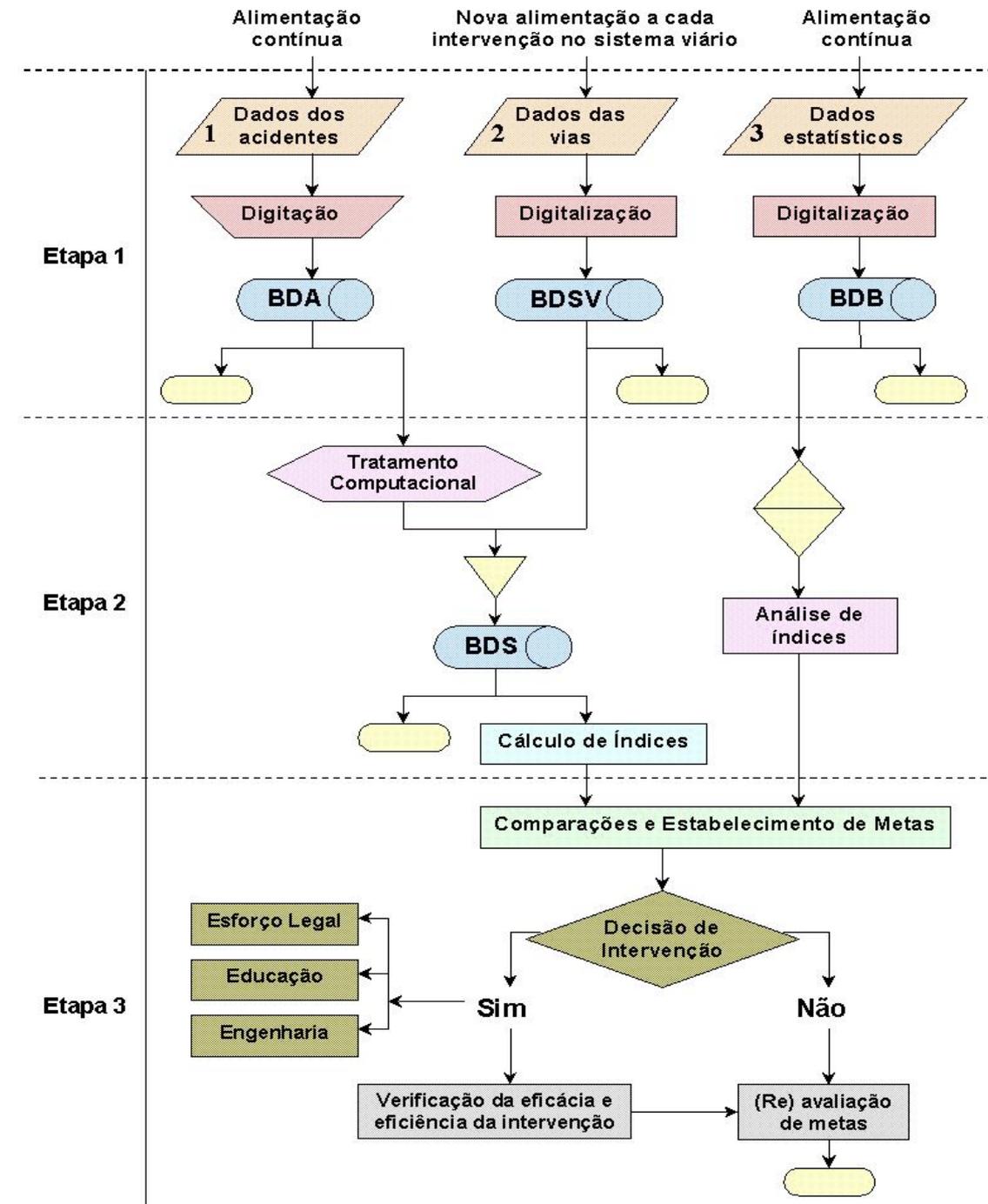
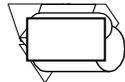


Figura 2: Fluxograma do Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Tráfego

**Tabela 1: Legenda dos símbolos do fluxograma segundo HABERKORN (1976)**

Símbolos	Significado
	Processamento
	Decisão
	Preparação
	Operação Manual
	Fusão ou Junção
	Classificação
	Entrada de Dados
	Armazenamento de Acesso Direto
	Terminação, Fim ou Interrupção

5.1 BD DE ACIDENTES DE TRÂNSITO – BDA

O mais forte indicador do maior ou menor nível de segurança na circulação de uma região é a quantidade e a gravidade dos acidentes de trânsito (INST, 1995). O primeiro passo necessário para criar um programa de diminuição da ocorrência e da gravidade dos acidentes de trânsito, mediante intervenções viárias, é implantar um cadastro em que sejam discriminados: a quantidade e os locais dos acidentes, sua classificação (atropelamento, acidentes com vítimas e acidentes sem vítimas), sua concentração em dias e horários específicos e outros fatos pertinentes (GOLD, 1998). Para INST (1995), é obrigatória a busca intensa e contínua da eliminação dos acidentes de trânsito. Para que isso ocorra, há a necessidade de se aprofundar e detalhar o conhecimento de suas causas, que, geralmente, as estatísticas superficiais dos órgãos policiais não proporcionam.

Os dados de acidentes são, também, os principais recursos para a avaliação da eficácia de tratamentos que têm 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 (Ibrahim e Silcock, citados por CARDOSO, 1999).

5.1.1 Objetivos

O banco de dados BDA pode ser aplicado em nível agregado e desagregado, tanto em cidades e estados, como em países. Neste trabalho, chama-se de nível desagregado aquele que, por exemplo, pode ser desenvolvido empregando dados e análises intra-urbanas e intra-estaduais. No nível agregado, trata-se de dados obtidos por região, por cidade, por estado ou por país, de forma geral.

Um banco de dados BDA piloto foi desenvolvido para mostrar a aplicabilidade do método, em nível operacional, baseando-se em análise intra-urbana, em nível desagregado. Em nível desagregado, o objetivo do BDA é de coletar dados sobre acidentes de trânsito, para quantificá-los, classificá-los, descobrir padrões e localizar os pontos críticos para fins de intervenções, visando reduzir acidentes. No entanto, o BDA não referencia os pontos críticos em um mapa geográfico.

5.1.2 Características

No BDA, os dados dos acidentes podem ser obtidos, por exemplo, junto ao Pelotão de Trânsito da Polícia Militar-PM, em hospitais e no IML. Os registros de acidentes de trânsito, chamados boletins de ocorrência – BO's, geralmente estão localizados na PM das cidades brasileiras. Por essa razão, recomenda-se que, inicialmente, seja feito um convênio com a PM para garantir acesso aos dados do BO.

Através de consultas aos boletins de ocorrência de acidentes, extraem-se as informações necessárias para a criação do banco de dados – BDA, que são armazenadas preferencialmente em banco de dados informatizados (*Access, Excel, Oracle, etc.*). A transcrição dos dados dos boletins de ocorrência para um banco de dados (BD) é uma tarefa que consome um tempo considerável dentro do processo de

aquisição de dados. Sugere-se o levantamento de acidentes ocorridos em pelo menos dois anos.

O sistema SIG SET propõe a utilização do BD em ambiente *Access* devido à facilidade de inserção e acesso dos dados, que pode ser feito via formulário eletrônico, além de permitir exportação para outros programas computacionais. A coleta de dados deve ser feita por pessoas devidamente treinadas. Para facilitar a análise dos dados dos acidentes de trânsito deve-se utilizar um software de BD compatível com outros programas que realizam análises estatísticas e confecção de gráficos.

No banco de dados de acidentes – BDA devem estar contidas as seguintes informações: *i)* a hora, dia, dia da semana, mês, ano; *ii)* local do acidente, podendo este ser representado por um cruzamento de vias (nomes de duas vias), ou pelo número da quadra e o nome de uma via, ou pelo ponto de referência; *iii)* idade dos condutores e dos pedestres; *iv)* tipo (automóveis, utilitários, motocicletas, bicicletas, caminhões, ônibus e veículo a tração animal) e ano de fabricação dos veículos; *v)* número do BO (boletim de ocorrência); *vi)* tipo do acidente (colisão, choque, atropelamento humano ou animal, engavetamento, tombamento, capotamento e derrapagem); *vii)* gravidade do acidente (com ou sem vítima); *viii)* número de vítimas; *ix)* sinalização (pare, preferencial, outra, nenhuma), semáforo (operando, defeituoso, desligado, inexistente) e iluminação na via (solar, entardecer ou amanhecer, noite com luz artificial, noite sem luz artificial); *x)* condições do tempo (bom, chuvoso, neblinoso); e *xi)* tipo (asfalto, paralelepípedo, terra, outros) e condições da via (seca, molhada, inundada, esburacada, enlameada, oleosa, obstruída, em obras, interrompida).

Os acidentes de trânsito, com ou sem vítima, inclusive os que geram mortes instantâneas são relatados nos boletins de ocorrência, porém, nos acidentes em que a vítima venha falecer no hospital ou pronto-socorro, não há o acompanhamento para possível registro; portanto, para uma estatística mais próxima da realidade, recomenda-se a investigação nestes locais e também em IMLs. Para isso, outros convênios são recomendados para garantir o acesso às informações de mortes causadas por acidentes de trânsito.

A padronização dos dados inseridos no BDA deve ser feita para melhor reconhecimento e manipulação dos mesmos. Para isso, pode haver campos no formulário com tabelas protegidas. Assim, somente os dados padronizados em que as entradas sejam feitas com um só tipo de nomenclatura e grafia, vão ser introduzidos. O sistema SIG SET sugere que se estudem meios de proteger o documento para: *i)* diminuir erros que possam surgir; *ii)* não ocorrer duplicidade de dados; e *iii)* compatibilizar os dados com a realidade como, por exemplo, para evitar a inclusão de um “cruzamento” formado por duas vias que não se interceptam.

Com um *software* de banco de dados pode-se utilizar o recurso denominado “filtro” para selecionar ou consultar dados para determinada análise. A partir dessa ferramenta, pode-se escolher algumas informações de interesse, como por exemplo, o número de mortes em janeiro de 2000 ou em um dia específico, a idade dos condutores etc. Pode-se criar também formulários específicos para a realização das consultas.

Os resultados, obtidos com a utilização do BDA desenvolvido, apontam causas aparentes dos acidentes de trânsito, porém não isso não retira a necessidade de realização de uma auditoria em campo com técnicos especializados e/ou uma aplicação da técnica de conflitos de tráfego no local estudado, para que se descubram, também, razões ocultas de acidentes.

5.2 BD DO SISTEMA VIÁRIO – BDSV

Os índices de acidentes, as características da localidade, a velocidade máxima da via, sua geometria, o volume veicular e o potencial de risco dos usuários podem comprovar a necessidade de fiscalização e interferir no uso, na localização e na instalação de aparelho, de equipamento, ou de qualquer outro meio tecnológico para auxiliar na gestão do trânsito. A gestão do trânsito deve sempre dar prioridade à educação para o trânsito e à redução e prevenção de acidentes (BRASIL, 2002b).

Genericamente, os pontos críticos podem ser definidos como aqueles locais no sistema viário urbano que apresentam alta frequência e/ou alta periculosidade (INST, 1995). Com os dados do BDA, é possível obter a frequência dos acidentes de trânsito. No entanto, os locais de alta periculosidade só podem ser definidos com a disponibilidade de contagens de veículos e pedestres, para seu cálculo em todos os pontos em comparação.

Os fluxos de tráfego apresentam mutações contínuas em seu volume devido a vários fatores, dentre eles citam-se: consertos na faixa de rolamento, acidentes, chuva etc. Entretanto, as mais importantes ocorrem em função do tempo, repetindo-se em intervalos de uma maneira cíclica. As variações temporárias podem ser diárias, semanais e anuais.

5.2.1 Objetivos

O BDSV somente tem aplicabilidade em nível desagregado (intra-urbano, intra-estadual e interno ao país). Entretanto, para mostrar a aplicabilidade do método, um banco de dados BDSV piloto foi desenvolvido, no nível operacional, baseando-se apenas em análise dentro do ambiente urbano. O BDSV, de forma geral, busca determinar as características da localidade, a velocidade máxima da via, sua geometria, a densidade veicular, e os atributos das intervenções viárias. Os atributos das intervenções viárias têm o objetivo de arquivar a razão, o local e as novas características viárias incorporadas após a ocorrência de alguma alteração no sistema viário da região estudada, pois esse fato modifica as causas e as possibilidades da ocorrência de acidentes de trânsito na área e em seu entorno.

5.2.2 Características

O BDSV contém características e atributos das vias e seus fluxos de tráfego, em uma determinada região. Nele incluem-se também as vias com maior índice anuais de acidentes obtidos em campo. Além dos técnicos que operam o SIG SET, o

BDSV pode ser utilizado e atualizado, paralelamente, por engenheiros de tráfego, para fins de fiscalização, conservação e manutenção das vias.

Por se tratar de localização espacial de vias, os itens do BDSV estão associados a um processo de alocar características em um modelo da superfície da Terra (georeferenciamento) – com latitude e longitude, por exemplo – e, por esta razão, necessitam de *software* computacional de SIG. Para a inserção das informações no SIG, é necessário, portanto, produzir um mapa digitalizado e georeferenciado da área a ser considerada, contendo a rede viária, com os respectivos nomes de vias.

A rede viária digitalizada no *software* SIG consta, em geral, de duas camadas (*layers*): de segmentos de vias (arquivo de linhas) e cruzamentos/interseções (pontos). Na primeira camada, serão introduzidos campos para alimentação dos atributos das vias, tais como: nomes, tipo da via (local, coletora, arterial, de trânsito rápido, rodovia), numeração de início e fim das quadras, tanto do lado direito quanto esquerdo, tipo do pavimento, geometria etc. Na camada de pontos, serão introduzidos dados, como: existência de semáforo veicular e/ou de pedestre, presença de poste de iluminação, volume médio diário de tráfego, sinalização vertical e horizontal.

Consultar o plano viário da cidade é um dos meios de classificar o “tipo da via”, entretanto, pode-se também, executar diferenciação separando as vias de acordo com a velocidade nelas permitida, a região onde elas se encontram e com seu tráfego médio diário. Deve-se também, considerar a provável localização de desenvolvimento de futuras vias da cidade.

Em se tratando da geometria, deve-se levantar a dimensão dos passeios, pista de rolamento, largura da sarjeta, a inclinação transversal do pavimento e a inclinação longitudinal da via. Portanto, deve-se fazer uso dos instrumentos necessários para as medições, tais como: trenas, clinômetro e teodolito etc. O sistema SIG SET sugere que seja elaborado um croqui, em escala, dos cruzamentos principais e daqueles em que acontecem maior número de acidentes de trânsito.

Apesar do volume de tráfego não ser um atributo direto da via, ele está inserido no BDSV pelo fato de ele ser obtido em campo, por seu levantamento poder ser feito, simultaneamente, com outros dados do BDSV, e por estar relacionado com a

geometria e tipo da via. O volume de tráfego nas vias deve ser medido em horários e dias de semana diversos, inclusive nos horários de pico, na hora de volume crítico, ou em horários críticos de acidentes (com maior frequência e/ou periculosidade). Para isso, podem ser utilizados contadores manuais e, dependendo do fluxo da via e da disponibilidade, sensores elétricos. Estes dados também são inseridos no SIG em um ponto da via e sempre associados ao dia e hora local de início e fim da contagem. Além disso, pode-se gravar através de máquinas filmadoras o fluxo de veículos. A filmagem apresenta a vantagem de permitir a análise de conflitos.

Uma vez mais, deve-se padronizar os dados e a grafia empregada no SIG, para não haver problemas de codificação se os atributos forem exportados para outros programas. O BDSV, utilizando o *software* SIG, proporciona a confecção de mapas viários que podem mostrar cada característica da via, localizada geograficamente, e pode elaborar vários mapas temáticos.

Devido às constantes alterações na administração pública e no sistema viário urbano, como por exemplo, a inserção de uma medida de moderação de tráfego (que modifica significativamente o comportamento dos usuários, podendo até influir no fluxo viário local) faz-se necessário o registro de transformações ocorridas nas vias e em seu entorno. Essas alterações são: a implantação de obstáculos na via e consertos em sua pavimentação, devido à manutenção, ou mesmo, projetos para melhoria da segurança viária.

Para uma melhor análise da problemática, visitas técnicas e/ou consultorias devem ser realizadas nos locais onde ocorrem acidentes de trânsito. Deve-se saber as condições primárias do local consultando croquis, projetos viários e índices de acidentes anteriores às intervenções (que, provavelmente, devem estar armazenados na prefeitura ou órgão governamental responsável) e comparar com o estado atual da área com os mesmos instrumentos.

A análise e comparação de metas de segurança viária devem ser realizadas e, se tomada alguma decisão de alteração no sistema viário, deve-se introduzir no BDSV seus atributos. Os atributos das intervenções devem: *i)* indicar o tipo de intervenção realizada, em nível Educacional, Esforço Legal e Engenharia; *ii)*

descrever e detalhar os projetos implantados; *iii*) conter estudos sobre as condições anteriores e posteriores às modificações no sistema viário. Assim, pode-se indicar e calcular a eficiência e eficácia de cada medida tomada pelos órgãos governamentais, como indica a Tabela 2.

Tabela 2: Atributos das intervenções do sistema viário

ANTES	INTERVENÇÃO	DEPOIS
Número de Acidentes N1	<ul style="list-style-type: none"> • Educacional • Esforço Legal • Engenharia 	Número de Acidentes N2
Gravidade dos Acidentes G1 Periculosidade P1		Gravidade dos Acidentes G2 Periculosidade P2
Projeto Viário / Educacional / de Lei / Fiscalização Existente Proj1		Projeto Viário / Educacional / de Lei / Fiscalização Nova Proj2

5.3 BD PARA *BENCHMARKING* – BDB

O banco de dados para *benchmarking* permite que indicadores de segurança de trânsito mundial, nacional, regional e local, reflitam os padrões de segurança de trânsito existentes e sua evolução, e sejam comparadas com as de outros locais com melhores desempenhos, para o estabelecimento de metas de curto, médio e longo prazos.

5.3.1 Objetivos

O BDB tem como objetivo coletar e armazenar indicadores de segurança de trânsito mundial, nacional, regional e local que reflitam os padrões de segurança de trânsito existentes e sua evolução, para permitir comparações pertinentes, entre regiões ou áreas semelhantes em alguns aspectos (área, população, renda per capita, frota de veículos etc.) e para estabelecer metas de segurança viária. O BDB somente tem aplicabilidade em nível agregado, por cidade, estado e país.

5.3.2 Características

O BDB é composto de mapas digitais, contendo dados de acidentes de trânsito e dados demográficos e socioeconômicos de cidades, estados, regiões e países dos cinco continentes. A obtenção dos dados é feita por meio de buscas pela internet, livros, anais de congressos, publicações oficiais etc. Para que essa comparação seja factível, é conveniente que os dados e taxas obtidos sejam confrontados com aqueles existentes em regiões com características semelhantes, ou seja, com condições demográficas e socioeconômicas, Índices de Desenvolvimento Humano — IDHs aproximados, entre outros fatores. Os dados do BDB servem para a tarefa de realizar um *benchmarking*, ou seja, estimar metas e indicadores de regiões que já alcançaram níveis de segurança mais positivos.

Cada região pode possuir características diferentes umas das outras, e, para que essa comparação seja apropriada, o BDB leva em consideração alguns fatores sociais, culturais, econômicos, políticos e populacionais.

A renda *per capita* e o produto interno bruto - PIB de uma região representam o poder de compra de uma população, fato que favorece a obtenção de bens de consumo, entre eles os veículos. O índice de motorização de uma cidade influencia diretamente na ocupação das vias. Quanto maior a disputa por espaço na pista de rolamento, maior poderá ser o índice de acidentes no local.

Os fatores políticos também podem ser levados em consideração na segurança viária, pois os incentivos governamentais para o financiamento do transporte (público e particular) e a compra de veículos contribuem para o aumento do fluxo do tráfego viário.

Fatores sociais, educacionais, de saúde e culturais podem ser representados pelo Índice de Desenvolvimento Humano, da ONU, e estão associados com o modo de vida, o costume do local e a demanda do número de viagens em cada meio de transporte.

Criado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento — PNUD — o IDH é composto por três dimensões básicas do desenvolvimento humano: a

longevidade (medida pela esperança de vida ao nascer); o nível educacional (aferido pela alfabetização de adultos com peso de dois terços e a taxa de escolaridade nos três níveis – primário, secundário e superior – com peso de um terço); e a renda (dada pelo PIB real *per capita*). O IDH é obtido pela média aritmética entre os indicadores de cada uma destas dimensões (SEADE, 2002).

O valor do IDH situa-se sempre entre zero e um e, quanto mais alto seu valor, maior o nível de desenvolvimento humano. É possível enquadrar países, regiões, estados, municípios ou qualquer outra divisão espacial em três categorias: *i*) baixo desenvolvimento humano, quando o IDH for inferior a 0,5; *ii*) médio desenvolvimento humano, quando o IDH ficar entre 0,5 e 0,8; *iii*) alto desenvolvimento humano, quando o IDH for superior a 0,8.

No Brasil, os dados relativos à frota de veículos licenciados podem ser obtidos no DETRAN ou CIRETRAN²¹, e no DENATRAN. Os dados da população podem ser aqueles das próprias Prefeituras ou do IBGE.

5.4 BD DE ACIDENTES DE TRÂNSITO EM AMBIENTE SIG - BDS

Os acidentes de trânsito, segundo RAIA JR e SOUZA (2000), podem ser considerados como fenômenos espaciais, ou seja, podem ser referenciados através de um endereço ou um par de coordenadas geográficas (longitude e latitude). De acordo com CARDOSO (1999), uma das formas viáveis de possibilitar um mapeamento dos acidentes de trânsito é a realizada com a aplicação da tecnologia de SIG. Essa tecnologia possui ferramentas capazes de armazenar, manipular e editar dados, tanto espaciais quanto tabulares, que geram informações fundamentais para a análise e compreensão de fenômenos relacionados à segurança viária. Para LOTTI et al. (2002), a visualização da geometria, da sinalização e dos locais de acidentes em um mesmo gráfico, facilita o trabalho do analista de acidentes, tornando a investigação das relações causais mais objetiva.

²¹ Circunscrição Regional de Trânsito

5.4.1 Objetivos

O banco de dados BDS, assim como o BDA, além de poder ser aplicado em nível agregado, pode também ser empregado em nível desagregado, tanto em cidades e estados, como em países. Quando sua aplicação acontece neste último nível seu objetivo é o de possibilitar um mapeamento dos acidentes de trânsito, localizar seus pontos críticos, e mostrar seus atributos no sistema viário em estudo, com a aplicação de SIGs, além de proporcionar todas outras vantagens do uso desta tecnologia, como por exemplo, produzir mapas temáticos.

5.4.2 Características

O banco de dados espacial (BDS), contendo o sistema viário urbano, representado, no mínimo, pelo eixo de vias e seus respectivos nomes, deve ser gerado, no caso de dados desagregados, com todas suas informações adicionais. Para a criação do BDS, deve-se transferir os dados de acidentes de trânsito do banco de dados relacional – BDA, para um programa SIG que permita a localização espacial dos acidentes.

Um programa computacional deve ser desenvolvido para compatibilizar a inserção de dados armazenados no BDA para o ambiente SIG, uma vez que os formatos dos arquivos são distintos. Esse procedimento é fundamental para a agilização e rapidez na transferência dos dados dos acidentes. A conversão de dados consiste na transformação de informações disponíveis em meios distintos para outro meio, resultando em um banco de dados digital (gráfico ou numérico). A planilha para a inserção de dados, para posterior localização dos endereços via *address matching*, é muito rígida quanto a sua arquitetura e formatação em alguns *softwares* SIG, como por exemplo, o *TransCAD*.

Mapas temáticos contendo os principais pontos críticos podem ser produzidos, inclusive com os atributos dos acidentes e com as características geométricas, de sinalização, fluxo de tráfego da via etc.

6 APLICAÇÃO DO MÉTODO SIG SET

Embora o método SIG SET seja previsto em nível estratégico, decidiu-se ilustrar sua aplicabilidade com a presença dos bancos de dados desenvolvidos pontualmente.

O método SIG SET foi aplicado na cidade de São Carlos – SP, devido à disponibilidade do mapa digital da área e do *software TransCAD* (SIG), na UFSCar. Outro fator facilitador foi o estabelecimento de acordo de cooperação entre a Universidade e a Polícia Militar, que permitiu o acesso aos boletins de ocorrência de acidentes de trânsito. A cidade de São Carlos possui, aproximadamente, 200.000 habitantes (IBGE, 2002) e, em média, 310 registros de acidentes de trânsito mensais.

Para que as ações, visando reduzir o número e a severidade dos acidentes viários, sejam eficazes, é fundamental a análise e o conhecimento pleno do que está ocorrendo nas vias da área em questão. Deste modo, para subsidiar a gestão dos acidentes de trânsito da cidade, é proposta, neste estudo, a aplicação do método SIG SET para uso dos órgãos municipais. Os bancos de dados (BDA, BDSV, BDB e BDS) do SIG SET aplicados à cidade de São Carlos são descritos nos itens 6.1 a 6.4.

6.1 BD DE ACIDENTES DE TRÂNSITO – BDA

6.1.1. Aplicação

Para que a aplicação do Método SIG SET fosse eficientemente feita e visasse elaborar um BDA piloto, foi elaborado um acordo entre a Polícia Militar de São Carlos e o Departamento de Engenharia Civil da UFSCar. As informações necessárias referentes aos acidentes de trânsito foram obtidas através de consultas aos boletins de ocorrência de acidentes de trânsito – BOs. O projeto do BDA foi desenvolvido, em

ambiente *Access*, por alunos de graduação da UFSCar, com incentivo de pesquisas de extensão e de iniciação científica. Para isso, definiram-se alguns parâmetros a serem inseridos no BDA, realizaram-se estudos experimentais, e posteriormente, iniciaram-se a armazenagem, manipulação e análise dos dados.

O BDA de São Carlos contém informações do acidente (data, hora e local do acidente, condições climáticas, tipo, idade e conservação dos veículos envolvidos, dados sobre o condutor, as características e o estado da via, o tipo e gravidade dos acidentes etc) como proposto no método do SIG SET. Alguns itens complementares necessários à área de Engenharia de Tráfego, não relacionados no BO, embora sejam descritos muitas vezes no histórico do acidente, foram propostos para o levantamento.

Na primeira versão do BDA adotada, o sentido de deslocamento dos veículos na via (centro-bairro ou bairro-centro) era proposto para posicioná-los por aproximação. Entretanto foi retirado da coleta pela imprecisão de informações, que não eram esclarecedoras. A coleta de dados dos acidentes ocorridos na cidade de São Carlos, no ano de 2000, foi feita com um formulário inicial representado pela Figura 3 (no retângulo vermelho está indicado o sentido de deslocamento das vias). Esse formulário passou por um processo inicial de aperfeiçoamento, para facilitar a entrada de dados, para tornar a tela mais amigável com o usuário, além de agilizar o preenchimento com a apresentação de dados já conhecidos.

Com a experiência, fizeram-se necessárias, para os estudos dos acidentes de trânsito, algumas mudanças no formulário (nesta etapa chamado de SIIAAT) que foram implantadas para o levantamento de dados de 2001. Adotaram-se como novas variáveis o sexo dos condutores e pedestres (Ver nas Figura 4 e 5, retângulo vermelho 1). Para as próximas coletas de dados são propostas alterações no formulário, acrescentando-se o sexo, idade das vítimas e a identificação do veículo em que elas estavam no momento do acidente (Figura 6).

Todos os formulários armazenam, também, a provável causa dos acidentes e algumas observações que o técnico ou engenheiro acharem necessárias. Dessa forma, será possível adicionar informações e detalhes que podem ser importantes

para maior entendimento do fato ocorrido, como mostra a Figura 5 (retângulo vermelho 2).

Microsoft Access - [Formulário1 : Formulário]

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Registros Ferramentas Janela Ajuda

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
 Departamento de Engenharia Civil - DECiv
 Boletim de Ocorrência - Acidentes de Trânsito

Número do BO: 10769

Dia: 3 Mês: MAI Ano: 2000 Dia da Semana: QUA Hora: 06 Min: 54

Local do Acidente Referência:

Rua_1: AV GETULIO VARGAS Num:

Rua_2: RUA ERNESTO GONCALVES ROSA JUNIOR

Veículos Envolvidos

Veículo_1: AUT Fabr V1: 86 Idade do Motorista V_1:

RuaV_1: RUA ERNESTO GONCALVES ROSA JUNIOR Sentido V_1: BC

Veículo_2: AUT Fabr V2: 80 Idade do Motorista V_2: 2

Rua V_2: AV GETULIO VARGAS Sentido V_2: BC

Veículo_3: AUT Fabr V3: 85 Idade do Motorista V_3: 33

Rua V_3: RUA ERNESTO GONCALVES ROSA JUNIOR Sentido V_3:

Registro: 70 de 776

Modo formulário

Figura 3: Formulário BDA utilizado para os acidentes do ano de 2000

Figura 4: Formulário BDA utilizado para os acidentes do ano de 2001 – Parte A

Figura 5: Formulário BDA utilizado para os acidentes do ano de 2001 – Parte B

Apesar da maioria dos acidentes com vítimas envolverem uma ou duas pessoas, para obter maior abrangência dos dados, tem-se a possibilidade de registro de até quatro vítimas no formulário proposto em próximos empregos do BDA (retângulo vermelho da Figura 6). Associa-se a vítima com sua localização, isto é, definindo em qual veículo ela se encontra no momento da ocorrência do acidente. Pode-se inserir no formulário também, o provável encaminhamento da vítima, se a mesma foi liberada, ou permaneceu internada em observação ou foi deslocada para a Unidade de Tratamento Intensivo – UTI do hospital ou pronto-socorro.

A caracterização do local do acidente no BO é uma dificuldade à parte. Não há uma homogeneização na nomenclatura dos nomes de ruas, que são muitas vezes trocados. Este fato pode ocorrer pois algumas vias da cidade de São Carlos não apresentam placas de sinalização com seus nomes. Pode também acontecer o registro de interseções de ruas que não se cruzam, dentre outros problemas.

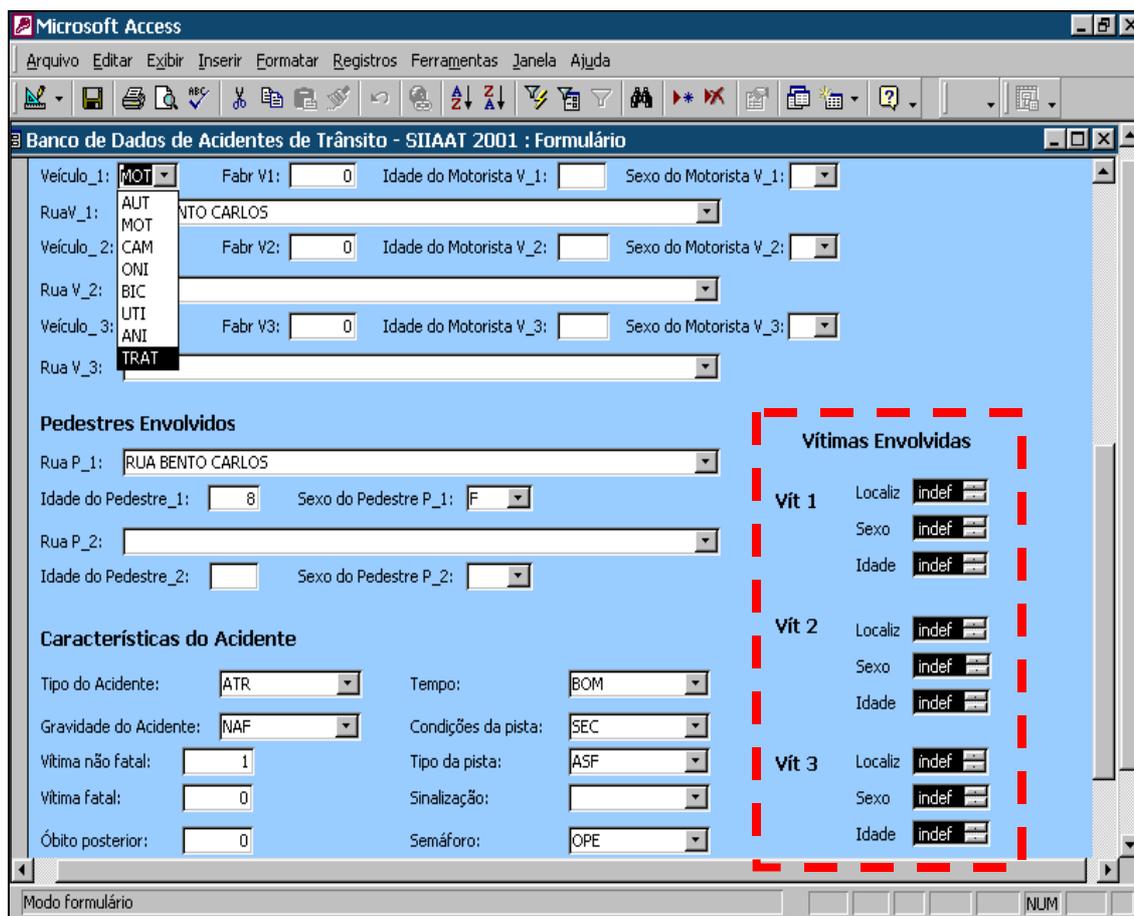


Figura 6: Formulário BDA proposto para novas coletas

A garantia da homogeneidade da grafia e da denominação das vias é obtida através de uma tabela previamente confeccionada contendo os nomes de todos os logradouros da cidade, cujo detalhe pode ser visto na Figura 7.

Para garantir a homogeneização de dados estratégicos do BDA, alguns deles são disponibilizados sob a forma de “lista de valores”, o que garante grafias e nomenclaturas únicas para certos dados (os dias da semana, denominação das vias, tipo e gravidade dos acidentes, tempo, condição e tipo da pista, sinalização, existência de semáforo etc.).

Um dos modos de apresentar ou inserir os dados coletados é a forma de tabelas. Pode-se encontrar nelas todos os dados digitalizados, como indica as Figuras 8 e 9. A Figura 8 mostra a tabela de atributos e dados coletados dos acidentes de trânsito, no retângulo vermelho demarcado, observam-se informações sobre o sexo do motorista

e do pedestre, o dia, o mês, o ano, o dia da semana, a hora, o minuto, o número do BO, a rua, e a referência.



Figura 7: Nomes de Vias da cidade de São Carlos



Figura 8: Atributos coletados dos acidentes de trânsito – Parte A

A Figura 9 mostra a tabela de atributos e dados coletados dos acidentes de trânsito. No retângulo demarcado, observam-se: o tipo, gravidade do acidente, o número de vítimas fatais e não fatais, presença de semáforo, sinalização, tipo da via, condições do tempo e da luminosidade, e aprovável causa do acidente.

Um outro modo de busca de informações no BDA é realizada através do formulário de consulta, desenvolvido em ambiente *Access*. Nelas foram estabelecidas as macros para a determinação mais fácil e rápida da análise dos atributos dos acidentes de trânsito (o mês e o dia da semana, o ano de fabricação, a hora, o tipo de veículo, idade do motorista e do pedestre, condições do tempo, tipo de acidente) como mostra a Figura 10.

O levantamento de acidentes de trânsito realizado foi referente ao período janeiro de 2000 – dezembro de 2001. Por esta tarefa ter consumido um tempo considerável dentro do processo de aquisição de dados, foi necessária a colaboração de alunos da graduação do curso de Engenharia Civil da UFSCar, que receberam treinamento para a realização dessa tarefa.

Tipo de	Gravid	Vítimz	Vítima	Óbito	Semáf	Sinaliz	Tipo de	Tempo	Condiç	Ilumin	Provavel Causa
COV	NAF	1	0	0	INE	NEN	ASF	BOM	SEC	ENA	Velocidade incompatível com a segurança
COT	NAF	1	0	0		NEN	ASF	CHU	SEC	SOL	Desrespeito às regras de circulação
COT	DAN	0	0	0	OPE	NEN	ASF	BOM	SEC	SOL	Desrespeito às regras de circulação
ATR	NAF	2	0	0				BOM		SOL	Falha da sinalização
COT	DAN	0	0	0	INE	PAR	ASF	BOM	SEC	ART	Dirigir sem cuidados e atenção
COT	DAN	0	0	0	OPE	NEN	ASF	BOM	SEC	ART	Dirigir sem cuidados e atenção
ATR	NAF	1	0	0	OPE		ASF	BOM	SEC	ART	Velocidade incompatível com a segurança
CFX	NAF	1	0	0							Dirigir sem cuidados e atenção
COV	DAN	0	0	0	INE	NEN	TER	BOM	SEC	SOL	Desrespeito às regras de circulação
CFX	DAN	0	0	0	INE	PAR	ASF	BOM	SEC	SOL	Velocidade incompatível com a segurança
CFX	DAN	0	0	0	INE	PAR	ASF	BOM	SEC	ENA	Dirigir sem cuidados e atenção
COT	DAN	0	0	0	INE	NEN	ASF	BOM	SEC	SOL	Dirigir sem cuidados e atenção
TOM	NAF	1	0	0	INE	NEN	ASF	BOM	SEC	ENA	Desrespeito às regras de circulação
CFX	DAN	0	0	0	INE	NEN	ASF	CHU	MOL	SOL	Dirigir sem cuidados e atenção
COV	DAN	0	0	0	INE	NEN	ASF	BOM	SEC	SOL	Falha da sinalização
COV	DAN	0	0	0	INE	NEN	ASF	BOM	SEC	SOL	Dirigir sem cuidados e atenção
COT	DAN	0	0	0	INE	PAR	ASF	CHU	MOL	SOL	Desrespeito às regras de circulação
COV	DAN	0	0	0	INE	PAR	ASF	BOM	SEC	SOL	Desrespeito às regras de circulação
CFX	DAN	0	0	0	INE	NEN	ASF	BOM	SEC	SOL	Dirigir sem cuidados e atenção
COT	NAF	1	0	0	OPE		ASF	BOM	SEC	SOL	Desrespeito às regras de circulação
CFX	DAN	0	0	0	INE	NEN	ASF	BOM	SEC	ART	Dirigir sem cuidados e atenção
COV	NAF	1	0	0	INE	NEN	ASF	BOM	SEC	SOL	Dirigir sem cuidados e atenção
TOM	NAF	1	0	0	INE	NEN	ASF	BOM	SEC	SOL	Velocidade incompatível com a segurança
CFX	DAN	0	0	0	INE	NEN	PAR	BOM	SEC	SOL	Dirigir sem cuidados e atenção
COV	DAN	0	0	0	INE	OUT	ASF	BOM	SEC	ART	Dirigir sem cuidados e atenção

Figura 9: Atributos coletados dos acidentes de trânsito – Parte B

The screenshot shows a software window titled "Consulta Final : Formulário". The main heading is "CONSULTA SOBRE OS ATRIBUTOS DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO". The form contains the following fields:

- Mês
- Mês e Dia da Semana
- Dia da Semana
- Dia e Mês
- Ano de Fabricação
- Hora
- Tipo de veículo 1
- Tipo de veículo 2
- Tipo de veículo 3
- Idade dos Motoristas
- Idade dos Pedestres
- Tempo
- Tipo de Acidentes

At the bottom, there is a record navigation bar: "Registro: [Previous] [Next] 1 [End] de 1".

Figura 10: Formulário de Consultas

Como o objetivo do sistema SIG SET é criar um método de gestão de segurança de tráfego, não se faz necessária a precisão dos dados para provar sua eficiência. Portanto, a fase de coleta de dados dos acidentes de trânsito em hospitais, pronto-socorros, e IML não serão investigados na cidade de São Carlos.

Para melhor visualização dos resultados e análise dos dados dos acidentes de trânsito, formulários específicos para a realização das consultas foram desenvolvidos, assim como a confecção de tabelas e gráficos. Para este fim, fez-se o intercâmbio de informações do BDA do *Access* para o *Excel*. Como desenvolver um programa computacional para compatibilizar a inserção dos dados no ambiente *TransCAD*, a partir do ambiente *Access*, não faz parte do escopo deste trabalho, executou-se a transferência dos dados através das ferramentas importar e exportar do programa.

6.1.2. Resultados

Para analisar os resultados do BDA, foi utilizado o *software Excel* para a disposição dos dados através de gráficos, obtendo assim uma melhor visualização dos mesmos. Nas Figuras 11 a 22, encontram-se alguns gráficos produzidos com os diversos atributos dos acidentes de trânsito, dos anos de 2000 e 2001, da cidade de São Carlos. Para maiores detalhes dos gráficos produzidos, consultar figuras do ANEXO B.

A Figura 11 apresenta o número de acidentes de trânsito, ocorrido no ano de 2000 (3.398 acidentes) e a Figura 12 mostra os acidentes no ano de 2001 (3.738 acidentes), diferenciados por acidentes somente com danos materiais, com vítimas fatais, com vítimas não fatais, e indefinidos. Pode-se notar, no período, o aumento da porcentagem de acidentes: de forma geral, de 10%, e com vítimas (não fatais) de 15,24% para 24,26%. Neste trabalho o número de atropelamentos está inserido juntamente com os de acidentes com vítimas, fatais ou não.

As Figuras 13 e 14 classificam os acidentes de trânsito de acordo com sua natureza (atropelamentos, capotamentos, choques, colisões, derrapagens, engavetamentos, tombamentos e indefinidos). Comparando a Figura 13 com a 14, pode-se notar uma pequena redução de 5,33% para 4,76%, no número de atropelamentos em 2001, e de 70,13% para 68,62%; no número de colisões. As demais constantes apresentam porcentagens muito próximas. Relata-se, ainda, a alta porcentagem de colisões e de choques nos dois anos em estudo, que juntos são responsáveis por, aproximadamente, 91% dos acidentes de trânsito na cidade.

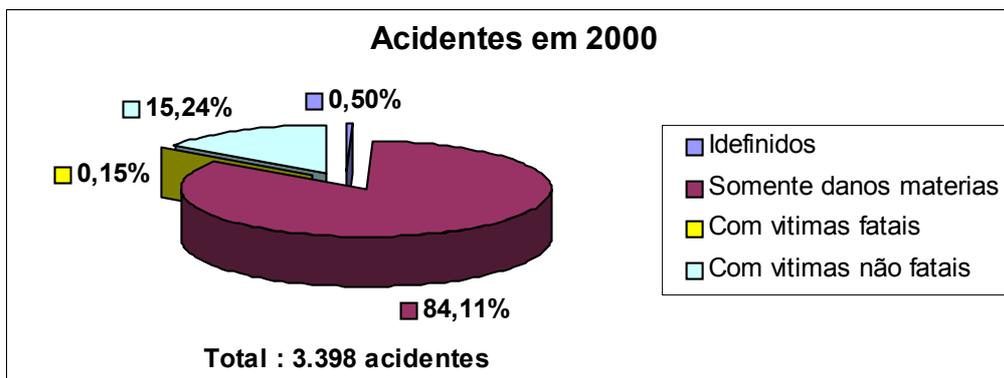


Figura 11: Número de acidentes ocorridos durante o ano de 2000

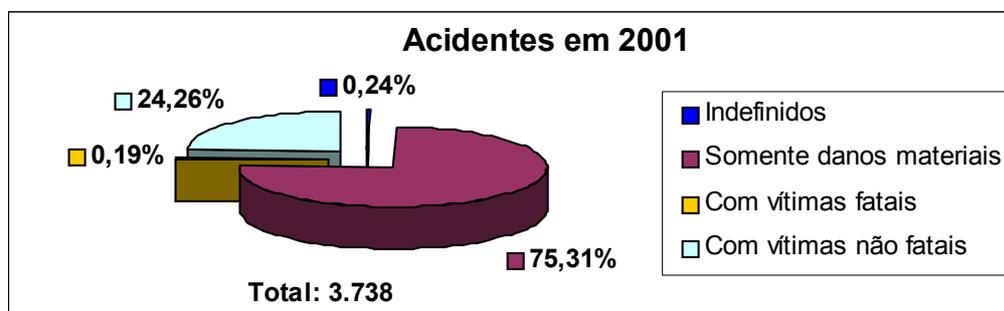


Figura 12: Número de acidentes ocorridos durante o ano de 2001

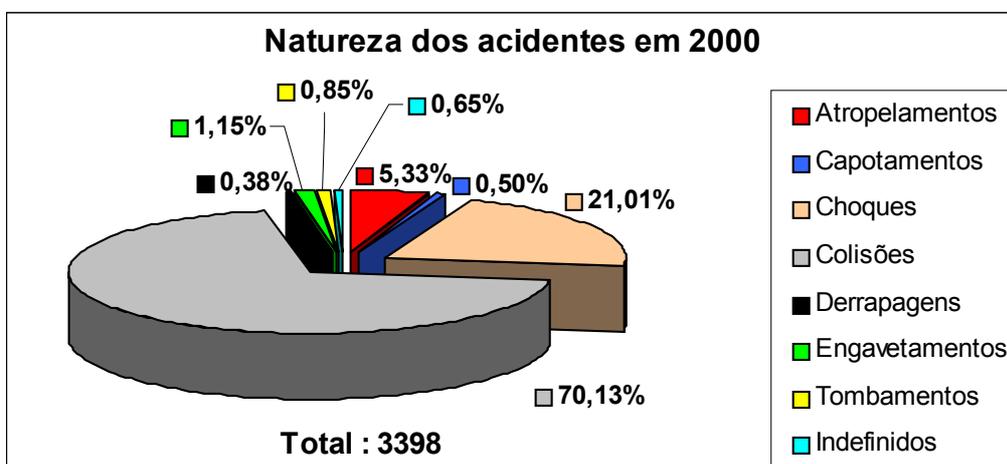


Figura 13: Acidentes de acordo com sua natureza ocorridos em 2000

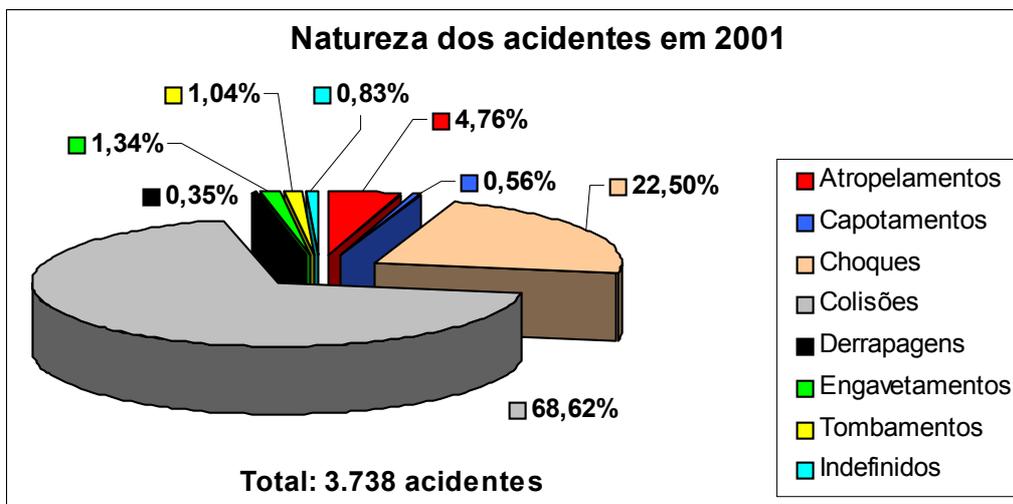


Figura 14: Acidentes de acordo com sua natureza ocorridos em 2001

As Figuras 15 e 16 exibem respectivamente o número de acidentes de trânsito ocorridos, por mês nos anos de 2000 e 2001, na cidade de São Carlos. A Figura 15 apresenta picos de acidentes contrastantes e nítidos de 360 (abril) e 211 (agosto). A Figura 16 mostra menores números de acidentes nos meses de janeiro e fevereiro (271 e 234).

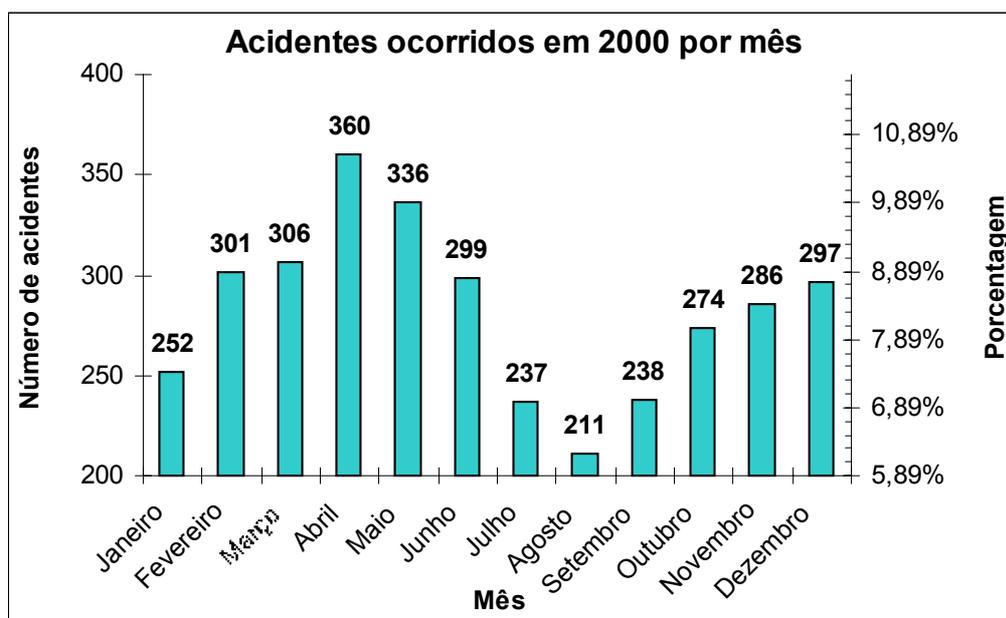


Figura 15: Acidentes diferenciados por mês, em 2000

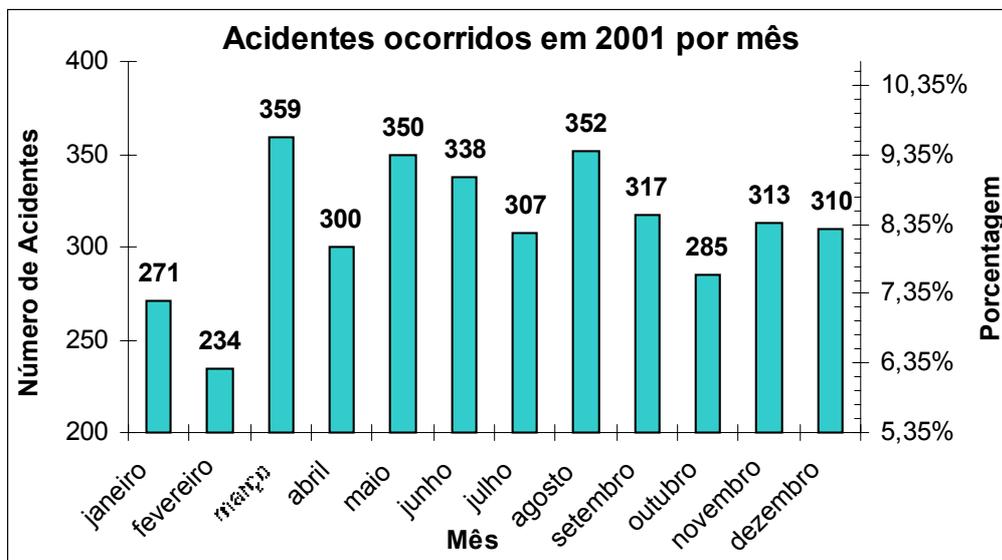


Figura 16: Acidentes diferenciados por mês, em 2001

As Figuras 17 e 18 expõem os dados dos acidentes de trânsito, nos anos de 2000 e 2001, diferenciados por dia da semana. Em ambos os gráficos, nota-se a menor porcentagem de acidentes de trânsito no domingo (provavelmente, devido o reduzido número de viagens e atividades desenvolvidas na cidade) e maiores porcentagens às segundas e sextas-feiras. Na Figura 18, os acidentes de trânsito se apresentam diferenciados durante a semana, notando-se uma certa homogeneização de terça à quinta-feira e outra, na segunda e sexta-feira.

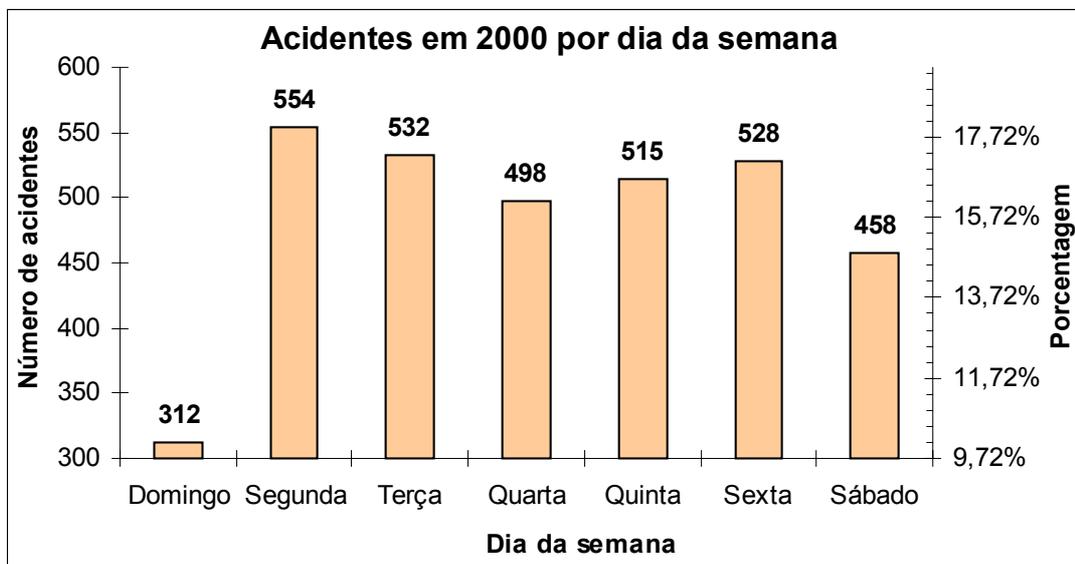


Figura 17: Acidentes ocorridos em 2000, diferenciados pelos dias da semana

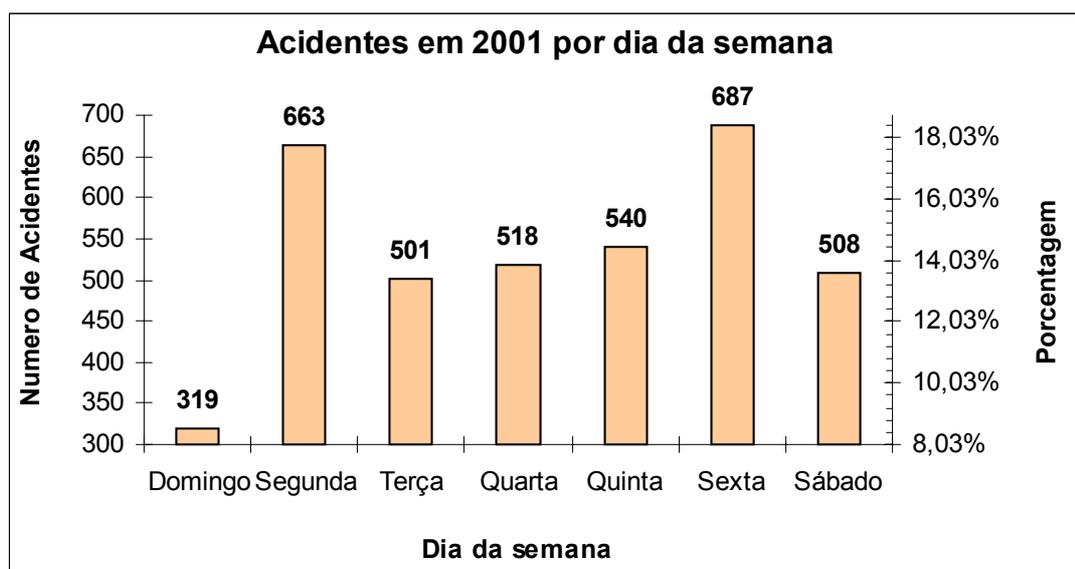


Figura 18: Acidentes ocorridos em 2001, diferenciados pelos dias da semana

As Figuras 19 e 20 mostram os acidentes de trânsito diferenciados por hora, em 2000 e 2001, na cidade de São Carlos. Observando-se os dois gráficos, ressalta-se, como o intervalo de maior número de acidentes, aquele compreendido entre 11 e 19h. Os acidentes ocorrem em sua maioria durante o período comercial.

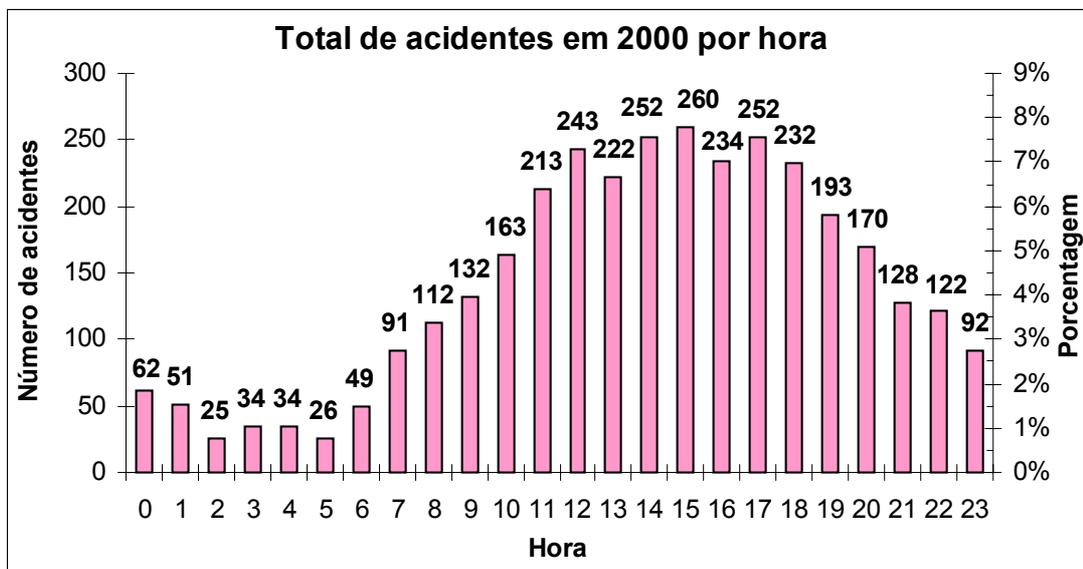


Figura 19: Ocorrência de acidentes em 2000, diferenciados por hora

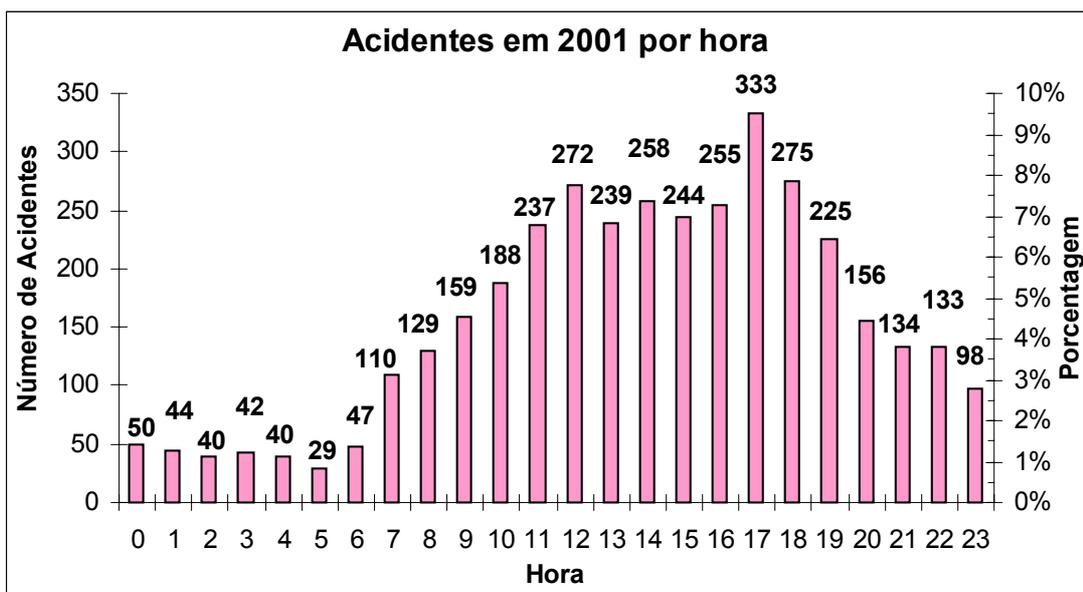


Figura 20: Ocorrência de acidentes em 2001, diferenciados por hora

Outra análise pode ser realizada, observando-se concomitantemente as duas variáveis, o dia da semana e a hora. Na Figura 21, pode-se notar a presença de curvas semelhantes entre dias da semana, com picos entre 11-12h, 13-14h e 16-18h, e às sextas e aos sábados, observa-se, além de outros, um pico noturno das 21-23h.

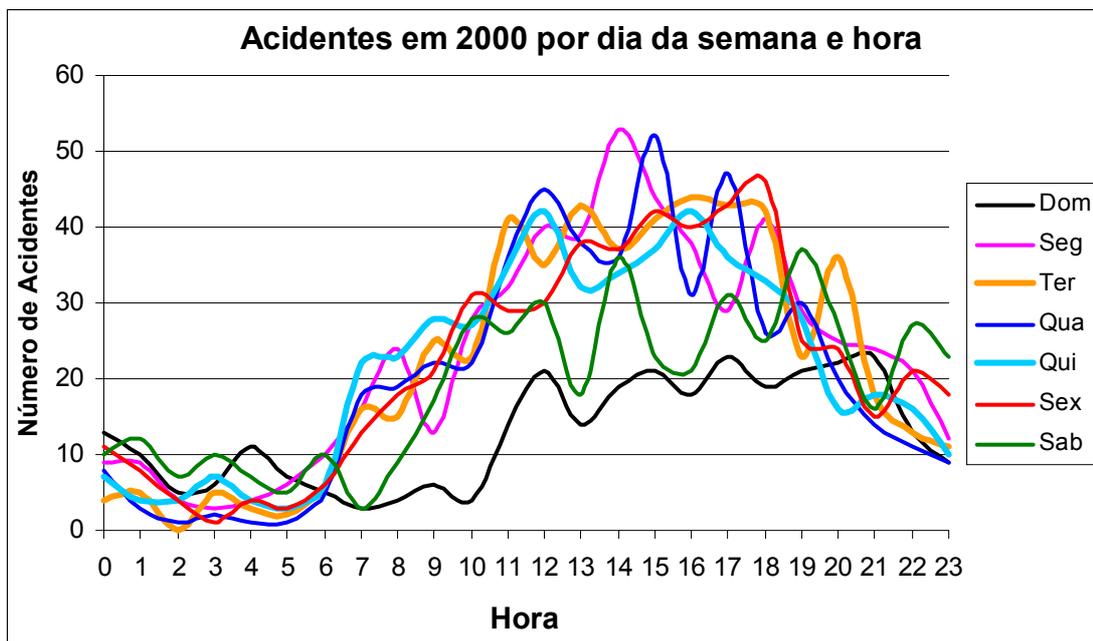


Figura 21: Acidentes em 2000, diferenciados por hora e dia da semana

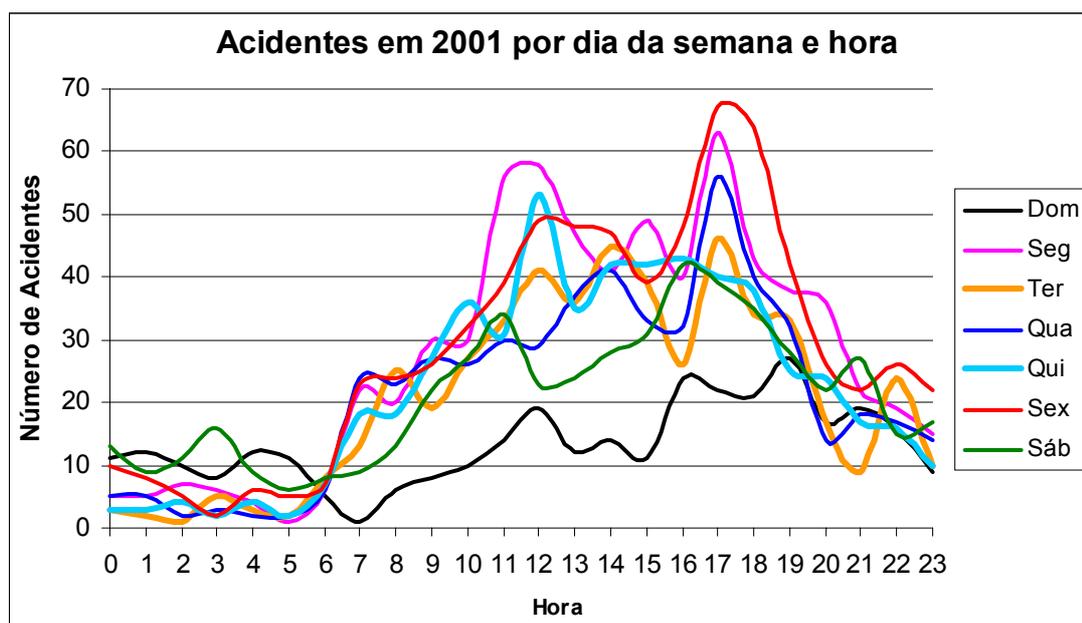


Figura 22: Acidentes em 2001, diferenciados por hora e dia da semana

Para GOLD (1998), existem alguns fatores que explicam as variações do número de ocorrências de acidentes de trânsito de acordo com a hora e o dia da semana. Sendo elas: *i)* nas horas de maior fluxo de veículos e de pedestres é esperado que haja mais atropelamentos; *ii)* as horas de baixo fluxo de veículos proporcionam velocidades mais altas, o que aumenta o risco de atropelamento e sua gravidade; *iii)* nas noites de

sextas-feiras, sábados e domingos, há maior consumo de bebidas alcoólicas; *iv*) as diversões das noites de sextas-feiras e sábados deixam os condutores e pedestres mais cansados no dia seguinte; *v*) durante os fins de semana há mais pessoas sem experiência conduzindo.

6.2 BD DO SISTEMA VIÁRIO

6.2.1 Aplicação

O BDSV, para efeito de demonstração da aplicação do método, foi desenvolvido a partir da coleta em campo dos atributos das principais vias da cidade, incluindo aquelas em que ocorre maior número de acidentes; todavia, o ideal seria ter dados do BDSV para todas as vias da cidade de São Carlos. Entretanto, esta tarefa demanda muito tempo devido a sua extensão e abrangência, o que tornou inviável a sua realização neste trabalho.

Os atributos das vias coletados para o BDSV piloto de São Carlos são: nome, tipo da via (local, coletora, arterial, de trânsito rápido, rodovia), numeração de início e fim das quadras, tipo do pavimento, volume de tráfego, existência de semáforo veicular e/ou de pedestre, presença de poste de iluminação, sinalização vertical e horizontal. Para elaboração do projeto e coleta de dados do BDSV, contou-se com trabalho de programas de extensão e iniciação científica dos alunos da graduação da UFSCar.

Para inserção dos dados coletados, em campo, no SIG escolhido, o *software TransCAD*, foi necessário a utilização de um mapa digitalizado, com a rede viária e os respectivos nomes de vias da cidade de São Carlos. O mapa digitalizado foi obtido no Departamento de Engenharia Civil da UFSCar (Ver Figura 23). A rede viária digitalizada consta de duas camadas (*layers*): de segmentos de vias (arquivo de linhas) e cruzamentos/interseções (pontos). Na camada de arquivos de linhas, têm-se coletados os nomes das vias, que tiveram sua grafia padronizada, como mostra a Figura 24.

R24-a indica o sentido de circulação da via, R6-a proíbe o estacionamento, e R6-c proíbe a parada e o estacionamento. Na Figura 26 (demarcada com um retângulo vermelho), pode-se observar um detalhe de uma consulta de um objeto, neste caso, uma sinalização do tipo PARE (R1), conforme o círculo azul. Podem ser inseridas, seleccionadas e consultadas informações adicionais em cada placa de sinalização, tais como a data de instalação, a direção em que está voltada e suas dimensões.

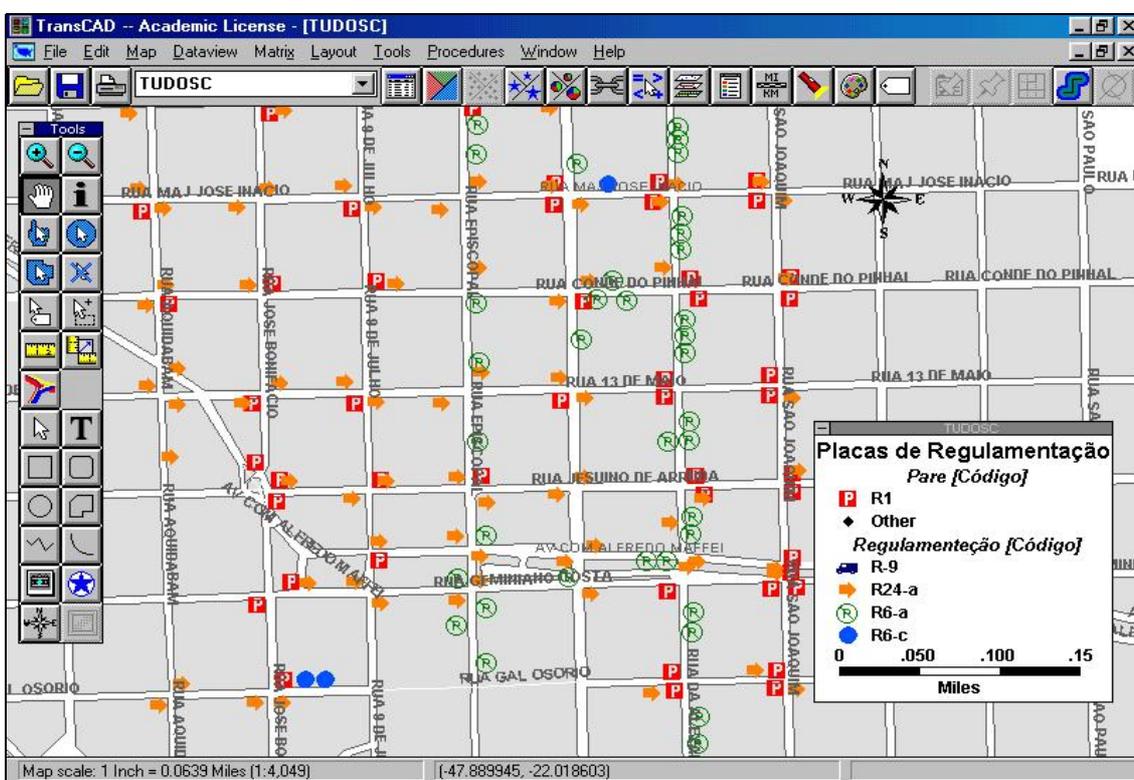


Figura 25: Placas de Regulamentação da área central de São Carlos

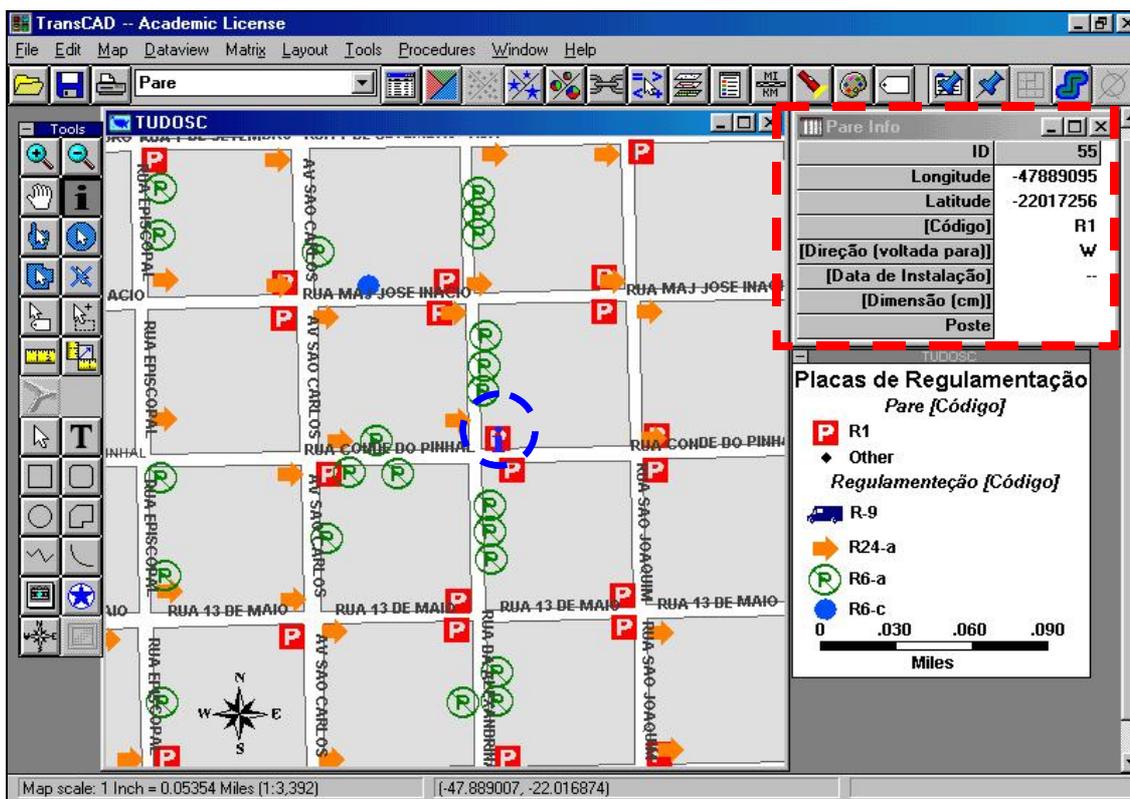


Figura 26: Detalhe das informações de uma sinalização vertical (PARE)

6.3 BD PARA BENCHMARKING – BDB

6.3.1 Aplicação

Para a criação e obtenção de dados do BDB piloto, um projeto foi desenvolvido, em nível operacional, por GRIGOLON (2003). O BDB piloto é composto de mapas digitais, desenvolvidos em ambiente *TransCAD*, levando-se em conta informações referentes a países, estados, cidades, contendo dados de acidentes e dados demográficos, culturais, de saúde, políticos, socioeconômicos e populacionais. O dados do BDB coletados são: o Produto Interno Bruto – PIB, o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, número de habitantes da região (população), e índices de acidentes de trânsito.

Uma análise foi realizada por GRIGOLON (2003) para verificar quais indicadores eram comuns à maioria dos órgãos, em nível nacional e internacional. Os principais indicadores de acidentes de trânsito, selecionados em seu trabalho, foram: *i*) número total de acidentes com vítimas; *ii*) número de acidentes com vítimas fatais; *iii*) número de acidentes com vítimas não fatais; *iv*) vítimas para cada 10.000 veículos; *v*) mortos para cada 10.000 veículos; *vi*) vítimas para cada 100.000 habitantes; *vii*) mortos para cada 100.000 habitantes.

As informações, contidas no BDB piloto foram extraídas das mais variadas fontes, sempre respeitando alguns critérios de validade e confiabilidade dessas informações, procurando sempre extraí-las de grandes órgãos de pesquisa, ou de departamentos que trabalhem especificamente com o assunto. Informações provenientes de órgãos como o DETRAN, DENATRAN, ABDETRAN (Associação Brasileira dos DETRANs), GEIPOT (Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes), DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), ONU (Organização das Nações Unidas), foram imprescindíveis para a criação do BDB piloto.

Os dados sobre o IDH, que levam em conta aspectos sobre a população (níveis socioeconômicos, saúde, educação dos estados brasileiros) foram extraídos da ONU. Informações sobre o PIB dos estados do Brasil foram obtidas no IBGE. Os dados referentes aos acidentes de trânsito foram retirados da ABDETRAN, que tem como fontes SINET, DENATRAN e DETRAN.

6.3.2 Resultados

O banco de dados estatísticos BDB piloto, em *TransCAD*, possui o mapa mundial digitalizado e georeferenciado. Uma das características a serem levantadas para o BDB é o índice populacional das regiões, cidades, estados, países. Os dados populacionais de vários países, relativos ao ano de 2000, estão mostrados na Figura 27.

Na Figura 28, pode-se observar cinco classes de frotas de capitais dos estados brasileiros. As capitais que apresentam as maiores frotas, em 2000, são: Goiânia, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre. As capitais de menor classe de frota, no mesmo ano, são: Boa Vista, Rio Branco, Macapá, Porto Velho, e Palmas.

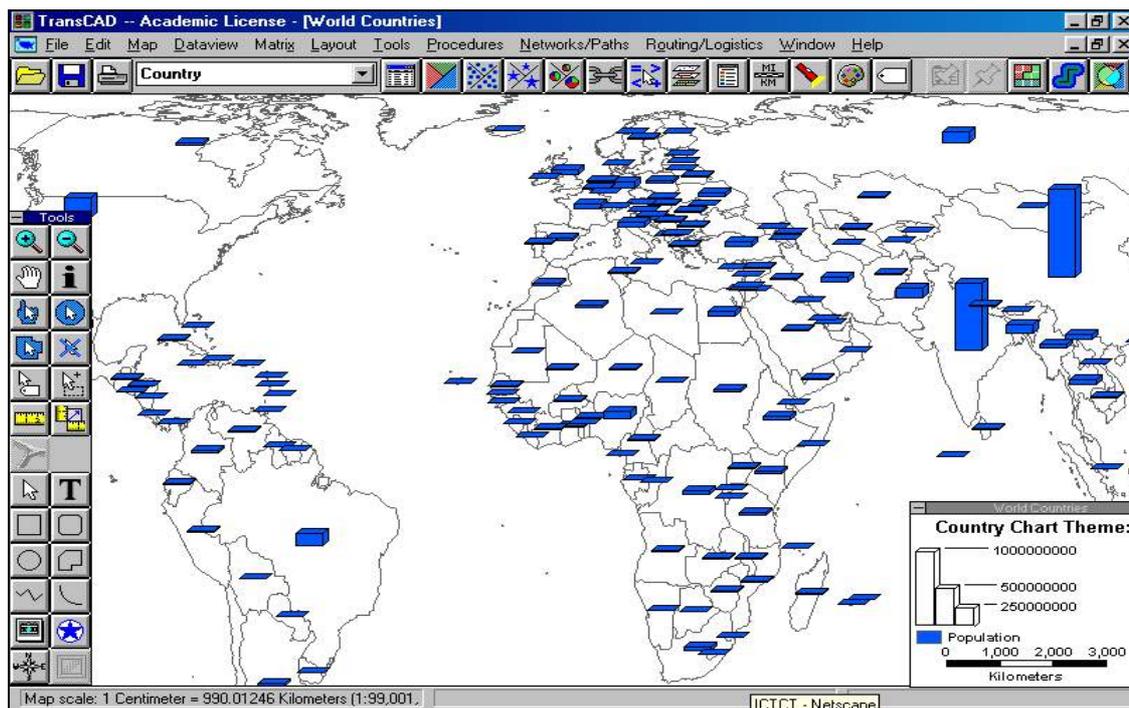


Figura 27: Dados da População Mundial inseridos no BDB, 2000

Fonte: GRIGOLON, 2003

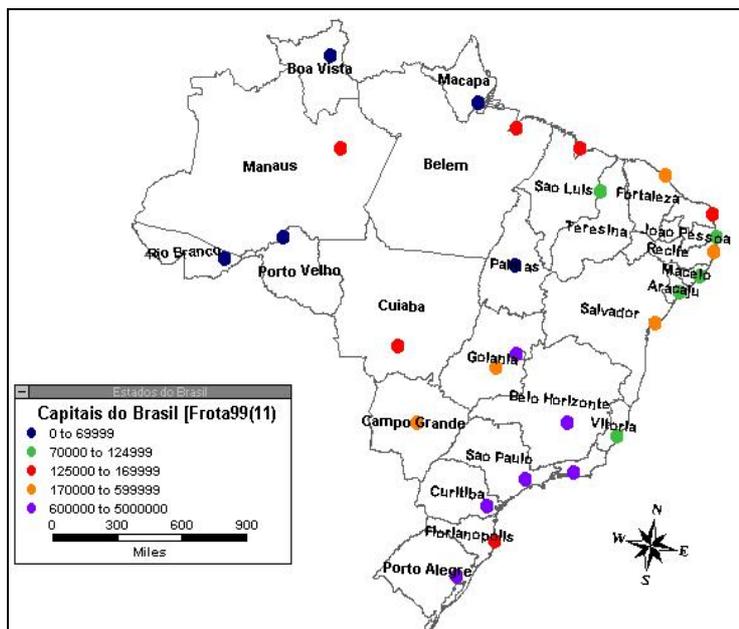


Figura 28 : Frota das capitais dos estados brasileiros, no ano de 1999
 Fonte: GRIGOLON, 2003

Um outro tipo de mapa temático pode ser construído: o de diversas classes de frotas estaduais (Ver Figura 29). Os estados da região Sul e Sudeste apresentaram, em 1999, maiores frotas, com exceção do estado do Espírito Santo. O estados de menor classe são: Acre, Roraima, Amapá, Tocantins e Sergipe.

Na Figura 30 e 31 são indicados respectivamente os IDHs, no ano de 2000, em vários países e nos estados brasileiros. Os IDHs são divididos em três tipos de classes, baixos, médios e altos. Na Figura 30, os países com maiores IDHs são, entre outros, os EUA, Canadá, México, Argentina e vários países do continente europeu. O Brasil apresentou, em 2000, uma classe de IDH média. Na Figura 31, observa-se a concentração de IDHs baixos na região Nordeste do Brasil, e de altos IDHs, principalmente, na região Sul e Sudeste.

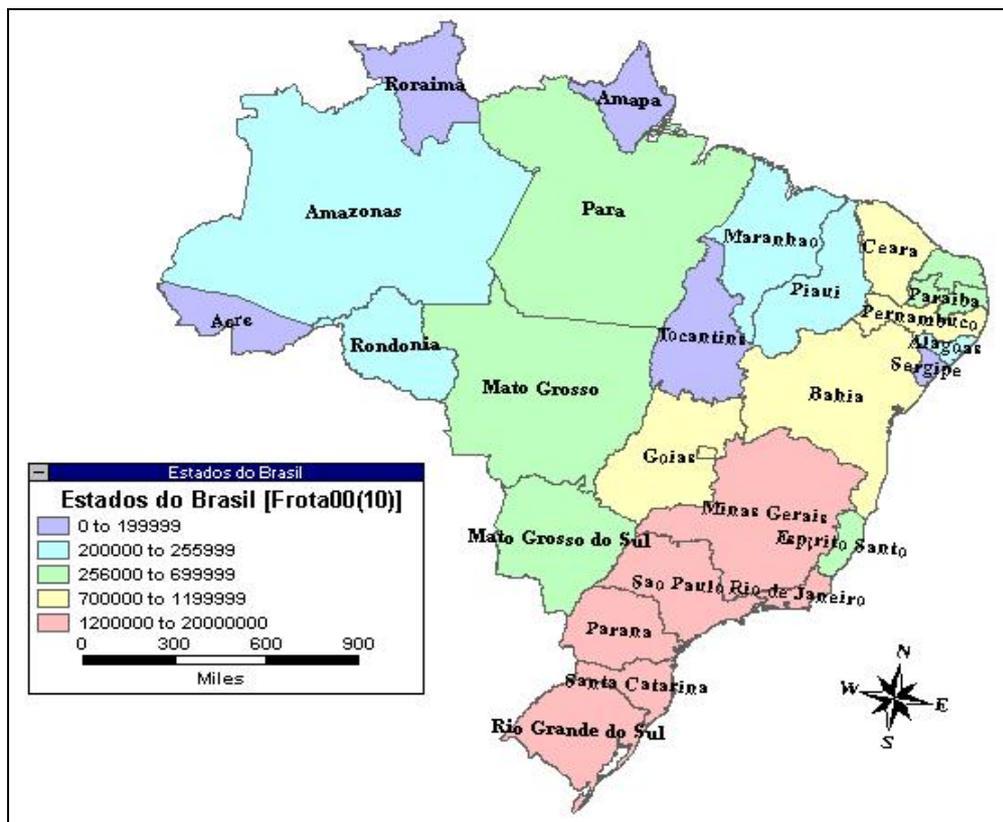


Figura 29: Frota dos estados brasileiros, no ano de 2000

Fonte: GRIGOLON, 2003

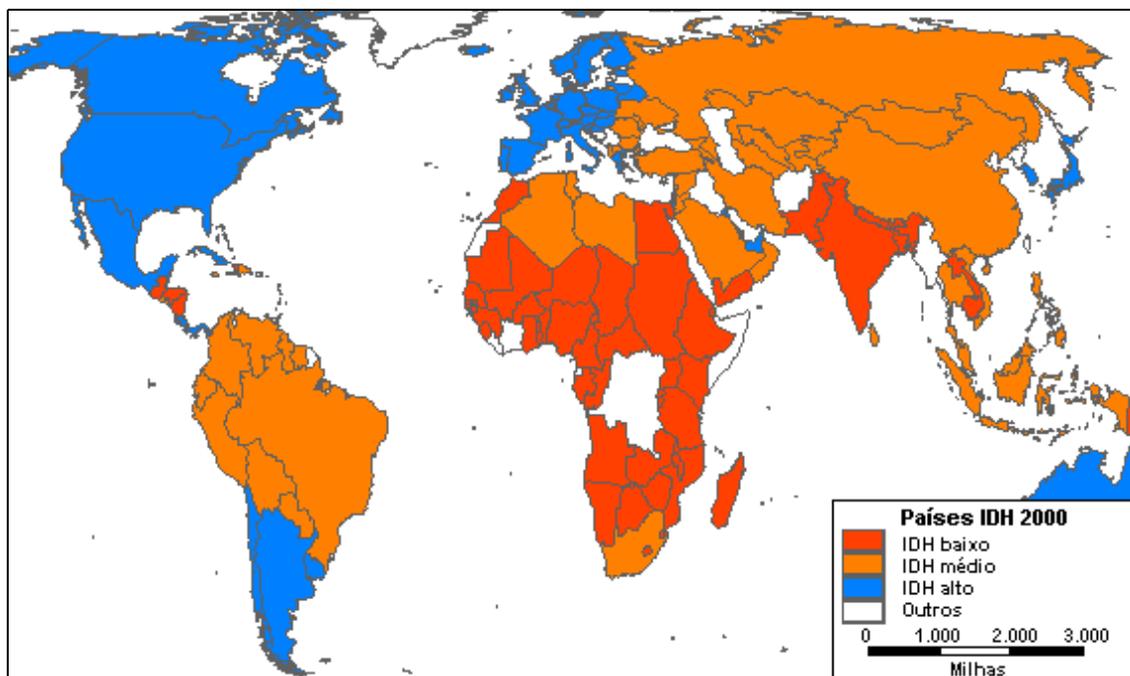


Figura 30: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), no ano de 2000

Fonte: GRIGOLON, 2003

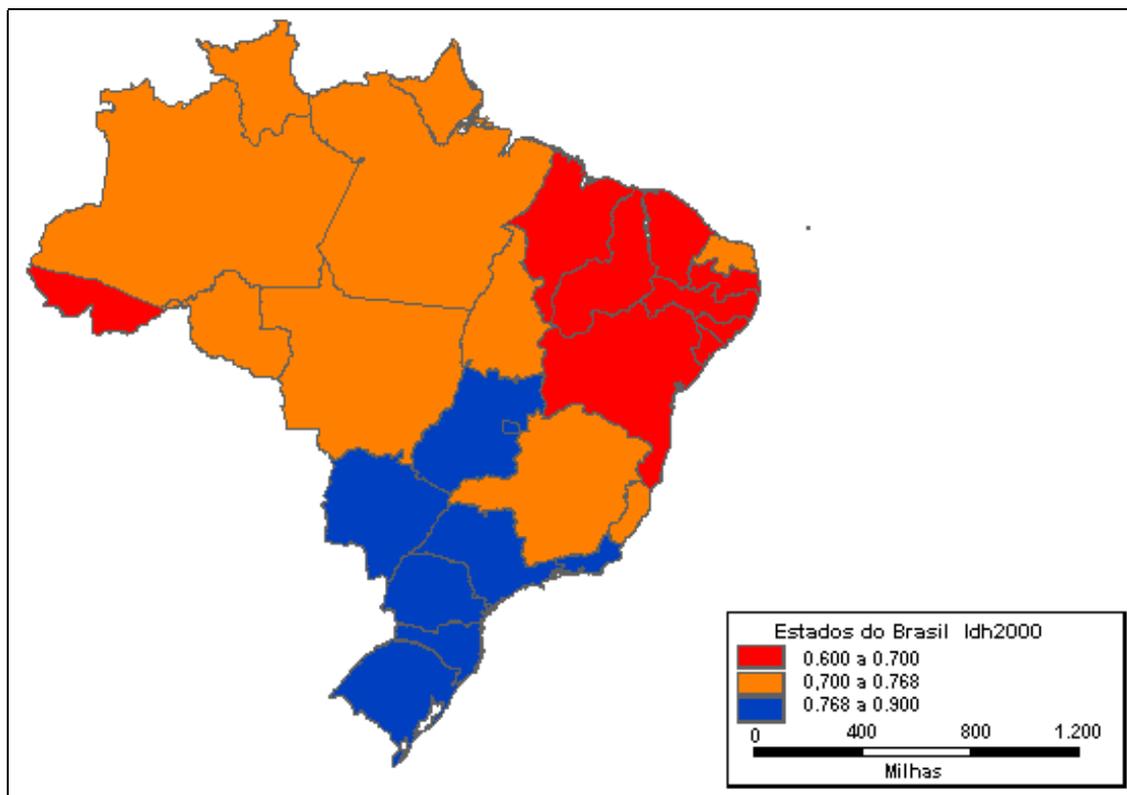


Figura 31: IDH dos estados brasileiros, em 2000

Fonte: GRIGOLON, 2003

A Figura 32 mostra o mapa temático, de dados de 1998, abordando classes de número de vítimas de acidentes de trânsito e números reais de vítimas fatais de acidentes de trânsito, tomando-se como base os valores de 1.250, 2.500 e 5.000 vítimas. O estado de São Paulo é o que se destacou, no período, por apresentar elevada classe de número de vítimas de acidentes de trânsito e o maior número de vítimas fatais.

Na Figura 33 é indicado o banco de dados de atributos não gráficos de capitais brasileiras (IDH, do ano de 2000, e PIB, do ano de 1999). Baseado nos dados mostrados pela Figura 33, a capital Brasília foi a que apresentou, nos períodos citados, maior IDH e PIB. O menor PIB encontrado foi de São Luis e o menor IDH foi o de Maceió.

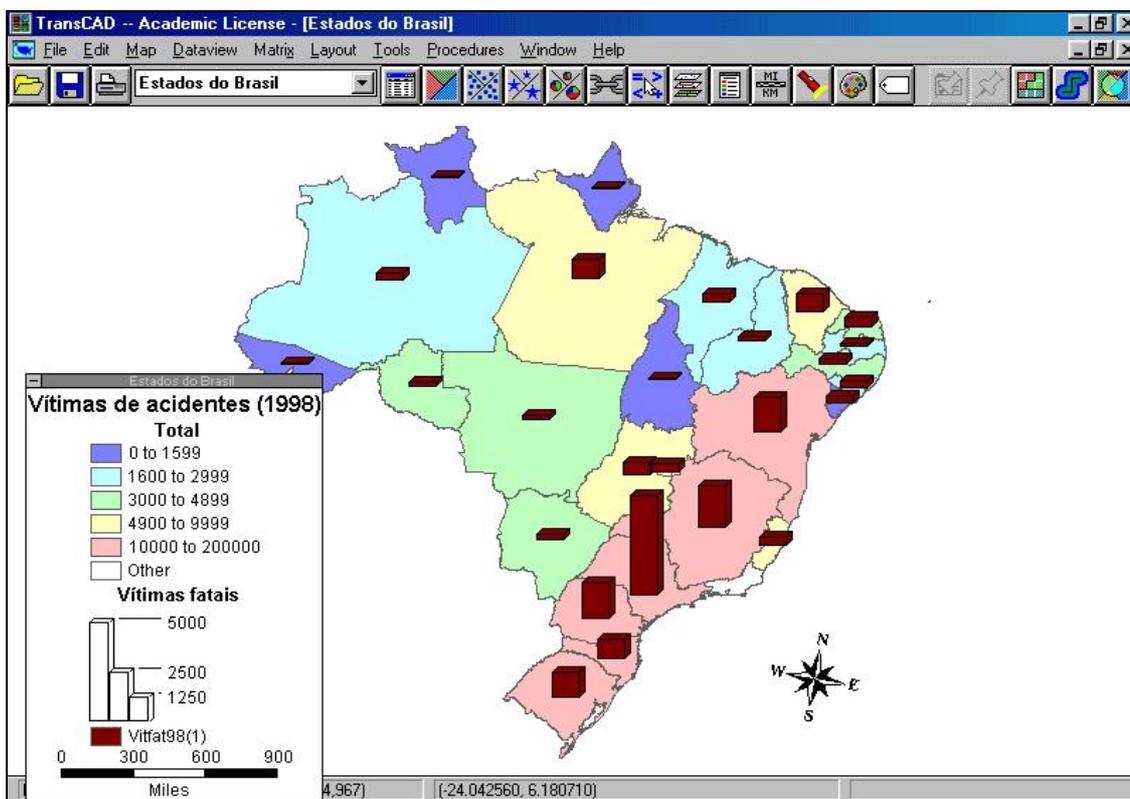


Figura 32: Vítimas de acidentes de trânsito, por estado, no ano de 1998

ESTADO	CAPITAL	[Idh2000 (15)]	[PIB 99 (16)]
Roraima	Boa Vista	0.749	2558
Para	Belem	0.720	2705
Amapa	Macapa	0.751	3392
Amazonas	Manaus	0.717	5577
Acre	Rio Branco	0.692	2817
Rondonia	Porto Velho	0.729	3657
Rio Grande do Sul	Porto Alegre	0.809	7389
Santa Catarina	Florianopolis	0.806	6676
Mato Grosso do Sul	Campo Grande	0.769	5255
Mato Grosso	Cuiaba	0.767	4695
Goias	Goiania	0.770	3603
Minas Gerais	Belo Horizonte	0.766	5239
Parana	Curitiba	0.786	6446
Tocantins	Palmas	0.721	1832
Maranhao	Sao Luis	0.647	1402
Sao Paulo	Sao Paulo	0.814	9210
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	0.802	7946
Espjrito Santo	Vitoria	0.767	6082
Distrito Federal	Brasilia	0.844	10935
Piaui	Teresina	0.673	1660
Ceara	Fortaleza	0.699	2631
Pernambuco	Recife	0.692	3279
Bahia	Salvador	0.693	3206
Sergipe	Aracaju	0.687	3056
Alagoas	Maceio	0.633	2275
Rio Grande do Norte	Natal	0.702	2757
Paraiba	Joao Pessoa	0.678	2296

Dataview: Records 1 - 27 of 27

Figura 33: Banco de atributos não gráficos de capitais brasileiras

6.4 BD DE ACIDENTES DE TRÂNSITO EM AMBIENTE SIG - BDS

6.4.1 Aplicação

Um banco de dados BDS piloto foi desenvolvido em São Carlos para mostrar a aplicabilidade do método, em nível operacional, baseando-se em análise intra-urbana, em nível desagregado. Para a criação do BDS foram transferidos os dados de acidentes de trânsito do banco de dados relacional – BDA *Access*, para o programa *TransCAD* que permite a localização espacial dos acidentes, além de uma série de análises. Para efeito de mostrar a sua aplicação, foram inseridos no BDS, manualmente, vários dados de acidentes de trânsito. Com o BDS, podem ser identificados os pontos e vias críticas da cidade através de gráficos, tabelas e mapas temáticos, relacionando as variáveis inseridas em seu banco de dados.

6.4.2 Resultados

Os acidentes de trânsito estão sendo representados através de pontos críticos na forma de pontos, como indica a Figura 34. A interseção da Av Francisco Pereira Lopes com a Rua Miguel Petroni (demarcado com um retângulo vermelho), ambas de duplo sentido de direção, apresentam semáforos, porém de apenas duas fases, fazendo com que não haja um tempo exclusivo para conversões à esquerda (conversão permitida, mas não protegida). A interseção já mereceu estudo por parte da prefeitura de São Carlos, que, para melhorar a segurança viária, projetou um novo dispositivo físico (rotatória) para o local. (GOVERNO DA SÃO CARLOS).

Com os índices de acidentes de trânsito de 2000, pode-se identificar, de uma forma geral, as vias críticas da cidade, como mostra a Figura 35. Ela mostra, em detalhe, algumas vias de São Carlos e destaca (em vermelho) as que apresentam maiores índices de acidentes do ano de 2000. Pode-se notar um grande número de acidentes ao longo das avenidas São Carlos, Grécia, Getúlio Vargas, Dr. Carlos Botelho e das ruas 15 de Novembro, 7 de Setembro, Miguel Petroni entre outras.

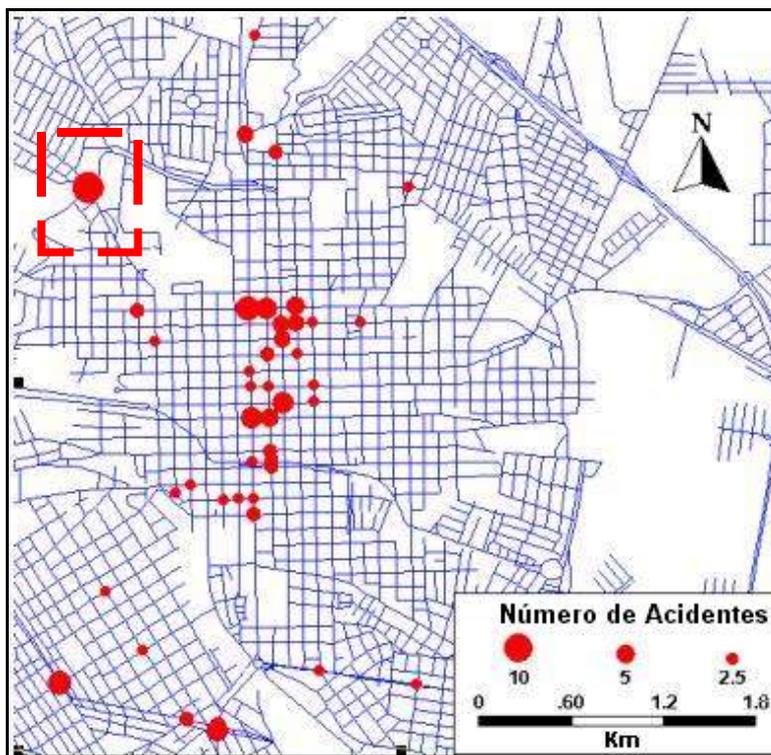


Figura 34: Pontos Críticos da cidade, para dados de 2000

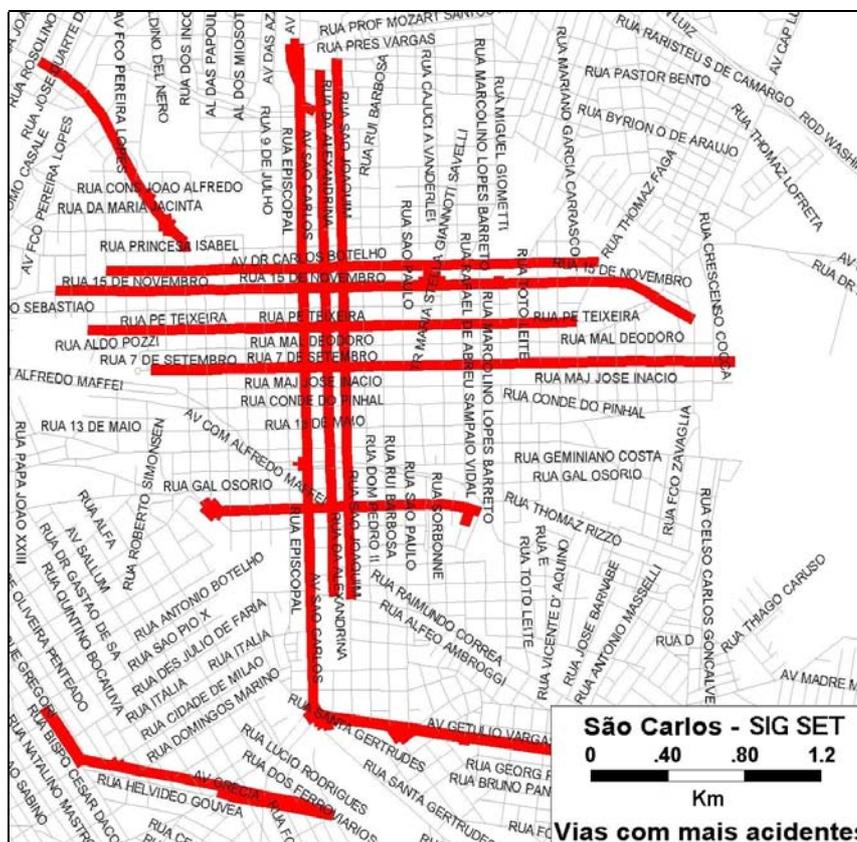


Figura 35: Vias da cidade de São Carlos com mais acidentes em 2000

6.5 COMPARAÇÕES E ESTABELECIMENTO DE METAS

Para ilustrar a etapa 3 do SIG SET, apresenta-se neste trabalho o método de *benchmarking* para a gestão de acidentes de trânsito desenvolvido por GRIGOLON (2003). Para exemplificar o processo de *benchmarking* do método, realizaram-se comparações dos dados relativos ao estado do Acre (referência), com os de outros estados brasileiros de características semelhantes. Estabeleceram-se ainda, os estados alvos (Bahia e Paraíba), e suas respectivas metas, de médio e longo prazo, visando à diminuição do número dos acidentes de trânsito no estado do Acre.

Os estados alvos foram obtidos a partir de análises do IDH, PIB e o grau de motorização. O IDH e o PIB expressam as condições médias de desenvolvimento e qualidade de vida dos estados. No método SIG SET, assume-se a hipótese de esses índices serem importantes informações para uma comparação pertinente.

A Figura 36 mostra o mapa temático dos estados brasileiros, contendo as informações de IDH. O estado do Acre apresentou, em 2000, variações de IDH entre 0,676 a 0,693, assim como os estados de Pernambuco, Paraíba e Sergipe. Entretanto, outros estados, que tiveram faixas de IDH oscilando de 0,600 e 0,710, podem ser comparados com o Acre devido à proximidade de valores. Esses estados são: o Maranhão, Piauí, Alagoas, Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia.

Na Figura 37 pode-se verificar que o estado do Acre obteve em 2000 entre 2 a 4 mil de renda *per capita*. Outros estados contidos nessa faixa foram: Pernambuco, Paraíba, Sergipe, Maranhão, Piauí, Alagoas, Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia, Rondônia, Pará, Goiás, Amapá e Roraima.

O grau de motorização em 2000 pode ser observado na Figura 38, a qual mostra que foi considerada para o *benchmarking* a faixa de 0 a 8,2 veículos por grupos de 100 habitantes. Assim, os estados que podem ser comparados com o Acre são: Amazonas, Pará, Tocantins, Maranhão, Piauí, Bahia e Paraíba.

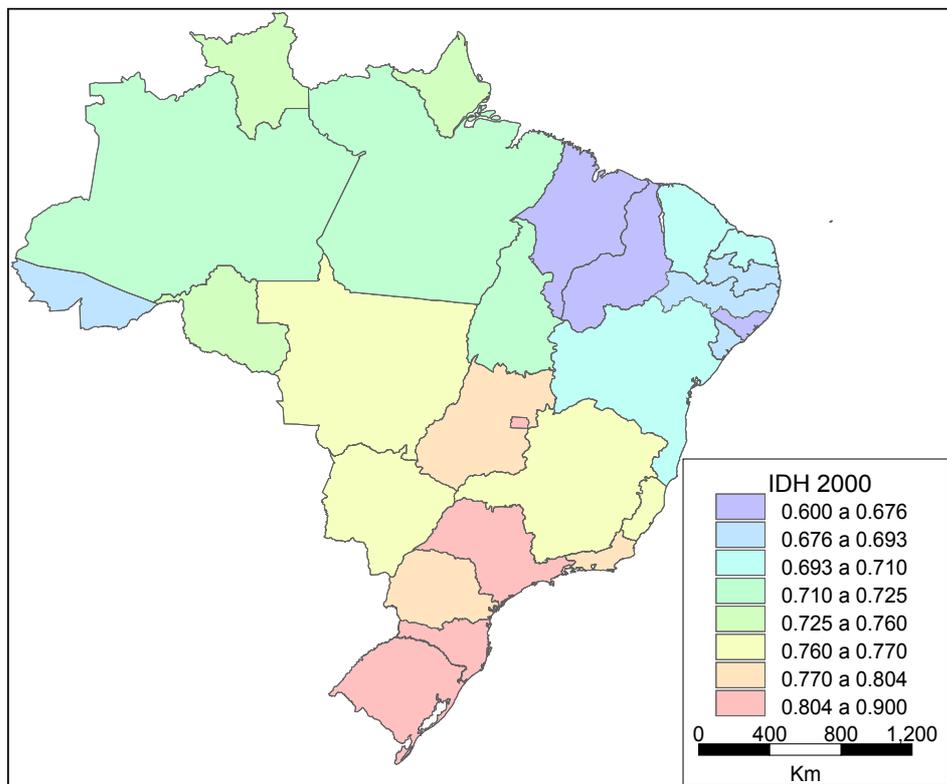


Figura 36: IDH dos Estados do Brasil em 2000.

Fonte: GRIGOLON (2003)

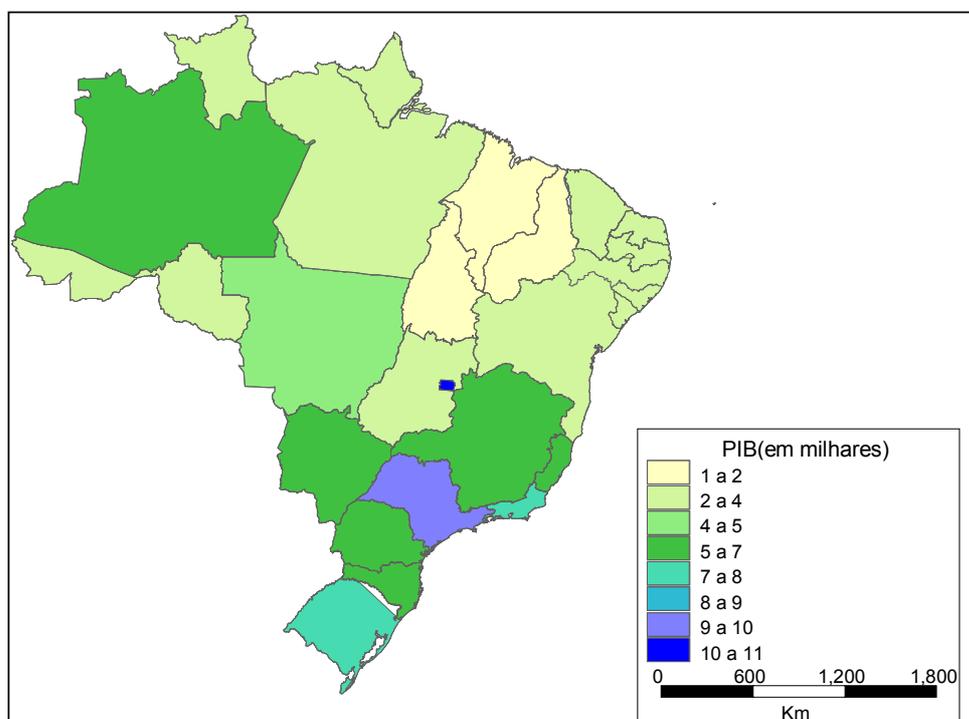


Figura 37: PIB dos Estados do Brasil (per capita) em 2000

Fonte: GRIGOLON (2003)

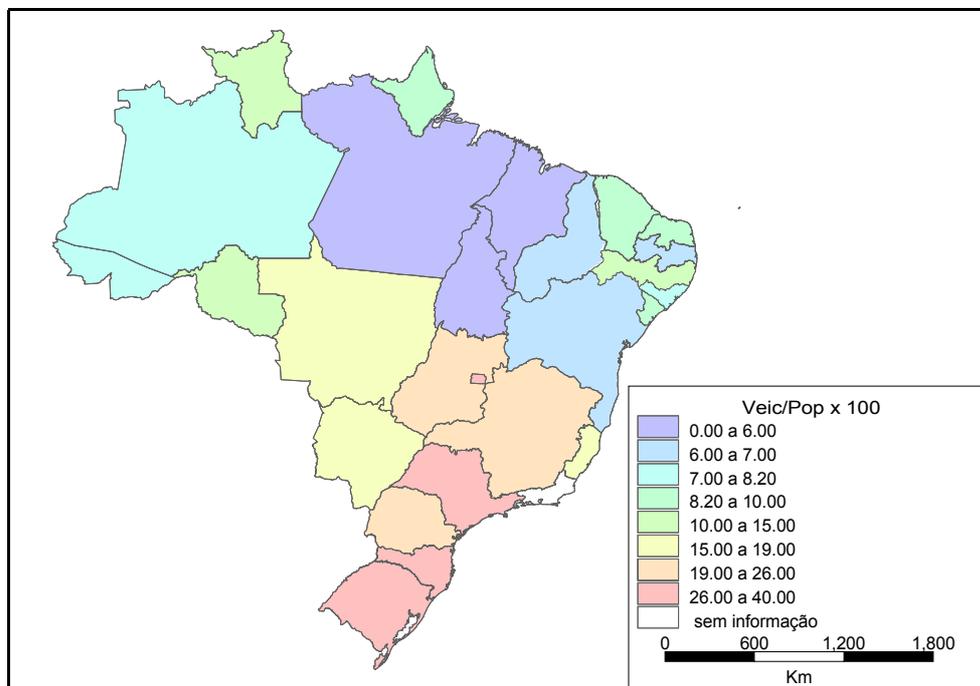


Figura 38: Grau de motorização dos Estados do Brasil em 2000

Fonte: GRIGOLON (2003)

Analisando-se as Figuras 36, 37 e 38, foi elaborado a Tabela 3, que mostra a incidência de cada indicador na similaridade dos estados. Os estados que se mostraram mais semelhantes ao estado do Acre, segundo os indicadores aqui adotados, em ordem decrescente, foram: Paraíba e Bahia (grau 3); Pernambuco, Sergipe, Maranhão, Piauí, Alagoas, Ceará, Rio Grande do Norte e Pará (peso 2); e Rondônia, Goiás, Amapá, Roraima, Amazonas e Tocantins (peso 1).

Tabela 3: Grau de similaridade entre os estados

Estado	PE	PB	SE	MA	PI	AL	CE	RN	BA	RO	PA	GO	AP	RR	AM	TO
IDH	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
PIB	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Motorização		1		1	1				1		1				1	1
GRAU	2	3	2	2	2	2	2	2	3	1	2	1	1	1	1	1

Fonte: GRIGOLON (2003)

De acordo com os critérios aqui adotados, num primeiro momento, o estado do Acre deve ser comparado aos estados da Paraíba e Bahia. Os dados de acidentes de trânsito do estado de referência (Acre) e os estados alvos (Paraíba e Bahia) estão reproduzidos na Tabela 4.

Tabela 4: Dados de acidentes do estado de referência e dos estados alvo

Indicadores	AC	PB	BA
Número de acidentes com vítimas	1.724	1.867	11.686
Total de vítimas	2.127	2.831	16.730
Vítimas fatais	104	391	1.597
Vítimas não-fatais	2.023	2.440	15.133
Vítimas fatais/10.000 veículos	22,1	14,3	18,1
Vítimas não-fatais/10.000 veículos	430,4	89,5	171,6
Vítimas fatais/100.000 habitantes	18,1	11,3	12,1
Vítimas não-fatais/100.000 habitantes	352,2	70,3	114,5

Fonte: GRIGOLON (2003)

Analisando-se a Tabela 4 pode-se perceber claramente que os indicadores *Número de acidentes com vítimas*, *Total de vítimas*, *Vítimas fatais* e *Vítimas não-fatais* não são indicados para as comparações com outras referências, pois os mesmos representam valores absolutos.

Dentre os três estados considerados, em 2000, o estado da Bahia tem uma frota muito maior (882 mil veículos), seguido pela Paraíba (273 mil) e pelo Acre (47 mil). A população da Bahia é, também, muito maior (13 milhões de habitantes), a Paraíba (3,5 milhões), enquanto o Acre tem somente pouco mais de 570 mil (GRIGOLON, 2003). Se existem mais veículos e pessoas circulando na Bahia, a probabilidade é maior de ocorrer mais acidentes nesse estado do que no Acre.

Portanto, os indicadores mais indicados são aqueles ponderados pela frota e pela população, como é o caso dos indicadores: *Vítimas fatais/10.000 veículos*, *Vítimas não-fatais/10.000 veículos*, *Vítimas fatais/100.000 habitantes*, *Vítimas não-*

fatais/100.000 habitantes. A Tabela 4 mostra que o estado do Acre tem piores índices do que os estados da Paraíba e da Bahia, qualquer que seja o indicador ponderado (números em vermelho). O estado da Paraíba tem os melhores índices (números em negrito).

Considerando os dados socioeconômicos, de frota e de acidentes aqui utilizados, os órgãos gestores acreanos precisam trabalhar muito para a obtenção de melhores índices de segurança viária. Uma primeira sugestão apontaria, por exemplo, como metas, atingir os valores encontrados para o estado da Bahia, para o próximo ano. Para um médio prazo, o estado da Paraíba poderia significar uma meta bastante desafiadora. Isto não quer dizer necessariamente que os estados da Bahia e Paraíba possuam “bons” índices de acidentes de trânsito.

O estado da Bahia, por sua vez, pode estabelecer como meta mais imediata o estado da Paraíba. Esse, se quiser uma meta desafiadora, precisa encontrar um estado que tenha melhores índices de acidentes de trânsito, considerando os critérios aqui utilizados. O raciocínio desenvolvido por GRIGOLON (2003) pode ser extrapolado para cidades, estados, regiões ou países.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A situação caótica registrada no trânsito brasileiro, de maneira geral, parece ser de conhecimento público e já, muitas vezes, apresentadas e debatidas por autoridades e comunidade em geral. Não resta dúvida de que este quadro estarrecedor, considerando os níveis de acidentes de trânsito no território brasileiro, acaba sendo assimilado com muita facilidade tanto por autoridades quanto pelos usuários. Assim, tem-se quase como consenso que o acidente de trânsito é uma questão de fatalidade.

Porém, esse não tem sido o pensamento dos administradores e políticos em países mais desenvolvidos que o Brasil. Nesses lugares, os dirigentes têm procurado adotar ações contínuas e eficazes, conseguindo reduzir os níveis locais de insegurança a patamares bastante satisfatórios quando comparados àqueles existentes há 20 ou 30 anos atrás.

Para se atingir essas melhorias na segurança, empreendem-se ações nos três níveis: Educação, Engenharia e Esforço legal. No âmbito do Esforço legal, o Código de Trânsito Brasileiro, ao menos em tese, trouxe uma contribuição significativa em termos de legislação. Como consequência também do novo Código, a área de Educação teve sua relevância colocada em evidência, todavia, ações concretas ainda faltam ser efetivamente implantadas.

No que tange à área de Engenharia, o Código trouxe, reconhecidamente, avanços claros. Dentre as contribuições advindas do novo Código estão aquelas relacionadas com a Gestão. O município passou a fazer parte do Sistema Nacional de Trânsito e o processo de “municipalização” permitiu também ao município, que já planejava e operava o trânsito, sua fiscalização. Esta maneira mais abrangente de efetivamente gerir o trânsito por parte dos municípios, colocou em relevo as existentes carências de estrutura nos gestores. Poucos tinham a prática de desenvolver, manter e atualizar bancos de dados de acidentes; menor ainda é o número de municípios que tratam a gestão do trânsito de maneira abrangente e integrada.

As exigências feitas pela “municipalização” (dentre elas aquela que impõe ao município o dever de controlar e fazer análises estatísticas dos acidentes) parecem ser adequadas para municípios pequenos, onde os problemas são proporcionais ao seu tamanho. No entanto, para cidades de médio e grande portes, esta exigência está muito aquém daquilo que se poderia esperar de um órgão gestor de uma cidade desses portes, onde os índices de acidentes são muito elevados.

Neste sentido, este trabalho apresenta uma ferramenta que seria adequada a municípios que realmente se propõem a tratar o trânsito de maneira nova, moderna, eficiente, eficaz, sobretudo responsável, ou seja, uma gestão que procure primar pela qualidade. Para tanto, faz uso de modernas técnicas computacionais (como é o caso dos Sistemas de Informações Geográficas), além da técnica de *benchmarking*, conceito importante na Gestão da Qualidade Total.

Foi estabelecido como objetivo para este trabalho desenvolver um método, em nível estratégico, ou seja, que procurasse gerar idéias e conceitos que levassem em conta uma gestão abrangente, sistêmica, fundamentada na informação. Uma gestão baseada em um processo eficiente de informação é um dos fundamentos da Gestão da Qualidade, pois permite ao tomador de decisão fundamentar-se em informações previamente definidas. Essas informações podem servir como base para o desenvolvimento de estratégias e podem ser desdobradas em planos de ação.

Além disso, essas informações devem levar ao desenvolvimento de procedimentos que estabeleçam comparações com referenciais pertinentes (*benchmarking*). Isso estimularia a melhoria contínua (outro fundamento da Gestão da Qualidade), com o estabelecimento de metas realistas e desafiadoras.

O uso do método SIG SET não seria imediato para a grande maioria dos municípios brasileiros, exatamente pela falta de estruturas adequadas. No entanto, ele pode ser implementado modularmente. Para aqueles municípios com uma estrutura ainda pequena, a implantação pode começar pelo Banco de Dados de Acidentes – BDA, que utiliza um gerenciador de banco de dados (*Access*) relativamente conhecido e

utilizado nas organizações. Evidentemente, a práxis de coletar dados sobre a ocorrência de acidentes deve preceder à implantação de qualquer etapa prevista no método.

O uso do BDA seria suficiente para o órgão gestor iniciar-se na prática de sistematizar e fundamentar as ações em informações coletadas, armazenadas e mantidas de maneira estruturada. Porém, com a evolução da prática de gestão sobre os dados de acidentes, a própria experiência conduzirá à exigência de novas práticas, necessitando de novos dados e parâmetros para subsidiarem tomadas de decisão. Pode surgir disso, a necessidade da implantação de um banco de dados de sistema viário, mesmo que seja ainda nos tradicionais formatos de mapas em papel heliografado. A falta de flexibilidade, dificuldade de atualização, manuseio, capacidade para acolher uma grande quantidade de informações desses bancos poderá direcionar para o uso de métodos mais modernos, como os Sistemas de Informações Geográficas. Os SIGs terão papel importante em etapas futuras.

Em um novo patamar de desenvolvimento do órgão gestor, tendo já sido implementada, amadurecida e consolidada uma nova mentalidade de gestão, surgirá o momento de o método SIG SET ser implementado em sua totalidade. Acrescentam-se aos procedimentos existentes, os bancos de dados espaciais de acidentes de trânsito (BDS) e de *benchmarking* (BDB).

Baseado em comparações através de informações dos bancos de dados e no estabelecimento de metas de segurança viária, poderão ser tomadas decisões de intervenções nas três áreas: Educação, Esforço Legal e Engenharia. Sempre que adotada alguma intervenção, deverá ser executada a verificação da eficácia e eficiência da mesma. A técnica de *benchmarking* poderá ser realizada periodicamente aplicando-se a (re)avaliação de metas para a melhoria contínua da segurança viária.

A completa adoção do SIG SET requer uma série de ações concatenadas e sistêmicas, requerendo investimento de recursos humanos (pessoas treinadas), materiais (equipamentos, *softwares* etc.). Este trabalho é parte de uma linha de pesquisa que vêm sendo conduzida para desenvolver mecanismos que facilitem o trabalho dos órgãos gestores. Por isso, paralelamente a este trabalho, outros também foram e estão

sendo desenvolvidos para se testarem, em nível operacional, as idéias aqui desenvolvidas.

Embora não fizesse parte do objetivo principal deste trabalho, procurou-se apresentar algumas aplicações dos diversos módulos do SIG SET, em nível operacional, justamente para mostrar que essas idéias são plenamente exeqüíveis e adequadas às novas gestões de organizações, preocupadas efetivamente em aumentar a segurança de trânsito.

Considera-se que o método SIG SET não está totalmente delineado em sua formulação final. Novos desdobramentos devem ser desenvolvidos em novos trabalhos para o refinamento das idéias e propostas. Do ponto de vista operacional, os trabalhos que estão sendo desenvolvidos nesta linha de pesquisa, também estão passando por processos de depuração e refinamento e, poderão indicar novos ajustes a serem realizados no SIG SET.

A consideração das informações sobre as intervenções, nas áreas de Educação, Engenharia ou Esforço Legal, deve ser melhor estudada e refletiva, pois parece ficar claro que qualquer ação em uma das área ou numa combinação delas pode ter reflexos significativos na segurança do trânsito e, como conseqüência, no número e/ou gravidade dos acidentes. Nesse sentido, talvez um banco de dados específico pudesse ser pensado para que a análise pudesse ser enriquecida e validada. Por falta absoluta de tempo, essa consideração deixou de ser melhor discutida neste trabalho.

A construção do Banco de Dados para *Benchmarking* não é, ao menos neste momento, uma tarefa muito fácil, principalmente quando é utilizado para análises de forma agregada, no município, estado ou país, devido à dificuldade de obtenção dos dados. Para os países desenvolvidos (Estados Unidos, Austrália, Japão, por exemplo) e os que compõem a União Européia, os dados existem e estão disponíveis. No entanto, quando se pretende compara dados de países em desenvolvimento, a escassez é marcante, o que dificulta as comparações.

Considerando o nível de cidades ou municípios (embora esses dados sejam ainda poucos) existe uma expectativa de que eles, após o evento da “municipalização”, passem a adquirir a prática de coleta, armazenamento e disponibilização desses dados.

A definição de similaridade entre municípios/cidades, regiões, estados ou país é ainda pouco clara, pois os indicadores aqui sugeridos, tais como IDH-Índice de Desenvolvimento Humano, Produto Interno Bruto *per capita*, podem não representar de maneira adequada essa possível semelhança. Para os acidentes de trânsito, será necessário também estudar indicadores que melhor representem as práticas mais comuns nos diversos locais a serem estudados. O próprio Brasil, até pouco tempo atrás, não tinha qualquer movimento para a padronização de indicadores. Isto parece ter sido, ao menos parcialmente, resolvido com a implantação do Sistema Nacional de Estatística de Trânsito – SINET com a definição de vários indicadores, por parte do Departamento Nacional de Trânsito, a partir de exigências contidas no Código de Trânsito Brasileiro.

Apesar das dificuldades, problemas e limitações ainda existentes no modelo, considera-se que o objetivo do trabalho foi atingido. Ainda que necessite de aprimoramentos, desenvolveu-se um modelo estratégico integrado para aplicação na gestão de segurança de tráfego. Em próximos trabalhos, sugere-se um maior detalhamento do método SIG SET, separando-o em dados agregados e não agregados. Pode-se dar tratamento exclusivo aos níveis municipais, estaduais e nacionais. Ainda, propõem-se o desenvolvimento e aperfeiçoamento de cada banco de dados, para que o SIG SET possa ser aplicado em nível operacional de maneira mais eficaz do que a apresentada neste trabalho.

De maneira sintética, recomendam-se várias ações que podem ser empreendidas, visando a um maior aperfeiçoamento do modelo proposto e uma melhoria da gestão em segurança viária de forma geral:

- i) coleta padronizada e armazenamento informatizado de informações de acidentes de trânsito e de atributos do sistema viário, em qualquer nível de uma organização;

- ii) elaboração de um banco de dados exclusivo para intervenções, mostrando as modificações ou ações desenvolvidas ao longo do tempo;
- iii) desenvolvimento de um programa computacional para exportar informações do banco de dados relacional para um espacial;
- iv) refinamento do estudo das variáveis que poderiam caracterizar os locais de referência e os alvos (*benchmarking*);
- v) definição e depuração dos critérios utilizados no método de obtenção do grau de similaridade entre as localidades estudadas;
- vi) adoção e (re)avaliação contínua de metas de pequeno, médio e longo prazos;
- vii) tomada de decisões embasadas em um maior número de informações possíveis;
- viii) implantação de intervenções nas áreas básicas (*3Es*) de forma a beneficiar a um maior número de pessoas;
- ix) busca contínua de melhoria progressiva da segurança viária.

8 FONTES CONSULTADAS

ABDETRAN – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS DEPARTAMENTOS DE TRÂNSITO. *O por quê dos acidentes*. **Revista Trânsito**, nº 06. Disponível em: ABDETRAN. <<http://www.abdeTRAN.org.br>>. Acesso em: 29 ago. 2001a.

ABDETRAN – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS DEPARTAMENTOS DE TRÂNSITO. **Perfil Estatístico de Acidentes de Trânsito**. Disponível em: Estatísticas. <<http://www.abdeTRAN.org.br>>. Acesso em: 08 jul. 2001b.

ABRAMET. São Paulo: Associação Brasileira de Medicina de Tráfego, ano XX, nº 39, 2002.

ALBULQUERQUE, L. R. **Trabalho sobre Benchmarking**. Grupo Know How. 1998. Disponível em <<http://www.geocities.com/hollywood/lot/3551>>. Acesso em: 22 jan. 2003.

ALMEIDA, J. I. S. Tráfego – Fenômeno Sócio-Econômico. **Revista BRASIL ENGENHARIA**. 2000. Palavra do leitor. Engenho Editora Técnica Ltda. Disponível em: <<http://www.brasilengenharia.com.br>>. Acesso em: 11 fev. 2003.

ALVES JR, D. R. Moto-frete “Uma nova atividade profissional”. **Revista ABRAMET**, ano XX, nº 39, p 32-33, 2002.

ANDRADE, S. M.; MELLO-JORGE, M. H. P. Acidentes de transporte terrestre em cidades da Região Sul do Brasil: avaliação da cobertura e qualidade dos dados. **Cad. de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, vol. 17, nº6, p. 1449-1456, 2001.

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira 2002**. Statistical Yearbook of the Brazilian Automotive Industry 2002. São Paulo. 155p.

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira 2001**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/>>. Acesso em: 19 ago. 2002.

ANPET – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES. **Atividades Prioritárias em Pesquisa e Desenvolvimento no CTTRANSPO**. Apoio da CNPQ, 2002. 99p. Disponível em: <<http://www.anpet.org.br/>>. Acesso em: 07 out. 2003.

ANTENUCCI, J. C.; BROWN, K.; CROSWELL, P. L.; KEVANY, M. J.; ARCHER, H. **Geographic Information Systems: A Guide to the Technology**. USA, NY, New York: Chapman & Hall, 1991, 301p.

ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Transporte Humano: Cidades com Qualidade de Vida**. 2. ed. São Paulo: ANTP. 1999. 312p.

ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Prêmio ANTP de Qualidade 2003**. Fundamentos, Critérios e Instruções para Inscrição. São Paulo: ANTP. 2001. 82p.

ARELLANO, R.; NAG, S.; SARKAR, S.; LONG, M. Traffic Safety Analysis: A Spatially Enabled Technology. In: ANNUAL ESRI INTERNATIONAL USER CONFERENCE, 22nd., 2002. **Proceedings...** USA. 2002. Disponível em: <<http://gis.esri.com.br/Library/userconf/proc02/pap0951/p0951.htm/>>. Acesso em: 30 ago. 2003.

ARQUIVOS BRASILEIROS DE PSICOLOGIA. Psicologia do Trânsito. Rio de Janeiro: Revista do Instituto de Psicologia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Imago Editora Ltda, nº3, vol 53, jul/set. 2001.

BAIG, M. R.; WASSERMAN, M.; CARUTH, D. GIS – Based Accident Analysis and Mitigation System. In: INTERNATIONAL FORUM ON TRAFFIC RECORDS AND HIGHWAY INFORMATION SYSTEMS, 26th, 2000, USA. **Proceedings...** USA:2000. Disponível em: <http://www.traffic-records.org/forum2000/S_34/Rizwan/paper.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2003.

BALBIM, R. N. Informação de Trânsito: O Uso de PMVS em Paris. In: CONATRAM – CONGRESSO NACIONAL DE TRÂNSITO, V, 2000. **Anais...** CD ROM. Instituto Nacional de Segurança no Trânsito, 2000.

BATISTA JR, E. D.; SENNE, E. L. F.; KIRIHATA, R.; TEIXEIRA, A. P. Sistemas de apoio à decisão para planejamento de transporte urbano de passageiros. In: ANPET, CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XV, Campinas-SP. **Anais...** Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2001. vol 2. Rio de Janeiro – RJ: José Reynaldo A. Setti e Orlando Fontes Lima Jr., 2001b. p 57-63.

BERTAZZO, A.; CARDOSO, G.; SAUERESSIG, M. Controladores eletrônicos de velocidade: metodologia para sua implementação e hierarquização dos trechos críticos. In: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XVI, 2002, Natal – RN. **Anais...** Comunicações Técnicas e Relatórios de Dissertação. Rio de Janeiro – RJ: José Reynaldo A. Setti e Enilson M. Santos, 2002. p. 107-114.

BEST – Benchmarking European Sustainable Transport. European Commission. Disponível em: <<http://www.besttransport.org/cadresbest.html>>. Acesso em: 28 ago. 2003.

BOEING. **Airline Travel is Extraordinary Safe.** Disponível em: <http://www.boeing.com/commercial/safety/pf/pf_airline_travel_safe_cht.html>. Acesso em: 20 dez. 2002.

BRAIL, R. K.; KLOSTERMAN, R. E. **Planning Support Systems: Integrating Geographic Information System, Models, and Visualization Tools.** Redlands, CA, USA: ESRI Press, 2001.

BRASIL. Ministério da Justiça. **Plano Nacional de Segurança de Trânsito: Diretrizes de Segurança de Trânsito.** Brasília: Departamento Nacional de Trânsito. 1978. 203p.

BRASIL. Ministério da Justiça. **Constituição Federal de 1988.** Brasília: Senado: Federal. 1988. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/bdtextual/const88/const88.htm>>. Acesso em: 28 ago. 2003.

BRASIL. Ministério da Justiça. **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.** Código de Trânsito Brasileiro. Brasília: Congresso Nacional. 1997.

BRASIL. Ministério da Justiça. **Decreto nº 2.613, de 03 de junho de 1998.** Brasília: Presidência da República, Subchefia para Assuntos Jurídicos. 1998a. Disponível em: <<http://www.interlegis.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2003.

BRASIL. Ministério da Justiça. **Lei nº 9.602, de 21 de janeiro de 1998.** Brasília: Presidência da República, Subchefia para Assuntos Jurídicos. 1998b. Disponível em: <<http://www.interlegis.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Resolução nº 10, de 23 de janeiro de 1998.** Brasília: Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. 1998c. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Resolução nº 29, de 21 de maio de 1998.** Brasília: Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. 1998d. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Resolução nº 30, de 21 de maio de 1998**. Brasília: Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. 1998e. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Resolução nº 65, de 23 de setembro de 1998**. Brasília: Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. 1998f. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Resolução nº 66, de 23 de setembro de 1998**. Brasília: Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. 1998g. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

BRASIL. Ministério da Justiça. **Decreto nº 3.067, de 21 de maio de 1999**. Brasília: Presidência da República, Subchefia para Assuntos Jurídicos. 1999a. Disponível em: <<http://www.interlegis.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2003.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Plano Plurianual – PPA 2000-2003. Relatório Anual de Avaliação**, Brasília. 1999b. Disponível em: <<http://www.abrasil.gov.br/avalppa>>. Acesso em: 18 jan. 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Resolução nº 97, de 14 de julho de 1999**. Brasília: Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. 1999c. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Resolução nº 106, de 21 de dezembro de 1999**. Brasília: Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. 1999d. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Portaria nº 58, de 28 de agosto de 2000**. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN. 2000a. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Portaria nº 59, de 15 de setembro de 2000**. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN. 2000b. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Anuário Estatístico de Saúde do Brasil 2001**. 2001a. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/saude/aplicacoes/anuario2001/index.cfm>>. Acesso em 31 jan. 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Resolução nº 120, de 14 de fevereiro de 2001**. Brasília: Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. 2001b. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Deliberação nº 33, de 03 de abril de 2002**. Brasília: Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. 2002a. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Resolução nº 141, de 03 de outubro de 2002**. Brasília: Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. 2002b. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Projeto Avança Brasil**, Brasília. Disponível em: <<http://www.abrasil.gov.br>>. 2003a. Acesso em: 18 jan. 2003.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. **Plano Plurianual 2000–2003. Relatório Anual de Avaliação. Exercício 2002**. Brasília, 2003b. 10p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Plano Plurianual 2004/2007. Orientações Estratégicas e Programas Estruturantes (Versão Preliminar)**. Brasília, 2003c. 30p.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Plano Plurianual 2004-2007: Orientação Estratégica de Governo. Um Brasil para todos: Crescimento Sustentável, Emprego e Inclusão Social**. Brasília, 2003d. 27p.

BRAY, J. S. A Realistic Safety Management System. **Transportation Research Circular**, USA – Washington, D.C., Number 416, p. 21-29, October 1993.

BRODER, J. M. Pistas Seguras. Carros seguros. Motoristas? Esqueça. Texto original do **New York Times** de 10 de out. de 2001. **ABRAMET**, ano XX, nº 39, p 35-37, 2002.

BROWN, D. B. Information Mining With CARE: Critical Analysis Reporting Environment. In: Annual National Safety Council Traffic Records and Safety Information Systems Forum, 2000, USA. **Proceedings...** Disponível em: <http://www.traffic-records.org/forum2000/S_27/Brown/Paper.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2003.

CAMPBELL, B. L. The Statistics of Accidents. In: THE ENO FOUNDATION FOR HIGHWAY TRAFFIC CONTROL. **Traffic Safety: A National Problem**. Symposium on Traffic Safety sponsored by the National Academy of Engineering. Saugatuck, Connecticut, 1967. p. 8-14.

CARDOSO, C. E. P. Sistema de informações Georeferenciadas de Tráfego da cidade de São Paulo - GEOSAMPA. In: CONATRAM - CONGRESSO NACIONAL DE TRÂNSITO, V, 2000. **Anais...** CD ROM. Instituto Nacional de Segurança no Trânsito, 2000.

CARDOSO, G. **Utilização de um Sistema de Informações Geográficas visando o Gerenciamento da Segurança Viária no Município de São José-SC**. 1999. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CARDOSO, G; GOLDNER, L.G. Utilização de um Sistema de Informações Geográficas para o Gerenciamento da Segurança Viária no Município de São José - SC. In: ANPET, XI, 1997, Rio de Janeiro. **Resumo...** dissertações em andamento, Rio de Janeiro – RJ: ANPET, 1997. p. 128-131.

CARDOSO, H. M.; LOUREIRO, C. F.G. Tipificação e Georeferenciamento de Acidentes de Trânsito em Interseções Semaforizadas da cidade de Fortaleza. In: ANPET, XI, 2001, Campinas – SP. **Anais...** Comunicação Técnica, Rio de Janeiro – RJ: ANPET, 2001.

CARVALHO NETO, J.A. **Aspectos Epidemiológicos dos Acidentes de Trânsito em Brasília, Distrito Federal, no período de 1980-1994**. 1996. 217 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva), Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

CET – COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. **Qualidade de Vida e Segurança no Trânsito da cidade de São Paulo**. 4º. Prêmio Volvo de Segurança no Trânsito. Secretaria Municipal de Transportes de São Paulo, Secretaria Municipal de Transportes. 1990.

CET – COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. **Redução de Acidentes de Trânsito 2**: Propostas de Medidas para um Plano de Ação.. Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria Municipal de Transportes. 1977. 79p.

CET – COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. **Curso Básico de Engenharia de Tráfego**: Análise de Segurança. Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria Municipal de Transportes. 1979.

CET – COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. **Redução de Acidentes de Trânsito**: Uma abordagem multidisciplinar. Volvo Traffic Safety Award. Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria Municipal de Transportes. 1991. 27p.

CET – COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. **Fatos e Estatísticas de Acidentes de Trânsito em São Paulo – 1997**. Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria Municipal de Transportes. 1997. 36 p.

CET – COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. **Fatos e Estatísticas de Acidentes de Trânsito – 2000**. Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria Municipal de Transportes. 2000. 49 p.

CHAPMAN, A. J.; WADE, F. M.; FOOT, H. C. **Pedestrians Accidents**. Department of Applied Psychology, University of Wales Institute of Science and Technology, Cardiff, UK: Wiley & Sons, 1982. 354p.

CHAPMAN, A. J.; WADE, F. M.; FOOT, H. C. Pedestrians Accidents: General Issues and Approaches. In: _____. **Pedestrians Accidents**. Department of Applied Psychology, University of Wales Institute of Science and Technology, Cardiff, UK: Wiley & Sons, 1982a. p. 1-33.

CHAPMAN, A. J.; WADE, F. M.; FOOT, H. C. Accidents and the Physical Environment. In: _____. **Pedestrians Accidents**. Department of Applied Psychology, University of Wales Institute of Science and Technology, Cardiff, UK: Wiley & Sons, 1982b. p. 237-264.

CLARKE, G.; STILLWELL, J. **Applied GIS & Spatial Analysis**. New York, USA: John Wiley & Sons, 2003. 352p.

CNM – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS. **Manual para a Municipalização do Trânsito – Orientações Básicas**. Porto Alegre – RS. 22p. Disponível em: <<http://www.cnm.org.br>>. Acesso em: 18 jan. 2003.

DAVIS, C. GIS Relacional. **Revista InfoGEO**, ano 2, n. 10. p. 52-53, nov/dez de 1999.

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual de Identificação, Análise e Tratamento dos Pontos Negros**. Brasília: Ministério da Justiça, 2ª edição. 1987.

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual de Municipalização do Trânsito – Roteiro para a Implantação**. Brasília: Ministério da Justiça, 2000a. 48p.

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual de procedimentos do Sistema Nacional de Estatísticas de Acidentes de Trânsito 2000-2001 do SINET**. Brasília: Ministério da Justiça, 2000b. 60p.

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Plano Nacional de Segurança de Trânsito: Programa de Aumento da Capacidade e Segurança das Vias**. Documento Básico. Brasília: Ministério da Justiça, 1978.

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Política Nacional de Trânsito – PNT**: versão preliminar, 18 p. Disponível em: DENATRAN <<http://www.mj.gov.br/denatran/pnt.htm>> Acesso em 29 ago de 2001.

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Anuário Estatístico de Acidentes de Trânsito 2001**. Banco Nacional de Estatística de Acidentes de Trânsito. Brasília: Ministério da Justiça, 2003. 34p.

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO e FGV – FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **Anuário Estatístico de Acidentes de Trânsito 2000**. Projeto DENATRAN IV. Banco Nacional de Estatística de Acidentes de Trânsito. Brasília: Ministério da Justiça, 2001. 43p.

DUNCAN, W. L. **Total Quality: Key Terms and Concepts**. USA, New York: Luftig & Warren International. American Management Association – AMACOM. 1995. 187p.

DUPAS, M. A. **Pesquisando e Normalizando: Noções Básicas e Recomendações Úteis para a Elaboração de Trabalhos Científicos**. São Carlos: EDUFSCAR. 2002. 73p.

FARIA, E. O.; PORTUGUAL, L.S.; BRAGA, M.G.C. O Tratamento de Travessias de Pedestres por Sistema Especialista. In: ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, VII, 1993, São Paulo. **Anais...** Rio de Janeiro – RJ: ANPET, 1993. p. 769-781.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). U.S. Department of Transportation. GIS-Based Crash Referencing and Analysis System. **HSIS – Highway Safety Information System**. Summary Report. McLean, Virginia, USA, nº FHWA-RD-99-081, 4p, 1999.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). Chapter 4: Data and Information for Considering Safety in the Transportation Planning Process. In: _____. Considering Safety in the Transportation Planning Process. USA: FHWA, Department of Transportation, 2002. Disponível em: <<http://tmip.fhwa.dot.gov/clearinghouse/docs/safety/chapter4.htm>>. Acesso em: 14 set. 2003.

FERRAZ, A. C. P.; FORTES, F. Q.; SIMÕES, F. A. **Engenharia de Tráfego Urbano: Fundamentos Práticos**. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, EESC-USP, São Carlos. 1999.

FINISON, K. S. **Standardized Reporting Using CODES: (Crash Outcome Data Evaluation System)**. U.S. Department of Transportation National Highway Traffic Safety Administration – NHTSA, Report No. DOT HS 808 048, 2000. Disponível em: <<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-30/NCSA/CODES/809-048.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2003.

FIRTH, D. E. Pedestrians Behavior. In: CHAPMAN, A. J.; WADE, F. M.; FOOT, H. C. **Pedestrians Accidents**. Department of Applied Psychology, University of Wales Institute of Science and Technology, Cardiff, UK: Wiley & Sons, 1982. p. 41-70.

FISCHMANN, A. A.; PEDROSO, C. A.; VERA, L. A. N.; NIGRIELLO, A. Sistemas de Informação e Transporte Público: Implantação do Banco de Dados Integrado das Pesquisas Origem- Destino. **Revista dos Transportes Públicos**, ANTP, Ano 23, 4º trimestre, p. 29-37, 2000.

FOOTE, K. E.; LYNCH, M. **The Geographer's Craft Project**. Departamento de Geografia da Universidade do Texas em Austin – USA. Disponível em: <<http://www.utexas.edu/depts/grg/goraft/exam/concepts/concepts.html>>. Acesso em: 25 jan. 2003.

FRAMARIM, C. S.; NODARI, C. T.; LINDAU, L. A. Técnicas de identificação de locais propensos à ocorrência de acidentes: principais características e dificuldades de aplicação. In: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XVI, 2002, Natal – RN. **Anais...** Panorama Nacional de Pesquisa em Transportes 2002. Rio de Janeiro – RJ: José Reynaldo A. Setti e Enilson M. Santos, 2002. v. 1, p. 417-428.

GALVÃO, Sofia. Lições Irlandesas. **O Direito**, Lisboa – Portugal, 10 jan. 2003.

GARCÉS, G. O. Distribución Geográfica de los Accidentes de Tránsito: Determinación de Focos y de Puntos Negros. **TRANVÍA – Revista de Transporte**, Chile, Número 22, 11 de abril de 2003.

GEIPOT – EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. **O acidente de tráfego: flagelo nacional evitável**. Brasília: Ministério dos Transportes, 1987. 71 p.

GEIPOT – EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. **Acidentes de Trânsito: Proposta de um Instrumento Auxiliar de Análise**. Brasília: Ministério dos Transportes, 1997. 41p

GEIPOT – EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. **Comparação da segurança de Trânsito entre Brasília e outras capitais brasileiras**. Brasília: Ministério dos Transportes, 1998. 22 p.

GEIPOT – EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE. **Boletim de Ocorrência: Um Instrumento de Análise dos Acidentes de Trânsito**. Brasília: Ministério dos Transportes, 1999. 51 p.

GEIPOT – EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. **Anuário Estatístico dos Transportes..** Brasília: Ministério dos Transportes, 2000. Vol.27. 347 p.

GOLD, P. A. **Segurança Viária**. IPPUL, Londrina. 1995.

GOLD, P. A. **Seguridad de Tránsito: Aplicaciones de Ingeniería para Reducir Accidentes**. Washington, D. C., USA: Banco Interamericano de Desarrollo, 1998. 196 p.

GOVERNO DA CIDADE DE SÃO CARLOS. Obras & Projetos de Transportes

GRAETTINGER, A.; RUSHING, T.; MCFADDEN, J.; GIBSON, D. Improving crash location, display, and analysis by combining GPS and GIS technologies. In: INTERNATIONAL FORUM ON TRAFFIC RECORDS AND HIGHWAY INFORMATION SYSTEMS, 26th, 2000, USA. **Proceedings...** USA: 2000. Session #37: GIS/GPS Influence on Records. Part II. Disponível em: <http://www.atsip.org/forum2000/S_37/Graettinger/paper.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2003.

GREIBE, P. Accident prediction models for urban roads. **Accident Analysis & Prevention**. Lyngby, Denmark, 2003, nº35, p273-285.

GRIGOLON, A. B. Desenvolvimento de um Método de *Benchmarking* para a Gestão de Acidentes de Tránsito. São Carlos: UFSCar, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, 2003. 80 p. Relatório Final de Iniciação Científica.

GUSFIELD, J. R. GIORGI, A.; HAWER, E. The Construction of the Accident Reality. In: ROTHE, J. P. **Challenging the Old Order: Towards New Directions in Traffic Safety Theory**. New Brunswick, New Jersey, USA and London, UK: Transaction Publishes, 1990. p. 5-76.

GWILLIAM, K. **Cities on the Move: A World Bank Urban Transport Strategy Review**. World Bank, Private Sector Development and Infrastructure Transport, p. 212, 2003.

HABERKORN, E. M. **Introdução à Análise de Sistemas**. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas S. A., 1976. 321p.

HELMBOLDT, J.; HODDER, R. Enhancing Transit Planning and Decision-Making Via GIS Technologies. In: ANNUAL ESRI INTERNATIONAL USER CONFERENCE, 22nd, 2002. **Proceedings...** Richmond, VA, USA. 2002. Disponível em: <<http://gis.esri.com/library/userconf/proc02/pap0733/p0733.htm>>. Acesso em: 14 set. 2003.

HENRIQUE, C. S.; LOUREIRO, C. F. G. Diagnóstico espacial em ambiente SIG do sistema integrado de transporte coletivo por ônibus de Fortaleza. In: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XVI, 2002, Natal – RN. **Resumo...** Comunicações Técnicas e Relatórios de Dissertação. Rio de Janeiro – RJ: José Reynaldo A. Setti e Enilson M. Santos, 2002. p. 135.

HUNTER, W. W. Data Collection and In-Service Evaluation Issues. **Transportation Research Circular**, USA – Washington, D.C., Number 416, p. 30-36, October 1993.

HUXHOLD, W. E. **An Introduction to Urban Geographic Information Systems**. University of Wisconsin – Milwaukee. USA, NY, Oxford: Oxford University Press Inc., 1991. 337p.

HUXHOLD, W. E.; LEVINSOHN, A. G. **Managing Geographic Information System Projects**. USA, NY, Oxford: Oxford University Press Inc., 1995. 247p.

HUXHOLD, W. E.; TIERNEY, P. S.; TUMPAUGH, D. R.; MAVES, B. J. **GIS County User Guide**. USA, NY, Oxford: Oxford University Press Inc., 1997. 272p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População residente, por situação do domicílio e sexo, segundo os grupos de idade – Brasil. **Censo 2000**, Resultados do Universo. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 mar. 2002.

INST – INSTITUTO NACIONAL DE SEGURANÇA NO TRÂNSITO. **Manual para Elaboração de Plano Municipal de Segurança no Trânsito**. 1995. 58p.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em: 31 jan. 2003.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA e ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS – ANTP. **Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas**. Síntese da Pesquisa. Brasília. 2003.

JACOB, G.; AERON-THOMAS, A. **Africa Road Safety Review Final Report**. Sub Saharan Africa, US Department of Transportation/Federal Highway Administration: TRL Limited, 2000.

JOHANSSON-STENMAN, O. How many traffic victims is reasonable? Reflections on the Swedish Vision Zero in the Light of Economic Theory. In: KFB CONFERENCE, URBAN TRANSPORT SYSTEMS, 2nd., 1999, Lund, Sweden. **Proceeding...** Lund, Sweden: Department of Economics, Goteborg University, 1999. 13p. Disponível em: <<http://www.tfi.lth.se/kfbkonf/6Johansson.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2003.

JOHNSON, R. K. A data bank for enhanced safety. **Traffic Engineering**. p.36-37, 1975.

JONES, A. P.; JORGENSEN, S. H. The use of multilevel models for the prediction of road accident outcomes. **Accident Analysis & Prevention**, Norway, n. 35, p59-69, 2003.

KAWAMOTO, E. **Análise de Sistemas de Transporte**. São Carlos: USP, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Transportes, 2002. 229p. Notas de Aula.

KENNEDY, M. **The Global Positioning System and GIS: An Introduction**. University of Kentucky. USA, Michigan, Chelsea: Ann Arbor Press, 1996. 268p.

KRAUS, M. F. C.; BRAGA, M. G. C.; ESTEVES, R. Medidas Moderadoras do tráfego –Traffic Calming – critérios para a sua Aplicação no Brasil. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE INGENIERIA DE TRÂNSITO Y TRANSPORTE, IX., 1996, Habana, Cuba. **Resumo...** Habana. 1996.

KFOURI, E. V.; NOSOW, E.; HORTA FILHO, H. C.; CAVALCANTI, D.; MARTINS, D. P.; SILVA, N. L.; NUNES, M. J.; CHAVES, C. O. M.; NEGRINI JR, D. A Qualidade das Informações das Vítimas Fatais em Acidentes de Trânsito. **Revista dos Transportes Públicos**, ANTP, n. 87. 2000a.

KFOURI, E. V.; ANDRINO, M. H.; NOSOW, E.; CAVALCANTI, D.; NUNES, M. J. Alcoolémia em Vítimas Fatais de Acidentes de Trânsito. In: CONATRA - CONGRESSO NACIONAL DE TRÂNSITO, V, 2000. **Anais...** CD ROM. Instituto Nacional de Segurança no Trânsito, 2000b.

KIM, K.; KERNS, T.; HETTINGER, T.; PEASE, M.; JOHNSON, S.; UTTER, D. **Geographic Information Systems Using CODES Linked Data: (Crash Outcome Data Evaluation System)**. U.S. Department of Transportation National Highway Traffic Safety Administration – NHTSA, Report No. DOT HS 809 201, April 2001. Disponível em: <<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-30/NCSA/CODES/FinalVe1.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2003.

KOIKE, H; MORIMOTO, A.; TAKASHIMA, K.; SHIRAISHI, N. MORIYA, T. Analysis of Traffic Accident Location and Hazard Perception Using GIS. In: WORLD CONFERENCE ON TRANSPORT RESEARCH, 9th., 2001, Seoul, Korea. **Proceedings...** Utsunomiya, Japan: Department of Civil Engineering, Utsunomiya University, 2001. 10p.

KROJ, G.; ROTHE, J. P. A Multiperspective Framework. In: ROTHE, J. P. **Challenging the Old Order: Towards New Directions in Traffic Safety Theory**. New Brunswick, New Jersey, USA and London, UK: Transaction Publishes, 1990. 290p.

LASCALA, E. A.; GERBER, D.; GRUENEWALD, P. J. Demographic and environmental correlates of pedestrian injury collisions: a spatial analysis. **Accident Analysis & Prevention**, Berkeley, CA, USA, n. 32, p. 651-658, 2000.

LAVE, L. B.; LAVE, C.A.; FRIEDLAND, M. L.; DUNN, W. N. Institutional Reconstruction of the Accident. In: ROTHE, J. P. **Challenging the Old Order: Towards New Directions in Traffic Safety Theory**. New Brunswick, New Jersey, USA and London, UK: Transaction Publishes, 1990. p.77-130.

LEVINE, N; KIM, K. E. The Location of Motor Vehicle Crashes in Honolulu: a Methodology for Geocoding Intersections. **Computers, Environment and Urban Systems**, Printed in Great Britain, Elsevier Science Ltd., Vol. 22, No.6, pp. 557-576, 1999.

LINDAU, L. A.; COSTA, M. B. B.; SOUSA, F. B. B. Em busca do *benchmark* da produtividade de operadores urbanos de ônibus. In: NASSI, C.; BRASILEIRO, A.; KAWAMOTO, E.; LINDAU, L. A. **Transportes: Experiências em Rede**. Rio de Janeiro – RJ: FINEP e RECOPE TRANSPORTES, 2001, p199-221p.

LLOBERES, P.; LEVY, G.; DESCALS C.; SAMPOL G.; ROCA A.; SAGALES T.; DE LA CALZADA M. D. Self-reported Sleepiness while driving as a Risk Factor for Traffic Accidents in Patients with Obstructive Sleep Apnea Syndrome and in Non-Apnoeic Snorers. **Respiratory Medicine**. Vol. 94, No. 10, October 1. p.971-976. 2000.

LOTTI, C. P.; WIDMER, J. A Propostas de um método de sistematização e levantamento de dados para o estudo da relação de acidentes com as características geométricas da rodovia. In: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XVI, 2002, Natal – RN. **Anais...** Panorama Nacional de Pesquisa em Transportes 2002. Rio de Janeiro – RJ: José Reynaldo A. Setti e Enilson M. Santos, 2002. v. 1, p. 405-416.

MALCZEWSKI, J. **GIS and Multicriteria Decision Analysis**. New York, USA: John Wiley & Sons, 1999. 408p.

MANTOVANI, V. R; RAIÁ JUNIOR. A. A. Banco de Dados Espacial para Análise de Acidentes de Trânsito usando Sistema de Informações Geográficas. JORNADA CIENTÍFICA, CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFSCar, IV. São Carlos-SP. **Anais...** CD-ROM. São Carlos: UFSCar, 2001a.

MANTOVANI, V. R; RAIÁ JUNIOR A. A. Método BDAT para Análise de Acidentes de Trânsito usando Sistema de Informações Geográficas. In: ANPET, CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XV, Campinas-SP. **Resumo...** Relatório de Dissertação em Andamento. Rio de Janeiro – RJ: ANPET, 2001b. p 23.

MANTOVANI, V. R; RAIÁ JUNIOR. A. A. Uma Ferramenta Eficaz para a Moderna Gestão no Trânsito: Sistema Integrado para Análise de Acidentes de Trânsito – SIIAAT. COLOQUIO SOBRE TRANSFORMACIONES TERRITORIALES, IV, Montevideo, Uruguai. **Anais...** CD-ROM. Montevideo, 2002a.

MANTOVANI, V. R; RAIÁ JUNIOR. A. A. Sistema SIIAAT para Análise da Segurança Viária. CONGRESSO DE ENGENHARIA CIVIL, V, Juiz de Fora, MG. **Anais...** CD-ROM. Juiz de Fora: Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Federal de Juiz de Fora, 2002b.

MANTOVANI, V. R; RAIÁ JUNIOR. A. A. O Ensino de Engenharia de Tráfego: O Outro Lado da Moeda. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, XXX, Piracicaba, SP. **Anais...**CD-ROM. Piracicaba: UNIMEP e ABENGE, 2002c.

MANTOVANI, V. R; RAIÁ JUNIOR. A. A. Uma Ferramenta Eficaz para a Moderna Gestão no Trânsito: Sistema Integrado para Análise de Acidentes de Trânsito – SIIAAT. In: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XVI, Natal – RN. **Anais...** Comunicação Técnica. Rio de Janeiro – RJ: ANPET, 2002d. p99-106.

MARIN, L.; QUEIROZ, M. S. A Atualidade dos acidentes de trânsito na era da velocidade: uma visão geral. Car Accidents in the Age of Speed: an Overview. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, vol. 16, nº. 1, p. 7-21, 2000.

MARTIELO, F. Z. **Responsabilidade Civil em Acidentes de Trânsito**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Editora Sagra Luzzatto, 1996.

MAURER, P. The localization of traffic accidents in urban areas by using satellite navigation systems (GPS and GLONASS). In: KFB CONFERENCE, URBAN TRANSPORT SYSTEMS, 2nd., 1999, Lund, Sweden. **Proceeding...** Lund, Sweden: Lund University, 1999. Disponível em: <<http://www.tft.lth.se/kfbkonf/6Maurer.PDF>>. Acesso em: 14 set. 2003.

MELANDA, E.A.; GIBOTTI, F. **Equipamentos e Programas para SIG**. São Carlos: UFSCar / Departamento de Engenharia Civil / Núcleo de Geoprocessamento, 2001. 47p. Módulo 2. Apostila do Curso de Especialização em Geoprocessamento.

MELLO J, M. H. **Mortalidade por Causas Externas no Município de São Paulo**. 1979. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo-USP, Faculdade de Saúde Pública, São Paulo.

MELLO, J.C. **Planejamento dos Transportes Urbanos**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Campus Ltda, 1981.

MENEGETTE, A. **Sistemas de Informação Geográfica como uma Tecnologia Integradora: Contexto, Conceitos e Definições**. Projeto Courseware em Ciências Cartográficas. UNESP - Campus de Presidente Prudente, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Versão em Português do The Geographer's Craft Project, de Kenneth E. Foote e Margaret Lynch. Universidade do Texas – USA. Disponível em: <http://www.prudente.unesp.br/dcartog/arlete/hp_arlete/courseware/av_intgeo.htm>. Acesso em: 25 jan. 2003.

MENESES, H. B.; LOUREIRO, C. F. G. Interface lógica em ambiente SIG para banco de dados de sistemas centralizados de controle do tráfego urbano em tempo real. In: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XVI, 2002, Natal – RN. **Resumo...** Comunicações Técnicas e Relatórios de Dissertação. Rio de Janeiro – RJ: José Reynaldo A. Setti e Enilson M. Santos, 2002. p. 129.

MENGSCI, I. V. L.; MCPHERSON, K.; MACARAIG, G. P. LRS and enterprise GIS: a new technology for road management in the Philippines. In: ANNUAL ESRI INTERNATIONAL USER CONFERENCE, 22nd., 2002. **Proceedings...** Philippines. 2002. Disponível em: <<http://gis.esri.com/library/userconf/proc02/pap0451/p0451.htm>>. Acesso em: 14 set. 2003.

MESQUITA, C. L. M.; SHIMIOISHI, J. M. Proposta de um sistema de apoio a decisão para determinação de pontos críticos de acidentes de trânsito. In: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XVI, 2002, Natal – RN. **Resumo...** Comunicações Técnicas e Relatórios de Dissertação. Rio de Janeiro – RJ: José Reynaldo A. Setti e Enilson M. Santos, 2002. p. 163.

MONICA, S. L.; FANO, M. Italian Road Database. In: ESRI EUROPEAN USER CONFERENCE, 13th., 1998, Firenze, Italy. **Proceedings...** Roma, Italy. 1998. Disponível em: <<http://gis.esri.com/Library/userconf/europroc98/proc/idp74.html>>. Acesso em: 14 set. 2003.

MONTAL J. H. C. Novo CTB: E os Juizados Especiais Federais. **Revista ABRAMET**, ano XX, nº 39, p 44-45, 2002a.

MONTAL J. H. C. O médico, o jovem e o trânsito. Acidentes de Trânsito no Brasil. Transcrito da Gazeta Mercantil de 27 de fev de 2002. **Revista ABRAMET**, ano XX, nº 39, p 48-49, 2002b.

NASSI, C.; BRASILEIRO, A.; KAWAMOTO, E.; LINDAU, L. A. **Transportes: Experiências em Rede**. Rio de Janeiro – RJ: FINEP e RECOPE TRANSPORTES, 2001, 300p.

NASSI, C.; CAMPOS, V. B. G.; PENHA, S. S.; LOUREIRO, C. F. G. Bases georeferenciadas para aplicações de sistemas de informações geográficas no transporte urbano. In: NASSI, C.; BRASILEIRO, A.; KAWAMOTO, E.;

LINDAU, L. A. **Transportes**: Experiências em Rede. Rio de Janeiro – RJ: FINEP e RECOPE TRANSPORTES, 2001a, p123-141p.

NG K.; HUNG, W.; WONG, W. An algorithm for assessing the risk of traffic accident. **Journal of Safety Research**, Hong Kong, China, n. 33, p 387-410, 2002.

NHTSA – NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION. **What do traffic crashes cost? Total Costs to Employers by State and Industry**. USA: US Department of Transportation, 1996. 16p.

NODARI, C. T.; LINDAU, L. A. Auditoria da Segurança Viária. **Transportes**, São Paulo – SP, vol. 9, nº 2, p48-66, 2001.

NTU – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Planejamento e Tomada de Decisão no Transporte Público Urbano**.-2000. Disponível em: <<http://www.ntu.org.br>>. Acesso em 5 ago. 2002.

PARIS, W. S.; ZAGONEL, E. **Sistemas da Qualidade**. Curitiba, PR. 2002. Disponível em: <<http://www.wsparis.ws/index2.htm>>. Acesso em: 03 abr. 2003.

PEREIRA, W. A. A.; AQUINO, N. B.; BASTOS, M. G. Uma análise da relação entre as deseconomias associadas ao transporte urbano e o tamanho das cidades brasileiras. **Revista dos Transportes Públicos**, São Paulo, v. 86, ano 22, 1º. trim, p. 29-42, 2000.

PETZOLD, M.; F. Uma Proposta para a Municipalização da Gestão do Trânsito. In: CONATRAN - CONGRESSO NACIONAL DE TRÂNSITO, V, 2000. **Anais...** CD ROM. Instituto Nacional de Segurança no Trânsito, 2000.

PIETRANONIO, H. A Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego e sua Aplicação a Problemas de Segurança de Pedestres. In: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XII, Fortaleza. **Anais...**Rio de Janeiro – RJ: ANPET, 1998. v. 1, p. 152-165.

PORTAL DO TRÂNSITO BRASILEIRO. **Total de condutores a nível Brasil**. Disponível em: <<http://www.transito.hpg.ig.com.br>>. Acesso em: 18 jan. 2003.

PORTÃO, S.B. **Coletânea de Legislação de Trânsito**. 5ª Edição. Tubarão – SC: COPIART, Gráfica e Editora,. 2001. p 404.

PROCHMANN, W. Modernização da Gestão Pública. **Revista Infra**, São Paulo, ano 4, Nº 33, p 45, 2002.

RAIA JR. A. A. **Engenharia de Tráfego**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos – UFSCar/Departamento de Engenharia Civil, 1994. 179 p. Notas de Aula.

RAIA JR, A. A; SOUZA, F.R. Análise Espacial dos Acidentes de Trânsito em São Carlos-SP com Uso de Sistemas de Informações Geográficas. In: CONATRAN - CONGRESSO NACIONAL DE TRÂNSITO, V, 2000. **Anais...** CD ROM. Instituto Nacional de Segurança no Trânsito, 2000.

RAIA JR. A. A. SOUZA, F. R.; ANDOLFATO, D. M.; ROHM, S. A. O uso do SIG para Análise Espacial de Acidentes de Trânsito. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, VII, 2001, Curitiba. **Anais...** CD ROM. Fator GIS Eletrônicos, 2001a.

RAIA JR. A. A. SOUZA, F. R.; SOUZA, K. E.; ANDOLFATO, D. M.; MATURANO, I. D. Banco de Dados dos Acidentes de Trânsito utilizando Sistemas de Informação Geográfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TRÂNSITO E TRANSPORTE, 13º, 2001, Porto Alegre-RS. **Anais...** Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP, 2001b.

RAY, M. H. Quantifying Safety and Managing the Roadside Environment. **Transportation Research Circular**, USA – Washington, D.C., Number 416, p. 49-57, October 1993.

RIBEIRO, M. M. **Sistema de Gestão**. Disponível em: <<http://www.milenio.com.br/mascarenhas>>. Acesso em: 21 jan. 2003.

RIGAUX, P.; SCHOLL, M. O.; VOISARD, A. **Spatial Databases: with application to GIS**. USA, San Francisco: Morgan Kaufmann Pub., 2001. 432p.

ROSENFELD, J. V. et al. The Preventability of Death in Road Traffic Fatalities with Head Injury in Victoria. Australia. **Journal of Clinical Neuroscience**, Vol. 7, n°. 6, pp 507-514, November 1, 2000.

ROTHER, J. P. **Challenging the Old Order: Towards New Directions in Traffic Safety Theory**. New Brunswick, New Jersey, USA and London, UK: Transaction Publishes, 1990a. 290p.

ROTHER, J. P.; LEISS, W. Personal Reflection about Accident Involvement. In: ROTHER, J. P. **Challenging the Old Order: Towards New Directions in Traffic Safety Theory**. New Brunswick, New Jersey, USA and London, UK: Transaction Publishes, 1990b. 290p.

ROZESTRATEN, R. J. A. Os prós e contras da análise de acidentes de trânsito. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**. Psicologia do Trânsito. Rio de Janeiro: Revista do Instituto de Psicologia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Imago Editora Ltda, n°3, vol 53, p7-22, jul/set. 2001.

ROZESTRATEN, R. J. A. **Psicologia do Trânsito**. Conceitos e processos básicos. São Paulo: EPU – Editora Pedagógica e Universitária Ltda e EDUSP – Editora da Universidade de São Paulo, 1988. 148p.

SACRAMONE, J. C. Opinião em trânsito. **Revista ABRAMET**, ano XX, n° 39, p 50-51, 2002.

SANTOS, W.B. Acidentes de Trânsito! O que devo fazer? Disponível em: Trânsito Brasil. <<http://www.transitobrasil.com.br/Artigos/Acidente.htm>>. Acesso em: 06 ago. 2001.

SCARINGELLA TRÂNSITO, **Cursos e Serviços**. Disponível em: <<http://www.scaringella-transito.com.br>>. Acesso em: 25 jan. 2003.

SERAPHIM, L. A. Motocicletas no Trânsito. **Revista ABRAMET**, ano XX, n° 39, p 22-31, 2002.

SILVA, A. B. Os Distúrbios do Sono. **Revista ABRAMET**, ano XX, n° 39, p 20-21, 2002.

SILVA, A. N. R. **Ferramentas específicas de um Sistema de Informações Geográficas para Transportes**. São Carlos, SP, 1998. 83p.

SILVA, A. N. R.; WAERDEN, P. V. D. **First Steps with a Geographic Information System for Transportation**. Version 1.0. The Netherlands: Eindhoven University of Technology, 1997. 115p.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3ª. edição revisada e atualizada. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Laboratório de Ensino a Distância, 2001. 121p.

SILVA, F.S.C.; PIETRANTONIO, H. Análise do Conhecimento e Interferência em um Sistema Especialista para Segurança Viária. In: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, VII, 1993, São Paulo. **Anais...** Rio de Janeiro – RJ: ANPET, 1993.

SILVA, R. C. S.; FERAZ, A. C. P. Segurança Viária em Marília. **Revista Assentamentos Humanos**, Marília, vol. 4, nº 1, p 83-88, 2002.

SILVEIRA, L. S.; YAMASHITA, Y.; DANTAS, A. Metodologia hierárquico-espacial para definição de rotas de ônibus. In: ANPET, CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XV, Campinas-SP. **Anais...** Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2001. vol 2. Rio de Janeiro – RJ: José Reynaldo A. Setti e Orlando Fontes Lima Jr., 2001b. p 65-71.

SIMÕES, F. A. **SEGTRANS: Sistema de Gestão da Segurança no Trânsito Urbano**. 2001. 220 p. Tese (Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, EESC-USP, São Carlos.

SOARES, L. R. **Engenharia de Tráfego**. Rio de Janeiro: Institute of Traffic Engineers, Almeida Neves Editores Ltda, 1975. Cap 3 e 4, p 34-79.

SOCIEDAD LATINOAMERICANA PARA LA CALIDAD. **Diagrama de Flujo (Flow Chart)**. Disponível em: <www.calidad.org/herra.php3>. Acesso em: nov. 2002.

SOUZA, A. O. P.; PEREIRA, A. L. S. Plano Integrado de Transporte Urbano para 2020 – PITU 2020. **Revista dos Transportes Públicos**, São Paulo, v. 86, ano 22, 1º. trim., p. 43-61, 2000.

STEPHENS, L. B. Guardrail Warrants for Low Volume Roads. **Transportation Research Circular**, USA – Washington, D.C., Number 416, p. 74-84, October 1993.

SVENSSON, A. A method for analyzing the traffic process in a safety perspective. In: KFB CONFERENCE, URBAN TRANSPORT SYSTEMS, 2nd., 1999, Lund, Sweden. **Proceeding...** Lund, Sweden: Lund Institute of Technology, 1999. 11p. Disponível em: <<http://www.tft.lth.se/kfbkonf/6AseSvensson.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2003.

TAPIA-GRANADOS, J. A. La Reducción del Tráfico de Automóviles: Una Política Urgente de Promoción de la Salud. **Revista Panamericana de Salud Pública**, n. 3, p. 137-151, 1998.

THE ENO FOUNDATION FOR HIGHWAY TRAFFIC CONTROL. **Traffic Safety: A National Problem**. Symposium on Traffic Safety sponsored by the National Academy of Engineering. Saugatuck, Connecticut, 1967. 164p.

THIEMAN, S. Accident Data Use and Geographic Information System (GIS). In: NATIONAL CONFERENCE ON TRANSPORTATION PLANNING FOR SMALL AND MEDIUM-SIZED COMMUNITIES, 6th., 1998. **Proceeding...** Cheyenne, WY, USA. 1998. Session 10, 7p. Disponível em: <http://ntl.bts.gov/data/6_conference/00780103.pdf>. Acesso em: 14 set. 2003.

THILL, J. Geographic Information Systems for Transportation in Perspective. **Transportation Research Part C**. Buffalo, NY, USA, nº 8, p. 3-12, 2000.

TRANSPORTATION RESEARCH CIRCULAR. International Crash Test Standards for Roadside Safety Features. USA – Washington, D.C.: Transportation Research Board / National Research Council, Number 451, December 1995.

TRANSPORTATION RESEARCH CIRCULAR. Issues Surrounding Highway and Roadside Safety Management. USA – Washington, D.C.: Transportation Research Board / National Research Council, Number 416, October 1993.

TRANSPORTATION RESEARCH CIRCULAR. Safety Management System: A National Status. USA – Washington, D.C.: Transportation Research Board / National Research Council, Number 452, February 1996.

TRAVASSOS, G. Por que falam tão mal desse nosso transporte? Imagem e realidade dos sistemas de transporte público de passageiros. **Revista dos Transportes Públicos**, São Paulo, v. 86, ano 22, 1º. trimestre, p. 77-93, 2000.

TRAWÉN, A.; MARASTE, P.; PERSSON, U. International comparison of costs of a fatal casualty of road accidents in 1990 and 1999. **Accident Analysis & Prevention**, Lund, Sweden, n. 34, p323-332, 2002.

UETA, P. S.; BARBUTO, L. Sistema de Informação de Planejamento de Tráfego e Transporte SIMPLA. **Revista Engenharia**. Edição 544/2001. Disponível em: <<http://www.brasilengenharia.com>>. Acesso em: 19 jan. 2003.

VASCONCELLOS, E. A. Urban development and traffic accidents in Brazil. **Accident Analysis & Prevention**, São Paulo, Brasil, n. 31, p319-328, 1999.

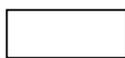
VIRTUALCAD SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS. **VirtualCAD News**: Aplicativo de Projeto Viário em MicroStation – TranSys – é implantado na Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte – BHTRANS. Disponível em: <<http://www.virtualcad.com.br>>. Acesso em: 06 set. 2003.

YAMAMOTO, H. Long Term Effects Nasal Continuous Positive Airway Pressure on Daytime Sleepiness, mood and Traffic Accidents in Patients with Obstructive Sleep Apnea. **Respiratory Medicine**, vol. 94, nº 1, pp 87-90, January 1, 2000.

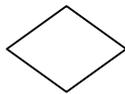
ANEXO A

ANEXO A – Símbolos de fluxogramas

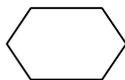
Diagramas de fluxo apontam: o planejamento, as interdependências e as inter-relações entre as várias atividades existentes a serem realizadas em um sistema. Os símbolos gráficos utilizados nos fluxogramas são normatizados pela *ECMA (European Computer Manufactures Association)* e têm a função de representar uma seqüência de operações e a circulação de dados e documentos em sistemas mecanizados (HABERKORN, 1976). De acordo com HABERKORN (1976), os diagramas de fluxo podem apresentar os seguintes símbolos:



Processamento: este símbolo representa todas as variedades de funções de processamento.



Decisão: este símbolo representa uma operação de decisão ou de chaveamento que determina o caminho a seguir entre os vários possíveis.



Preparação: este símbolo representa a modificação de uma ou de um grupo de instruções que alteram o programa em si.



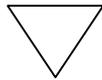
Subprograma ou Processo Pré-definido: este símbolo representa um processamento referenciado, composto de uma ou mais operações ou de seqüências de programas definidas em outra parte do processo.



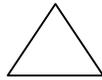
Operação Manual: este símbolo representa todo tratamento exterior ao sistema que depende da velocidade de um ser humano, sem que seja usado qualquer auxílio mecânico.



Operação Auxiliar: este símbolo representa uma operação periférica ao sistema executado sobre um equipamento que não está sob controle direto da unidade central de processamento.



Fundir ou Mesclar: este símbolo representa a combinação de dois ou mais conjuntos de registros em uma única seqüência.



Extrair ou Separar: este símbolo representa a extração de uma ou mais seqüências específicas de registros a partir de um único arquivo.



Intercalar ou Agrupar: este símbolo representa uma fusão com separação, isto é, a formação de duas ou mais seqüências de registros a partir de dois ou mais arquivos classificados.



Classificar: este símbolo representa a classificação de um grupo de registros segundo uma seqüência específica.



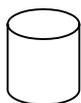
Entrada Manual: este símbolo representa uma função de entrada, na qual a informação é introduzida manualmente, no momento de processamento.



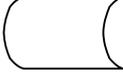
Entrada/Saída de Dados: este símbolo representa uma função de entrada/saída, por exemplo, a colocação à disposição de uma informação para o processamento (entrada) ou a gravação de uma informação processada (saída).



Documento: este símbolo representa uma função de entrada/saída para qual o veículo é um documento.



Disco Magnético: este símbolo representa uma função de entrada/saída para qual o veículo é um disco magnético.

-  **Dados Armazenados ou Memória ligada ao Sistema:** este símbolo representa uma função de entrada/saída que usa um tipo qualquer de memória interior ao sistema.
-  **Armazenamento de Acesso Direto:** este símbolo representa uma função de entrada/saída que possui acesso direto a memória interior ao sistema.
-  **Exibir ou Saída Ilustrada:** este símbolo representa uma função de entrada/saída na qual a informação é extraída no momento do processamento sob uma forma ilustrada pelo homem.
-  **Terminação, Início, Fim ou Interrupção:** este símbolo representa uma etapa no fluxograma, por exemplo, uma partida, parada, suspensão, espera ou interrupção.
-  **Conector:** este símbolo representa uma saída em direção a, ou uma entrada em, outra parte do fluxograma.

ANEXO B