



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
CAMPUS II - CAMPINA GRANDE

ANÁLISE COMPARATIVA DOS ACIDENTES DE
TRÂNSITO EM INTERSEÇÕES, COM OU SEM ILHA
CENTRAL, CONTROLADAS POR PRIORIDADE:
UM ESTUDO DE CASO PARA A CIDADE DE NATAL-RN.

JÚLIO HENRIQUE DINIZ DE BRITTO

CAMPINA GRANDE

AGOSTO-2001

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS ACIDENTES DE
TRÂNSITO EM INTERSEÇÕES, COM OU SEM ILHA
CENTRAL, CONTROLADAS POR PRIORIDADE:
UM ESTUDO DE CASO PARA A CIDADE DE NATAL-RN.**

Júlio Henrique Diniz de Britto

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, do Centro de Ciências e Tecnologia, da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Nilton Pereira de Andrade

CO-ORIENTADOR: Prof. Msc. Walter Santa Cruz

CAMPINA GRANDE – PB
2001



Britto, Júlio Henrique Diniz de
B862a 2001 Análise comparativa dos acidentes de trânsito em interseções,
com ou sem ilha central, controladas por prioridade: um estudo
de caso para a cidade de Natal-RN / Júlio Henrique Diniz de
Britto. – Campina Grande: UFPB, 2001.
100p. : il.

Dissertação (Mestrado). UFPB/CCT
Inclui bibliografia

1. Acidentes de Trânsito 2. Interseções 3. Rotatórias I. Título

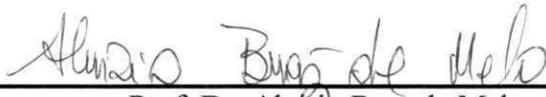
CDU: 656.081

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pela Banca Examinadora do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, defendida e aprovada em 30/08/2001, pela comissão julgadora:

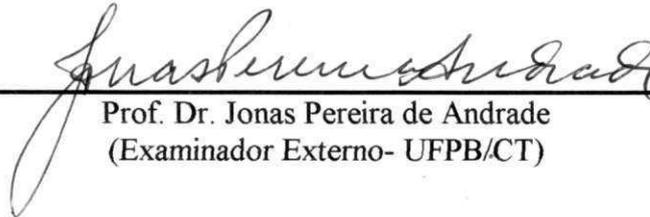
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Nilton Pereira de Andrade
(Orientador - UFPB/CT)



Prof. Dr. Aluisio Braz de Melo
(Examinador Interno- UFPB/CCT)



Prof. Dr. Jonas Pereira de Andrade
(Examinador Externo- UFPB/CT)

*À minha querida e amada família:
meu saudoso pai,
minha querida mãe,
minha apaixonada esposa, e
meu companheiro irmão.
A eles dedico este mérito!*

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado a graça da vida e colocado em meu caminho pessoas boas e prestativas, que muito me ajudaram na vida e na conclusão deste trabalho.

Aos mestres, dedicados homens que passam grande parte de suas vidas debruçados sobre livros e apontamentos no intuito de aprender para poderem repassar-nos o saber.

Ao orientador, Prof. Dr. Nilton Pereira de Andrade, por sua primorosa orientação e principalmente por toda sua dedicação e empenho durante a elaboração deste trabalho.

Ao co-orientador Prof. Msc. Walter Santa Cruz, grande conhecedor do assunto abordado, mesmo com tantas obrigações encontrou tempo para me passar parte dos seus conhecimentos.

A minha amada esposa, Eng^a Msc. Alba Sávia de Alencar Carvalho Britto, que muito me incentivou na conclusão deste trabalho. A ela devem ser creditados os elogios quanto à parte gráfica desta dissertação. Agradeço também a toda sua família, que também é minha.

A Prof. Msc. Norma Maria Beltrão Castello Branco, pela competente revisão ortográfica realizada neste trabalho.

Ao coordenador Prof. Msc. Adjalmir Alves Rocha, que apresentou constante apoio e não mediu esforços para a conclusão deste trabalho.

Aos Profs. Drs. Soheil R. Rabbani e Simin J. Rabbani, pela dedicação e colaboração no aperfeiçoamento dos meus estudos.

Ao amigo e Prof. Msc. Moacir Guilhermino, que muito auxiliou na obtenção dos dados para esta pesquisa.

Aos Profs. da UFRN, Drs. Enilson Medeiros e Olavo, por terem acreditado em meu potencial.

À minha mãe e meu irmão que nunca pouparam esforços em ajudar-me.

Ao meu amigo Antônio de Pádua (Toni), que bastante me auxiliou na etapa de coleta de dados.

Ao DETRAN – RN, em especial aos estatísticos: Luciana, Brismarck e Janadi, e aos estudantes: Paulo, Tasso e Luís, que muito ajudaram na fase de coleta de dados deste trabalho.

Ao SETURN, em especial à pessoa do Superintendente Clementino Inácio, que foi compassível com minhas ausências no horário de trabalho, por motivos de viagens realizadas para elaboração deste trabalho.

Aos órgãos públicos: CET/São Paulo, GEIPOT, STTU/Natal e STTP/Campina Grande, que de alguma forma contribuíram neste trabalho.

Aos colegas: Marília, Araci, Edilson, Luciana, Roseany, Norma, Fabíola, Dorinha, Sundar (*in memorian*), Adalbenice, Roseana e Marcos, no nosso convívio durante o período de aprendizagem na UFPB aprendi a respeitá-los, admirá-los.

Aos funcionários da Área de Transportes: Josete, Vandenberg, Arlindo e José, que sempre foram bastante prestativos em todos os momentos e necessidades, além de grandes amigos e admiráveis pessoas humanas.

A CAPES pelo auxílio financeiro recebido durante o curso.

Por fim, tenho por obrigação ressaltar que este trabalho, que tem por autoria meu nome, foi fruto dos esforços de inúmeras pessoas que aqui não estão citadas. Pessoas que me alimentaram, quando eu estava com fome. Pessoas que me deram abrigo, quando eu estava ao relento. Pessoas que me deram proteção, quando eu estava em insegurança. Pessoas que me deram uma palavra, quando eu estava angustiado. A essas pessoas eu peço perdão por não citá-las, pois seus nomes deveriam estar na capa deste trabalho.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	vi
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE QUADROS.....	xii
LISTA DE GRÁFICOS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Apresentação do Problema.....	1
1.2. Justificativa do Trabalho.....	3
1.3. Objetivo da Pesquisa.....	3
1.4. Estrutura do Trabalho.....	4
CAPÍTULO II.....	6
CIRCULAÇÃO URBANA.....	6
2.1. Introdução.....	6
2.2. Definição de Cidade.....	6
2.3. Elementos Constituintes de uma Cidade.....	7
2.4. Elementos Constituintes do Sistema Viário.....	7
2.5. Mobilidade Urbana.....	10
CAPÍTULO III.....	12
ACIDENTES DE TRÂNSITO.....	12
3.1. Introdução.....	12
3.2. Custos dos Acidentes de Trânsito.....	12
3.3. Natureza dos Conflitos.....	14
3.4. Conceito de Risco.....	15
3.5. Definição para Vítimas Fatais nos Acidentes de Trânsito.....	15
3.6. Classificação dos Acidentes de Trânsito.....	16
3.7. Fatores Causadores dos Acidentes de Trânsito.....	19
CAPÍTULO IV.....	21
INTERSEÇÕES.....	21
4.1. Introdução.....	21
4.2. Definição da Interseção.....	21
4.3. Interseções em Desnível.....	21
4.4. Interseções em Nível.....	24
4.5. Formas de Controles nas Interseções em Nível.....	25
4.5.1. Interseções sem Controle.....	25
4.5.2. Interseções com Controle por Prioridade.....	26
4.5.3. Interseções Semaforizadas.....	28
4.6. Acidentes de Trânsito nas Interseções.....	29
CAPÍTULO V.....	32
ROTATÓRIAS.....	32
5.1. Introdução.....	32
5.2. Surgimento da Rotatória.....	32
5.3. Breve Histórico do Desenvolvimento das Rotatórias.....	33
5.4. Condições para Implantação de uma Rotatória.....	34
5.5. Tipos de Rotatórias.....	34
5.6. Elementos Básicos que compõem uma Rotatória.....	36
5.7. Princípios Operacionais de uma Rotatória.....	38
5.8. Características dos Acidentes de Trânsito nas Rotatórias.....	40
CAPÍTULO VI.....	44
ESTUDO DE CASO.....	44

6.1. Introdução	44
6.2. Região Metropolitana do Natal	44
6.3. Município do Natal	45
6.4. Metodologia Aplicada	48
6.5. Definição da Área de Estudo	49
6.6. Coleta de Dados	51
6.7. Tabulação dos Dados da Contagem Volumétrica	52
CAPÍTULO VII	55
APRESENTAÇÃO DOS DADOS	55
7.1. Introdução	55
7.2. Implantação das Ilhas Centrais	55
7.3. Características Geométricas	56
7.4. Características de Tráfego	72
7.5. Acidentes de Trânsito	74
CAPÍTULO VIII	80
ANÁLISE DOS RESULTADOS	80
8.1. Introdução	80
8.2. Consideração Inicial	80
8.3. Análise das Características Geométricas	80
8.3.1. Elementos Físicos e Princípios Operacionais	81
8.3.2. Ilhas de Canalização ou Mini-rotatórias?	81
8.4. Análise das Características de Tráfego	82
8.4.1. Análise Global das Contagens Volumétricas	82
8.4.2. Volume de Tráfego nas Interseções com e sem Ilha Central	83
8.4.3. Composição do Tráfego	84
8.5. Análise dos Acidentes de Trânsito	85
8.5.1. Análise Global dos Acidentes de Trânsito	85
8.5.2. Interseções com Ilha Central X Interseções sem Ilha Central	87
8.5.3. Antes e Depois da Implantação da Ilha Central	89
8.5.4. Antes e Depois da Implantação do novo CTB	90
8.6. Considerações Finais	92
CAPÍTULO IX	94
CONCLUSÕES	94
9.1. Introdução	94
9.2. Análise Conclusiva da Pesquisa	95
CAPÍTULO X	96
RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS ESTUDOS	96
10.1. Comentários	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- AASHTO – *American Association of State Highway Officials.*
- ABDETRAN – Associação Brasileira dos Detrans.
- ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos.
- CET – Companhia de Engenharia de Tráfego.
- CET-SP – Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo.
- CTB – Código de Trânsito Brasileiro.
- DETRAN-RN – Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Norte.
- DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
- EUA – Estados Unidos da América.
- h – horas
- hab/km² – habitante por quilometro quadrado
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- km/h – quilômetro por hora
- km² – quilômetro quadrado
- min - minutos
- NJ – Estado norte-americano de *New Jersey.*
- NR & TR – Revista Nordic Road & Transport Research.
- OMS – Organização Mundial da Saúde
- OR – Estado norte-americano de *Oregon.*
- PB – Estado da Paraíba.
- R-1 – Sinal de regulamentação “Parada Obrigatória”
- R-2 – Sinal de regulamentação “Dê a Preferência”
- RMN – Região Metropolitana do Natal.
- RN – Estado do Rio Grande do Norte.
- S – Ponto cardeal Sul.
- SINET – Sistema Nacional de Estatísticas de Acidentes de Trânsito.
- SP – Estado de São Paulo.
- STTU – Secretária de Trânsito e Transportes Urbano / Natal

UCP – unidade de carro de passeio.

unid. – unidade

W – Ponto cardinal Oeste.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 – Tipos de Conflitos	14
FIGURA 3.2 – Tipos de Conflitos em uma Interseção.....	14
FIGURA 3.3 – Acidente do Tipo Atropelamento	17
FIGURA 3.4 – Acidentes do Tipo Colisão.....	17
FIGURA 3.5 - Acidentes do Tipo Abalroamento	18
FIGURA 3.6 – Acidentes do Tipo: Choque, Capotamento e Tombamento.....	19
FIGURA 4.1 – Interseção em Desnível sem Ligação entre as Vias.....	22
FIGURA 4.2 – Interseção em Desnível com Ligação entre as Vias.....	23
FIGURA 4.3 - Tipos de Interseções em Desnível com Ligações entre as Vias	23
FIGURA 4.4 - Formas Básicas das Interseções em Nível	24
FIGURA 4.5 – Exemplos de Interseções em Nível dos Tipos: Entrelaçantes e em Rotatória	24
FIGURA 4.6 - Interseção em Nível com Controle por Prioridade do Tipo “DÊ A PREFERÊNCIA”.....	26
FIGURA 4.7 - Interseção em Nível com Controle por Prioridade do Tipo “PARE” – em Dois Ramos ...	26
FIGURA 4.8 – Interseção em Nível com Prioridade Regulamentada com Controle do Tipo “PARE” – todos os Ramos	28
FIGURA 5.1 – Projeto da Rotatória Idealizada por Henard	33
FIGURA 5.2 – Rotatória Convencional	35
FIGURA 5.3 – Mini-Rotatória.....	35
FIGURA 5.4 – Rotatória Dupla	35
FIGURA 5.5 – Rotatórias em Desníveis: à direita o Cruzamento Anelar e à esquerda a Rotatória em Trevo.....	36
FIGURA 5.6 – Elementos Básicos que Compõem uma Rotatória	37
FIGURA 5.7 – Demonstração do Princípio da Deflexão.....	40
FIGURA 5.8 – Análise dos Pontos de Conflitos nas Interseções em Cruz e Rotatórias.....	41
FIGURA 5.9 – Tipos de Acidentes nas Rotatórias.....	41
FIGURA 5.10 – Mini-rotatória Implantada em São Paulo–SP	43
FIGURA 6.1 – Região Metropolitana do Natal.	45
FIGURA 6.2 – Bairros do Município do Natal - RN.....	47
FIGURA 6.3 – Localização das Interseções Pesquisadas	50
FIGURA 7.1 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Floriano Peixoto x Seridó	58
FIGURA 7.2 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Floriano Peixoto x Potengy	59
FIGURA 7.3 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Floriano Peixoto x Mipibú.....	60
FIGURA 7.4 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Campo Sales x Rua Mipibú	61
FIGURA 7.5 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Campo Sales x Rua Açú	62
FIGURA 7.6 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Campo Sales x Rua Maxaranguape	63

FIGURA 7.7 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Rodrigues Alves x Trairi.....	64
FIGURA 7.8 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Rodrigues Alves x Mipibú.....	65
FIGURA 7.9 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Rodrigues Alves x Açú.....	66
FIGURA 7.10 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Rodrigues Alves x Maxaranguape.....	67
FIGURA 7.11 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Rodrigues Alves x Maxaranguape.....	68
FIGURA 7.12 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Afonso Pena x Rua Mipibú.....	69
FIGURA 7.13 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Afonso Pena x Rua Açú.....	70
FIGURA 7.14 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Afonso Pena x Rua Maxaranguape.....	71

LISTA DE QUADROS

QUADRO 6.1 – Dados Populacionais e Territoriais da RMN.....	45
QUADRO 6.2 – Evolução da Frota Registrada em Natal-RN.....	46
QUADRO 6.3 – Interseções Seleccionadas para Pesquisa.....	49
QUADRO 6.4 – Formulário Utilizado nas Contagens Volumétricas.....	52
QUADRO 6.5 – Fator de Equivalência, Obtido em Natal-RN.....	53
QUADRO 6.6 – Fator de Equivalência Adotado na Pesquisa.....	54
QUADRO 7.1 – Ano de Implantação das Ilhas Centrais.....	55
QUADRO 7.2 – Volumes de Tráfego das Interseções Seleccionadas.....	73
QUADRO 7.3 – Acidentes de Trânsito na Av. Floriano Peixoto X Rua Seridó.....	75
QUADRO 7.4 – Acidentes de Trânsito na Av. Floriano Peixoto X Rua Potengy.....	75
QUADRO 7.5 – Acidentes de Trânsito na Av. Floriano Peixoto X Rua Mipibú.....	75
QUADRO 7.6 – Acidentes de Trânsito na Av. Campos Sales X Rua Mipibú.....	76
QUADRO 7.7 – Acidentes de Trânsito na Av. Campos Sales X Rua Açú.....	76
QUADRO 7.8 – Acidentes de Trânsito na Av. Campos Sales X Rua Maxaranguape.....	76
QUADRO 7.9 – Acidentes de Trânsito na Av. Rodrigues Alves X Rua Trairi.....	77
QUADRO 7.10 – Acidentes de Trânsito na Av. Rodrigues Alves X Rua Mipibú.....	77
QUADRO 7.11 – Acidentes de Trânsito na Av. Rodrigues Alves X Rua Açú.....	77
QUADRO 7.12 – Acidentes de Trânsito na Av. Rodrigues Alves X Rua Maxaranguape.....	78
QUADRO 7.13 – Acidentes de Trânsito na Av. Rodrigues Alves X Rua Ceará Mirim.....	78
QUADRO 7.14 – Acidentes de Trânsito na Av. Afonso Pena X Rua Mipibú.....	78
QUADRO 7.15 – Acidentes de Trânsito na Av. Afonso Pena X Rua Açú.....	79
QUADRO 7.16 – Acidentes de Trânsito na Av. Afonso Pena X Rua Maxaranguape.....	79
QUADRO 8.1 – Somatório das Contagens Volumétricas nas Interseções Seleccionadas.....	83
QUADRO 8.2 – Acidentes de Trânsito Registrados.....	85
QUADRO 8.3 – Acidentes de Trânsito nas Interseções Seleccionadas - 1997 à 2000.....	86
QUADRO 8.4 – Número dos Acidentes de Trânsito, ao Ano, por Interseção Seleccionada.....	87
QUADRO 8.5 – Comparação dos Acidentes de Trânsito Ocorridos nas Interseções com e sem Ilha Central.....	88
QUADRO 8.6 – Análise Relativa dos Acidentes de Trânsito.....	88
QUADRO 8.7 – Número dos Acidentes de Trânsito, ao Ano - Análise do CTB.....	91

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 8.1 - Composição do Fluxo de Tráfego Pesquisado.....	82
GRÁFICO 8.2 – Somatório dos Volumes de Tráfego das Interseções Seleccionadas	83
GRÁFICO 8.3 - Volume de Tráfego, por Grupo de Interseção	84
GRÁFICO 8.4 - Percentual de Automóveis na Composição do Tráfego.....	84
GRÁFICO 8.5 - Acidentes de Trânsito quanto à Conseqüência	86
GRÁFICO 8.6 - Natureza dos Acidentes de Trânsito	86
GRÁFICO 8.7 - Antes e Depois da Implantação da Ilha Central.....	90
GRÁFICO 8.8 - Antes e Depois da Implantação do CTB, nas Interseções Seleccionadas	92

RESUMO

Os índices de acidentes de trânsito no Brasil estão entre os maiores do mundo. A interseção e suas proximidades são os locais onde se registram a maioria dos acidentes no sistema viário urbano. Este trabalho objetiva investigar os acidentes de trânsito em interseções, com ou sem ilha central, controladas por prioridade, analisando o desempenho da ilha central como dispositivo de redução de acidentes de trânsito em interseções. Um estudo de caso realizado na cidade de Natal - RN analisou os acidentes de trânsito registrados entre 1997 e 2000 em 14 (quatorze) interseções controladas por prioridade, sendo 7 (sete) dessas com ilhas centrais circulares. Após as análises comparativas das características geométricas do tráfego e dos acidentes registrados, concluiu-se que a implantação das ilhas centrais nas interseções estudadas não reduziu o número nem a gravidade dos acidentes de trânsito.

Palavras-Chave: Acidentes de Trânsito, Interseções e Rotatórias.

ABSTRACT

The registers of road accidents in Brazil are one of the biggest in the world. The intersections and their neighborhoods are considered to be the places where the majority of the road accidents occur. This work aims to investigate the road accidents, specifically, the ones in the intersections with or without “central islands”, controlled by priority. It’s also an objective of this work, to analyse the performance of the “central islands” as a mechanism of road accidents’ reduction in the intersections. An application for Natal – RN, had allowed analysing the road accidents registered between 1997 and 2000 in 14 (fourteen) intersections controlled by priority at the considered town. Seven of these intersections were “central islands”. The conclusion of the comparative analysis between the geometric characteristics, traffic flow and the registered accidents, is that the control islands’ implementation at the studied intersections didn’t reduce the number and severity of road accidents.

Key-Words: Road accidents, Intersections, Roundabouts.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação do Problema

O acidente de trânsito é um problema que ocorre em todas as nações. Nos últimos anos, as autoridades e especialistas em transportes observam o crescente número de fatalidades nos acidentes de trânsito.

Esse fenômeno fez com que entidade internacional como a OMS – Organização Mundial da Saúde, em 1989, criasse um Grupo Especial de Segurança de Trânsito, que após estudos constatou que o acidente de trânsito tinha características epidêmicas para humanidade, tamanho eram os males causados (PANITZ, 1996?).

Em 1990, o acidente de trânsito foi a nona maior causa de mortes da humanidade, e que se nada for feito com o intuito de brevar seu crescimento, a terceira causa *mortis* das pessoas em 2020 será o acidente de trânsito. Atualmente se estima que 1,17 milhões de pessoas morrem anualmente devido aos acidentes de trânsito (THE WORLD BANK GROUP, 2001).

No Brasil, os índices de acidentes de trânsito são uns dos maiores do mundo, dada à incompatibilidade entre o ambiente construído das cidades, o comportamento dos motoristas, o grande movimento de pedestres e a precariedade da educação e da fiscalização no trânsito (ANTP, 1997). Em 1997, foram registrados oficialmente no Brasil 327.640 acidentes de trânsito com vítimas, desses, resultaram 24.107 óbitos (ABDETRAN, 2001).

Os dados sobre acidentes de trânsito no Brasil têm sido motivo de controvérsia entre os órgãos oficiais e alguns estudiosos, pois, ANDRADE (1990), *apud* ANDRADE e ANDRADE (1999) estimou que em média ocorrem 1 (um) milhão de acidentes de trânsito no Brasil, que provocam 350.000 feridos e 50.000 mortes ao ano. Segundo dados estimados em GOLD (1998), em 1995 ocorreram 1.071.473 acidentes de trânsito

no Brasil, desses mais de 80% aconteceram em meio urbano. Observa-se que as referências anteriormente citadas dizem respeito aos anos de 1990 e 1995. A realidade atual dos números de acidentes de trânsito no Brasil talvez seja ainda pior devido ao crescimento da frota circulante no país.

As deseconomias geradas devido aos acidentes de trânsito no Brasil, ainda não são conhecidas (IPEA, 1999). Algumas estimativas convergem para cifras de bilhões de dólares. Segundo ANTP (1997), os acidentes de trânsito no Brasil, em 1995 provocaram um prejuízo de US\$3,39 bilhões. GONDIM (1997), *apud* ANDRADE e ANDRADE (1999), afirma que os custos dos acidentes de trânsito no Brasil alcançam a cifra de US\$4,5 bilhões e atingem principalmente pessoas com uma idade média de 33 anos, portanto no auge de sua produtividade. GOLD (1998) apresenta um quadro mais alarmante onde o custo total estimado dos acidentes de trânsito no Brasil em 1995 seria de US\$9,56 bilhões.

Apesar de notável diferença entre as cifras apresentadas, observa-se que o montante em análise é vultuoso, principalmente para um país em desenvolvimento, com poucos recursos financeiros disponíveis para investimentos no trânsito.

Os fatores contributivos para ocorrência dos acidentes de trânsito tradicionalmente estão divididos em: fatores humanos, fatores veiculares e fatores via/meio ambiente. Os fatores humanos são as causas relacionadas ao comportamento das pessoas; motoristas ou pedestres. Os fatores veiculares relacionam as causas referentes à inadequada operação e utilização dos veículos. Os fatores via/meio ambiente relacionam as características do meio ambiente, da via e do trânsito.

Apesar das dificuldades relacionadas à redução dos acidentes de trânsito, países como a França, Inglaterra, Alemanha, Japão e Estados Unidos, apresentaram reduções a partir da década de 70 nos índices de acidentes de trânsito, mesmo tendo suas frotas de veículos aumentadas significativamente. “Em todos esses países foram tomadas medidas enérgicas sempre em três áreas: educação dos futuros motoristas, melhoria na engenharia viária e arrocho na fiscalização e multas” (MEDEIROS, 1994).

Inúmeras referências, entre elas TOBIAS (1999) afirma que a maioria dos acidentes de trânsito ocorrem devido aos fatores humanos. Entretanto, devido à magnitude do número dos acidentes de trânsito, admiti-se que milhares deles ocorrem

devido a fatores ambientais ou via/meio ambiente, como má sinalização ou concepção e manutenção das vias, relacionados com a engenharia viária.

“É possível reduzir significativamente o número de acidentes através da engenharia de tráfego, gerando grandes melhoras sociais independente da ocorrência de mudanças na conduta das pessoas no trânsito” (GOLD, 1998).

1.2. Justificativa do Trabalho

Os órgãos responsáveis pelo gerenciamento do trânsito nas cidades brasileiras direcionam os escassos recursos disponíveis em projetos que têm por finalidade maior reduzir os acidentes de trânsito nas cidades. Para isso são implementados programas específicos como campanhas educativas, aquisição de equipamentos de fiscalização eletrônica ou mudanças na configuração geométrica de algumas interseções. Entretanto, avaliar o andamento desses projetos com o intuito de modificá-los ou redirecioná-los, implementado novas medidas, consiste em um importante trabalho. Porém, observa-se que em alguns programas esse trabalho é desconsiderado.

Esta pesquisa foi motivada por dois propósitos que justificam sua realização. Primeiro, servir de instrumento de análise dos projetos voltados para redução dos acidentes de trânsito em pontos específicos do sistema viário. Segundo, avaliar a eficácia de uma das intervenções bastante utilizadas no Brasil para reduzir os acidentes de trânsito: a implantação de ilhas centrais circulares nas interseções.

Além disso, observa-se que a bibliografia científica nacional sobre o tema acidentes de trânsito é bastante restrita. Em menor quantidade são os títulos que abordam as interseções com ilha central. Entretanto, quando se associam os acidentes de trânsito nas interseções com ilha central, raros são as referências existentes. Esta dissertação pretende contribuir como uma fonte de referência para os estudiosos brasileiros, que objetivam aprofundar seus conhecimentos sobre os acidentes de trânsito ocorridos nas interseções com ilha central.

1.3. Objetivo da Pesquisa

Neste trabalho, pretende-se investigar a relação existente entre acidentes de trânsito e o ambiente em que eles ocorrem. Especificamente, a pesquisa objetiva

analisar o desempenho da ilha central como dispositivo de segurança. Para isso foram coletadas informações referentes ao fluxo de tráfego e acidentes de trânsito registrados em interseções localizadas no município de Natal-RN.

1.4. Estrutura do Trabalho

O conteúdo deste trabalho divide-se em 10 (dez) capítulos que abordam o tema acidentes de trânsito. A seguir, são apresentados resumos dos capítulos que compõem a obra, com exceção desta introdução.

O Capítulo II trata da circulação urbana, ou seja, a mobilidade de pessoas e bens no meio urbano. É abordada a funcionalidade das cidades, dando especial ênfase ao sistema viário urbano.

O Capítulo III discute os acidentes de trânsito, suas principais características como custos, tipos, classificações e fatores contributivos, entre outras.

O Capítulo IV evidencia as interseções, espaço urbano onde ocorrem freqüentemente os acidentes de trânsito, abordando os principais tipos de interseções, suas formas de controle mais utilizadas e as características dos acidentes de trânsito que nelas ocorrem.

O Capítulo V relaciona-se com as rotatórias, tipo de interseção em nível a qual apresenta os menores índices de acidentes de trânsito. São apresentadas as principais características da rotatória, seu surgimento e locais mais apropriados para sua implantação. Além disso, o capítulo retrata os principais tipos e os elementos básicos que constituem uma rotatória e, por fim, apresenta os princípios fundamentais que regem a operação desse importante elemento de tráfego.

Os capítulos VI, VII e VIII relatam o estudo de caso desenvolvido. O Capítulo VI aborda a fase inicial da pesquisa, descrevendo a área de estudo, o processo de coleta de dados, metodologia aplicada e tabulação dos dados.

O Capítulo VII consiste na apresentação dos dados coletados.

O Capítulo VIII apresenta a análise dos resultados e discute as considerações finais obtidas na pesquisa.

O Capítulo IX aborda as conclusões deste trabalho.

Por fim, o Capítulo X apresenta algumas recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO II

CIRCULAÇÃO URBANA

2.1. Introdução

O século XX foi a era de maiores transformações para a humanidade. O comportamento humano acompanhou essa tendência, as pessoas mudaram seus hábitos de vestir, comer, morar e pensar, entre outros.

A população mundial sofreu, no citado século, um intenso processo de urbanização. Segundo FERRARI (1977), isso ocorreu principalmente devido à revolução agrária, onde máquinas substituíram os homens no manuseio da terra e das culturas, à revolução industrial e à atração cultural das cidades e seu maior conforto.

Logo após o início da urbanização das cidades, ocorreu um processo de motorização da população urbana. Esse fenômeno foi um dos fatores contributivos ao aparecimento dos congestionamentos que agravaram em demasia a circulação urbana.

Este capítulo trata da circulação urbana e terá como conteúdo a definição e composição da cidade, os elementos formadores do sistema viário e a mobilidade urbana.

2.2. Definição de Cidade

Conceituar a cidade, que nesta dissertação será sinônimo de área urbana, é oportuno devido ser o ambiente onde se processa a circulação urbana. A seguir, apresenta-se a definição de cidade de acordo com várias referências.

FERRARI (1977), de forma simplificada, define cidade como um aglomerado humano exercendo atividades diferenciadas, num espaço também diferenciado. Nela existem espaços que agrupam pessoas da mesma raça, religião, status econômico etc.

SARAIVA (1996) conceitua cidade “como um complexo sócioeconômico em que a demanda pelos serviços do solo surge da necessidade de espaços para o desenvolvimento de suas funções de produção, consumo, distribuição e bem-estar”.

ANTP (1997) diz que cidade é um “sistema complexo de relações que está em permanente mudança. A forma como o solo é usado e ocupado e as condições sócioeconômicas dos habitantes determinam a quantidade e o tipo de deslocamentos necessários, que precisam ser atendidos utilizando a infra-estrutura viária e os veículos disponíveis”.

2.3. Elementos Constituintes de uma Cidade

A distribuição espacial de uma área urbana é caracterizada de acordo com a atividade urbana predominante no solo. Em uma cidade, o uso e ocupação do solo possuem diversas finalidades. FERRARI (1977) classifica o uso do solo urbano de forma genérica em:

- usos residenciais para fins habitacionais;
- usos industriais para fins de produção;
- usos comerciais para fins de trocas;
- usos institucionais para fins de gestões de interesses;
- áreas de circulação para fins de mobilidade e
- áreas vagas sem fins definidos.

Devido à sua importância neste trabalho, as áreas de circulação serão objeto de discussão nos próximos itens.

2.4. Elementos Constituintes do Sistema Viário

O sistema viário consiste em importante elemento da cidade, pois sobre ele ocorre a circulação de pessoas e mercadorias. Vários são os equipamentos que compõem o sistema viário. As vias e os terminais são os principais. As vias são espaços reservados à circulação de pessoas a pé ou utilizando veículos. Alguns exemplos de vias são as avenidas, ruas, travessas, ferrovias, ciclovias e calçadas. Os terminais são locais onde terminam ou convergem os ramais ou linhas de um sistema viário. Podem ser de passageiros ou de cargas.

As vias podem ser classificadas de vários modos. Entretanto, a classificação mais comum é quanto à sua função ou utilização. Segundo BRASIL (1997), as vias são classificadas quanto à sua utilização em vias urbanas e rurais. As vias urbanas são divididas em via de trânsito rápido, arterial, coletora e local. As vias rurais são divididas em rodovias e estrada. A seguir, definem-se os tipos de vias.

“Via Urbana – ruas, avenidas, vielas, ou caminhos e similares abertos à circulação pública, situados na área urbana, caracterizados principalmente por possuírem imóveis edificados ao longo de sua extensão.”

“Via de Trânsito Rápido – aquela caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível”.

“Via Arterial – aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.”

“Via Coletora – aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade.”

“Via Local – aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas.”

As vias rurais pavimentadas são denominadas rodovias, as sem pavimento são chamadas de estradas (BRASIL, 1997).

A ANTP (1997) classifica as vias “de acordo com suas características físicas e funcionais, se enquadram, de uma maneira geral, nas seguintes classes: expressa, arterial, coletora e local”.

Via Expressa – Indicada para tráfego de passagem com fluxo ininterrupto. Suas dimensões são de no mínimo duas faixas de tráfego por sentido, cada faixa com largura de 3,5 metros (mínimo). A velocidade de projeto é de 80 Km/h.

Via Arterial – Indicada para tráfego de passagem. Suas dimensões são de duas faixas de tráfego por sentido, cada faixa com largura mínima de 3,0 metros. A velocidade de projeto é de 60 Km/h.

Via Coletora – Indicada para tráfego de passagem e lindeiro. Suas dimensões são as mesmas das vias arteriais. A velocidade de projeto é de 40 Km/h.

Via Local – Indicada para acesso lindeiro. Sua dimensão é de no mínimo 6,0 metros. A velocidade de projeto é de 20 Km/h.

Entretanto, algumas instituições responsáveis pelo gerenciamento do trânsito adotam classificações viárias próprias. Segundo ANTP (1997), a CET-SP, por exemplo, classifica a rede viária básica em três categorias: estrutural, coletora e local.

A rede viária estrutural privilegia os deslocamentos inter-regionais permitindo articulação entre regiões externas. Suas vias apresentam maior fluxo de veículos, maior extensão e tráfego predominantemente de passagem. A rede viária coletora apresenta a função básica de distribuição do fluxo veicular entre as vias da rede viária estrutural e as da rede viária local, suas vias apresentam menor fluxo de veículos, menor extensão e uma mescla de tráfego local e de passagem. A rede viária local tem como função básica os atendimentos localizados, suas vias apresentam baixo fluxo de veículos, baixa velocidade e alta acessibilidade aos lotes lindeiros (ANTP, 1997).

O sistema viário não se relaciona apenas com a dinâmica da cidade. Alguns equipamentos estáticos utilizam-se do sistema viário, como a posteação de energia elétrica, a telefonia ou os sinais televisivos, a arborização, os equipamentos de trânsito

como a sinalização ou os pórticos de semáforos e os equipamentos públicos como telefones e caixas de correios (ANTP, 1997).

2.5. Mobilidade Urbana

No campo da geografia, o movimento urbano é analisado e interpretado em termos de um esquema conceitual que articula a mobilidade urbana, a rede e os fluxos. A mobilidade urbana corresponde aos movimentos das massas populacionais em meio urbano. A rede é representada pela infra-estrutura que canaliza os movimentos no espaço e no tempo. Os fluxos são macro-decisões ou condicionantes que orientam o processo espacial (DELGADO, 1995).

Segundo TAGORE e SIKDAR (1995), *apud* RAIA JÚNIOR (2000), a mobilidade é definida como “a capacidade dos indivíduos se moverem de um lugar para outro e depende da performance do sistema de transporte (disponibilidade, frequência, tempo de espera etc.) e características do indivíduo (renda, veículo próprio, recursos que ele pode gastar na viagem etc.)”.

Quatro são os fatores essenciais que orientam a demanda por mobilidade (HANOCQ, 1988, *apud* RAIA JÚNIOR, 2000):

- desenvolvimento econômico;
- evolução sociológica;
- ampliação na apropriação do espaço urbano e
- evolução tecnológica.

O estudo da mobilidade urbana é de primordial importância não só para os países emergentes, mas também para os países de primeiro mundo, tanto que, na Itália, foi criado o Laboratório Nacional em Mobilidade que, baseado nas práticas de outros países europeus, objetiva agir como pólo de referência para todas as políticas de mobilidade, em particular, para aquelas políticas criadas por órgãos locais (BENEVOLO, 1998, *apud* RAIA JÚNIOR, 2000).

Poder satisfazer de modo adequado os desejos de mobilidade das pessoas nos distintos âmbitos e, em particular no âmbito urbano, é um dos objetivos determinantes do poder público e um maior ou menor grau de satisfação destas necessidades faz parte

do que se pode chamar de qualidade de vida (FERRANDIZ, 1990, *apud* RAIA JÚNIOR, 2000).

CAPÍTULO III

ACIDENTES DE TRÂNSITO

3.1. Introdução

No mundo morrem, devido aos acidentes de trânsito, aproximadamente 1,17 milhões de pessoas anualmente. Desse total 70% das vítimas residem nos países em desenvolvimento 65% são pedestres. Destes 35% são crianças (THE WORLD BANK GROUP, 2001).

No Brasil as estimativas de vítimas fatais devido aos acidentes de trânsito estão em torno de 50.000 pessoas ao ano, segundo referências citadas no início deste trabalho.

Os acidentes de trânsito ocorrem com maior frequência nas áreas urbanas em virtude do número elevado de veículos em circulação. A relação dos acidentes de trânsito ocorridos nas áreas urbanas varia conforme a referência. Segundo dados de GOLD (1998), aproximadamente 80% dos acidentes de trânsito ocorrem nas áreas urbanas. BRASIL (1991) e dados da ABDETRAN (2001) indicam que esse percentual é de aproximadamente 75% e 60% respectivamente.

Neste capítulo, analisam-se os acidentes de trânsito em diversos aspectos. Inicialmente, apresentam-se os principais elementos que compõem os custos dos acidentes de trânsito. Em seguida, definem-se e classificam-se os tipos de conflitos e se esclarece a definição de vítima fatal utilizada nos registros de acidentes. Por fim, realiza-se uma análise dos principais modos de classificação dos acidentes de trânsito e de seus fatores contributivos.

3.2. Custos dos Acidentes de Trânsito

Apresentam-se a seguir 2 (duas) formas de classificação dos custos de acidentes de trânsito.

Inicialmente MEDEIROS (1994) informa que os custos provocados pelos acidentes de trânsito são classificados em impactos emocionais e custos tangíveis. Os primeiros são “causados nas pessoas envolvidas nos acidentes e em seus familiares, quer por mortes, quer por ferimentos, atingindo conseqüências imprevisíveis.” Os custos tangíveis são os danos materiais, os custos administrativos e hospitalares, as perdas de produtividade e congestionamentos que acarretam aumento no tempo de viagem e consumo de combustível e no próprio risco de acidentes.

Segundo POZZETTI (1999), de outra forma, quanto “aos custos referentes a acidentes de trânsito temos os diretos como danos a veículos, via e propriedade, atendimento médico dos feridos e gastos de serviços administrativos, que se somam aos custos indiretos, especialmente os que se devem à perda de produção potencial, ...”

Diante das referências apresentadas acima podem-se classificar os custos dos acidentes de trânsito em três grupos: os custos diretos, os custos indiretos e os custos emocionais.

Os custos diretos são os gastos com veículos, via ou obstáculos envolvidos nos acidentes, assim como os gastos com atendimento médico, ambulâncias, hospitais, tratamentos de reabilitação, serviços administrativos, entre outros.

Os custos indiretos são as perdas: de produtividade das pessoas envolvidas; do tempo de viagem e consumo de combustível, devido aos congestionamentos gerados pelos acidentes além do próprio risco de novos acidentes.

Os custos emocionais consistem nos impactos emocionais causados nas pessoas envolvidas nos acidentes de trânsito e em seus familiares e amigos. Segundo MEDEIROS (1994), os custos emocionais podem representar mais de 30% nos casos dos acidentes fatais.

Os custos dos acidentes de trânsito no Brasil, em 1995, foram estimados em US\$9,561 bilhões. Para chegar a essa cifra utilizaram-se dados do DNER e da CET-SP, para quantificar monetariamente os acidentes com e sem vítimas nas vias rurais e urbanas. O DNER estimou em US\$51.500,00 o acidente com vítima e US\$15.600,00 o acidente sem vítima nas vias rurais. A CET-SP estimou em US\$13.580,00 o acidente com vítima e US\$1.410,00 o acidente sem vítima nas vias urbanas (GOLD, 1998).

Entretanto, o IPEA (1999) alerta que no Brasil as instituições envolvidas com o planejamento de políticas públicas correlatas ao transporte e saúde ainda trabalham com estimativas de custos que apresentam alto nível de erro. Isso ocorre devido ao desconhecimento das características e custos dos acidentes de trânsito.

3.3. Natureza dos Conflitos

O conflito de tráfego consiste no evento envolvendo dois ou mais usuários da via, em que a ação de um leva o outro a fazer uma manobra evasiva para evitar uma colisão, ou seja, conflitos de tráfego são interações entre usuários que podem levar a acidentes de trânsito (PIETRANTONIO, 1991).

Os conflitos de tráfego, de acordo com BRASIL (1991), podem ser de três naturezas: divergentes, convergentes e de cruzamento. “O conflito de divergência ocorre quando a trajetória dos veículos de uma corrente se desdobra para formar correntes independentes” (Figura 3.1). No conflito de convergência, as trajetórias dos veículos de duas ou mais correntes se juntam para formar uma única (Figura 3.1). “O conflito de cruzamento ocorre quando a trajetória dos veículos de uma corrente corta a trajetória dos veículos e/ou dos pedestres de outra” (Figura 3.1). Os tipos de conflitos possíveis de ocorrerem em uma interseção estão apresentados de forma esquemática na Figura 3.2.

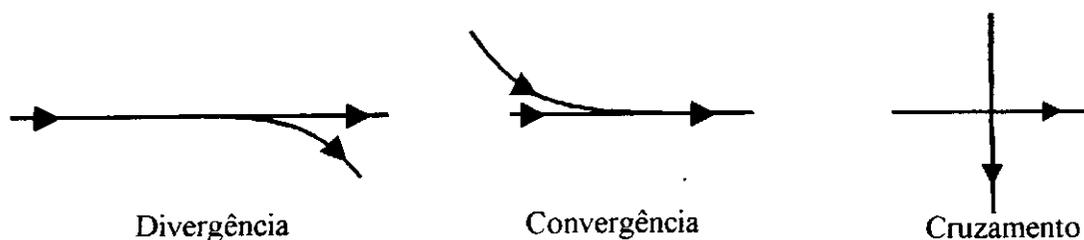


FIGURA 3.1 – Tipos de Conflitos.

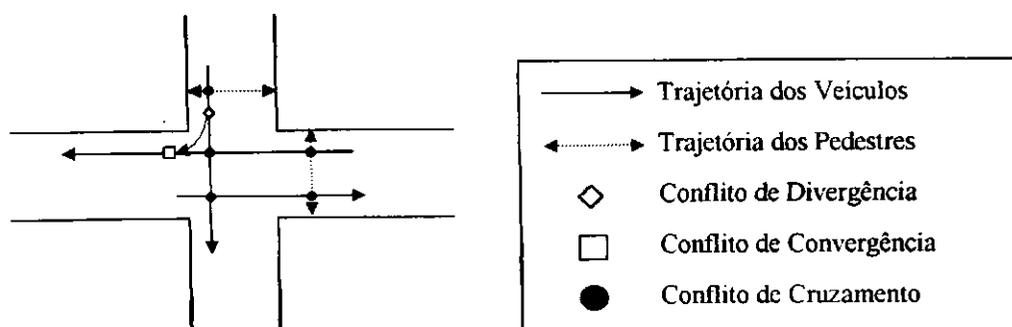


FIGURA 3.2 – Tipos de Conflitos em uma Interseção.
 Fonte: adaptado de BRASIL (1991).

3.4. Conceito de Risco

Os conflitos de tráfego podem ocasionar os acidentes de trânsito. A chance para ocorrência dessa hipótese depende do conceito de risco. Segundo THANGESEN (1996), *apud* POZZETTI (1999), risco é “uma medida de exposição a um evento acidental com uma consequência inesperada, sendo apresentado como a seguinte expressão:

- Risco = (evento acidental x consequência) / exposição, que é medida em veículos por quilômetros dirigidos”.

Segundo POZZETTI (1999), essa exposição pode ser expressa em dois tipos de risco:

- Risco à saúde = fatalidades/população e
- Risco do sistema de tráfego = fatalidades/veículos motorizados, representando o número de mortos, pelo total da população e número de veículos, respectivamente ...”

3.5. Definição para Vítimas Fatais nos Acidentes de Trânsito

A idéia de morte nas pessoas parece ser de fácil compreensão. Consiste no término das funções vitais de um ser humano. Entretanto, para registro dos acidentes de trânsito, se faz necessário definir também um limite de tempo. Precisa-se contabilizar as vítimas que venham a falecer devido aos danos, ferimentos ou seqüelas, provocados pelos acidentes. Assim, THANGESEN (1996), *apud* POZZETTI (1999), apresenta diferentes considerações de fatalidades, como: morto no local em 3 (três) dias, em 1 (um) mês, 1 (um) ano, 2 (dois) anos e assim por diante.

Na maioria dos estados brasileiros, adota-se como vítima fatal de acidente de trânsito, apenas os indivíduos mortos *in loco*, ou seja, no instante do acidente (BRASIL, 1998). Esse critério esclarece, em parte, a discrepância existente entre os dados de vítimas fatais nos acidentes de trânsito apresentados pelos órgãos oficiais e outras referências, conforme apresentado no início desta dissertação. A seguir, apresentam-se estudos que confirmam essa discrepância.

ANDRADE e ANDRADE (1999) pesquisaram os acidentes de trânsito ocorridos na cidade de João Pessoa-PB, durante o mês de março de 1998, e constataram que

apenas 36% das vítimas fatais no trânsito tiveram seus acidentes registrados pelos órgãos responsáveis.

Em São Paulo, de acordo com CET (1998), *apud* POZZETTI (1999), o número de vítimas fatais nos acidentes de trânsito aumenta em 30% se considerar o prazo de 30 dias após o acidente.

Isto demonstra que os registros oficiais sobre fatalidades nos acidentes de trânsito são inconfiáveis no Brasil.

3.6. Classificação dos Acidentes de Trânsito

Pesquisadores e estudiosos buscam compreender a dinâmica dos acidentes de trânsito. Nesse intuito procuram identificar e classificar particularidades dentre o universo dos acidentes. Assim, os acidentes de trânsito são agrupados em várias categorias, como: por gravidade, tipo de via, localização na via ou tipo de acidente. A seguir são comentadas as categorias citadas.

Na classificação acidentes por gravidade encontram-se os com ou sem vítimas, sendo que os acidentes com vítimas são subdivididos em leves, graves ou fatais.

Os acidentes por tipo de via são classificados de acordo com o número de faixas na via e o sentido de circulação dos veículos, por exemplo, pista única com mão única, pista dupla com mão dupla etc.

Os acidentes por localização na via dividem-se em dois grupos: os acidentes ocorridos nas interseções ou cruzamentos e os acidentes ocorridos no meio de quadra.

Os acidentes por tipo são classificados em atropelamento, colisão, abalroamento, choque, capotamento e tombamento. GOLD (1998) a seguir apresenta e define a classificação dos tipos de acidentes.

“Atropelamento – é o acidente em que pedestre ou um animal é atingido por um veículo (motorizado ou não-motorizado).” Quando o acidente envolve duas ou mais vítimas atropeladas, denomina-se, atropelamento múltiplo (Figura 3.3).

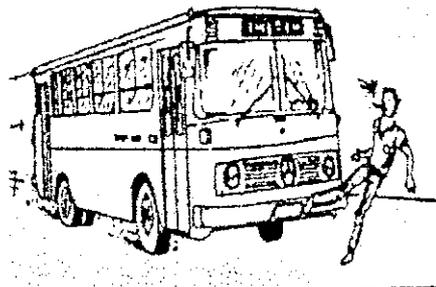


FIGURA 3.3 – Acidente do Tipo Atropelamento
Fonte: GOLD (1998).

“Colisão – é o acidente entre dois ou mais veículos em movimento, no mesmo sentido ou em sentidos opostos, na mesma faixa da via.”As colisões são divididas em traseira, frontal ou engavetamento”.

“Colisão Traseira – é a colisão entre dois veículos em movimento, no mesmo sentido” (Figura 3.4).

“Colisão Frontal – é a colisão entre dois veículos em movimento, em sentidos opostos” (Figura 3.4).

“Engavetamento – é a colisão de três ou mais veículos, um atrás do outro. Pode ser por colisão traseira, ou pode incluir colisões frontais” (Figura 3.4).

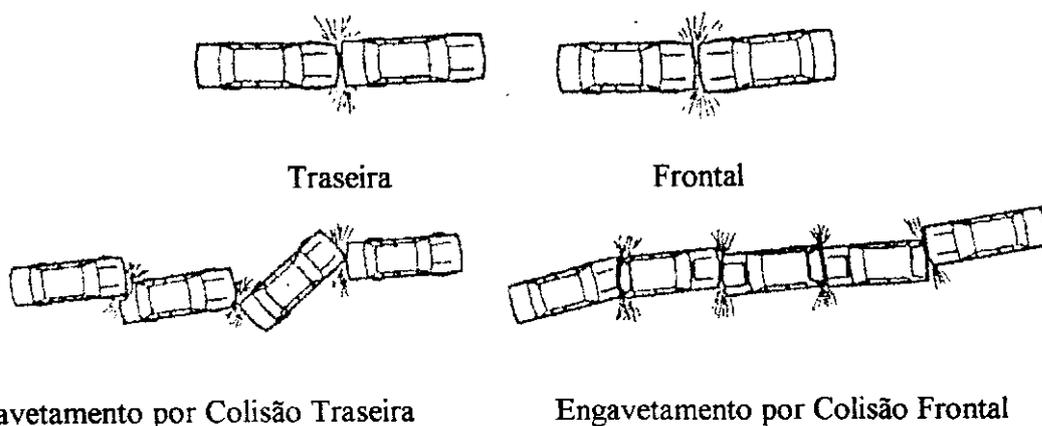


FIGURA 3.4 – Acidentes do Tipo Colisão
Fonte: GOLD (1998).

“Abalroamento Lateral – é o acidente entre veículos em movimento em faixas distintas, porém no mesmo sentido, quando um deles inicia uma conversão à esquerda ou à direita” (Figura 3.5).

“Abalroamento Transversal – envolve veículos que vão em direções com um ângulo de 90°, geralmente em interseções, saídas de estacionamentos etc” (Figura 3.5).

“Abalroamento Transversal Frontal – é uma colisão transversal quando o ponto de impacto entre ambos os veículos é a parte dianteira” (Figura 3.5).

“Abalroamento Lateral em Sentidos Opostos – é o acidente entre veículos que vão em sentidos opostos e em faixas distintas. Geralmente um dos veículos está iniciando uma conversão à esquerda ou à direita” (Figura 3.5).

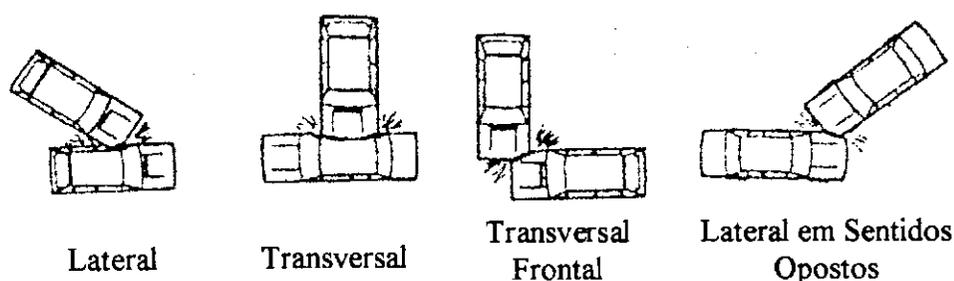


FIGURA 3.5 - Acidentes do Tipo Abalroamento
Fonte: GOLD (1998).

“Choque – é o acidente entre um veículo em movimento e um obstáculo sem movimento” (Figura 3.6).

“Capotamento – é qualquer acidente em que o teto do veículo toma contato com o chão, pelo menos uma vez, durante o acidente” (Figura 3.6).

“Tombamento – é qualquer acidente, envolvendo um só veículo, em que um dos lados do veículo fica em contato com o chão, ao final do acidente” (Figura 3.6).



FIGURA 3.6 – Acidentes do Tipo: Choque, Capotamento e Tombamento
Fonte: GOLD (1998).

Em um acidente pode ocorrer a combinação de dois ou mais tipos. Nesse caso, registra-se o de maior gravidade (BRASIL, 2000).

Além dessas categorias apresentadas, os acidentes de trânsito também são agrupados segundo a faixa etária, o sexo ou a escolaridade dos envolvidos, a distribuição temporal, o tipo ou a idade do veículo envolvido, entre outras.

3.7. Fatores Causadores dos Acidentes de Trânsito

De acordo com o conteúdo apresentado neste capítulo, observa-se que os acidentes de trânsito são elementos diminuidores do nível de segurança na circulação de veículos e pedestres. Identificar os fatores causadores desses acidentes consiste num primeiro passo para minimizar os danos causados por eles.

Os fatores causadores para ocorrência dos acidentes de trânsito, tradicionalmente, estão divididos em fatores humanos, fatores veiculares e fatores via/meio ambiente.

Os fatores humanos são relacionados ao comportamento das pessoas: motoristas ou pedestres. Muitas referências consultadas creditam a esses fatores a responsabilidade por mais de 90% dos acidentes de trânsito. As principais causas atribuídas aos fatores humanos são velocidade excessiva, condução agressiva, assumir riscos, irresponsabilidade e imprudência, desconhecimento do direito de passagem e desatenção nos cruzamentos com relação aos dispositivos de controle de tráfego (TOBIAS, 1999). Além desses podem-se acrescentar: a falta de educação no trânsito, a imperícia ou negligência, a fadiga, o álcool, as drogas, as condições psíquicas e físicas, a falta de conhecimento e de prática na direção defensiva, entre outras.

Os fatores veiculares estão relacionados à inadequada operação e utilização dos veículos. Algumas causas atribuídas aos fatores veiculares são: a quebra de eixo, o estouro de pneu e o excesso de peso, entre outros.

Os fatores via/meio ambiente relacionam-se às características do meio ambiente, da via e do trânsito, como: o projeto e a manutenção da infra-estrutura das vias, os dispositivos de controle de trânsito, a falta de iluminação pública, as lombadas, as superfícies irregulares, a falta de escoamento superficial d'água e barreiras, entre outros.

Faz-se necessário mencionar a existência de alto grau de inter-relação entre os fatores citados acima, haja vista na maioria dos casos o acidente de trânsito ocorre devido a várias causas.

CAPÍTULO IV

INTERSEÇÕES

4.1. Introdução

O sistema viário tem como função possibilitar que pessoas e bens possam movimentar-se de um local para outro ao longo de uma trajetória. A eficiência operacional desse sistema depende da mobilidade dos veículos e pedestres. As interseções caracterizam-se por restringirem essa mobilidade.

Neste capítulo, encontram-se as definições e características dos diversos tipos de interseções. Em seguida, apresentam-se as principais formas de controles utilizadas nas interseções e, por fim, são comentados os acidentes de trânsito que nelas ocorrem.

4.2. Definição da Interseção

A interseção é a região onde convergem ou cruzam-se duas ou mais vias. A principal função operacional da interseção é fornecer alternativas de caminhos ou vias aos usuários. A interseção é parte importante do sistema viário, pois a eficiência, segurança, velocidade, custo de operação e capacidade estão diretamente relacionados ao seu projeto geométrico (PIGNATARO, 1973).

As interseções são classificadas, segundo as características físicas, em dois tipos: em desnível e em nível. A seguir são apresentadas as principais características desses tipos.

4.3. Interseções em Desnível

As interseções em desnível são também conhecidas como interseções em nível diferente. Segundo PIGNATARO (1973), essas interseções caracterizam-se pela separação física onde um ou mais movimentos de cruzamento podem ocorrer através das passagens superiores ou inferiores.

A implantação de uma interseção em desnível requer análise criteriosa de impacto, uma vez que a melhoria da fluidez e velocidade do tráfego poderá proporcionar novos acidentes de trânsito, principalmente atropelamentos nas aproximações viárias da interseção. A estrutura física da mesma pode necessitar de desapropriações e interferir com o uso do solo no seu entorno, tendendo à degradação do ambiente local (ANTP, 1997)

Segundo O'FLAHERTY (1986), a interseção em desnível é recomendada nos locais em que:

- o volume de tráfego for elevado;
- houver a necessidade de fluxo ininterrupto circulando com alta velocidade de tráfego;
- o número de acidentes for elevado e
- a topografia do terreno for irregular.

As interseções em desnível são classificadas em dois tipos: as que não têm ligação entre as vias, ilustrada na Figura 4.1, e as que têm ligação entre as vias, como mostra a Figura 4.2 (O'FLAHERTY, 1986). O primeiro tipo apresenta duas vias expressas que se cruzam em níveis diferentes sem que haja nenhuma ligação entre elas. No segundo tipo, a interseção é caracterizada por ter acesso de ligação entre as vias de níveis diferentes.

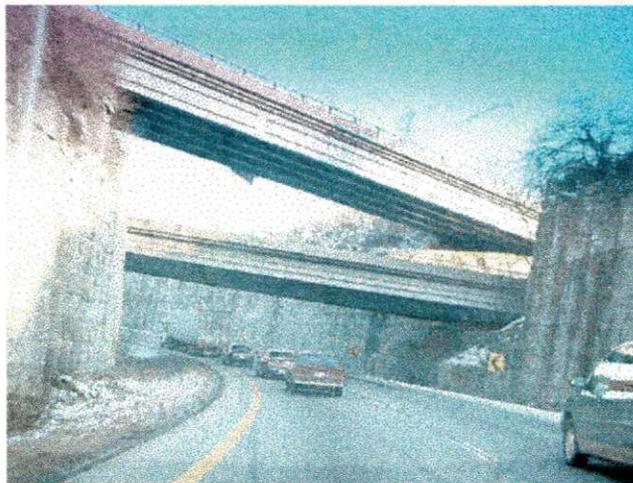


FIGURA 4.1 – Interseção em Desnível sem Ligação entre as Vias
Fonte: FURQUERON'S (2001).

As interseções em desnível com ligações entre as vias podem assumir várias formas. Os tipos mais comuns estão ilustrados na Figura 4.3.



FIGURA 4.2 – Interseção em Desnível com Ligação entre as Vias
Fonte: FURQUERON'S (2001).

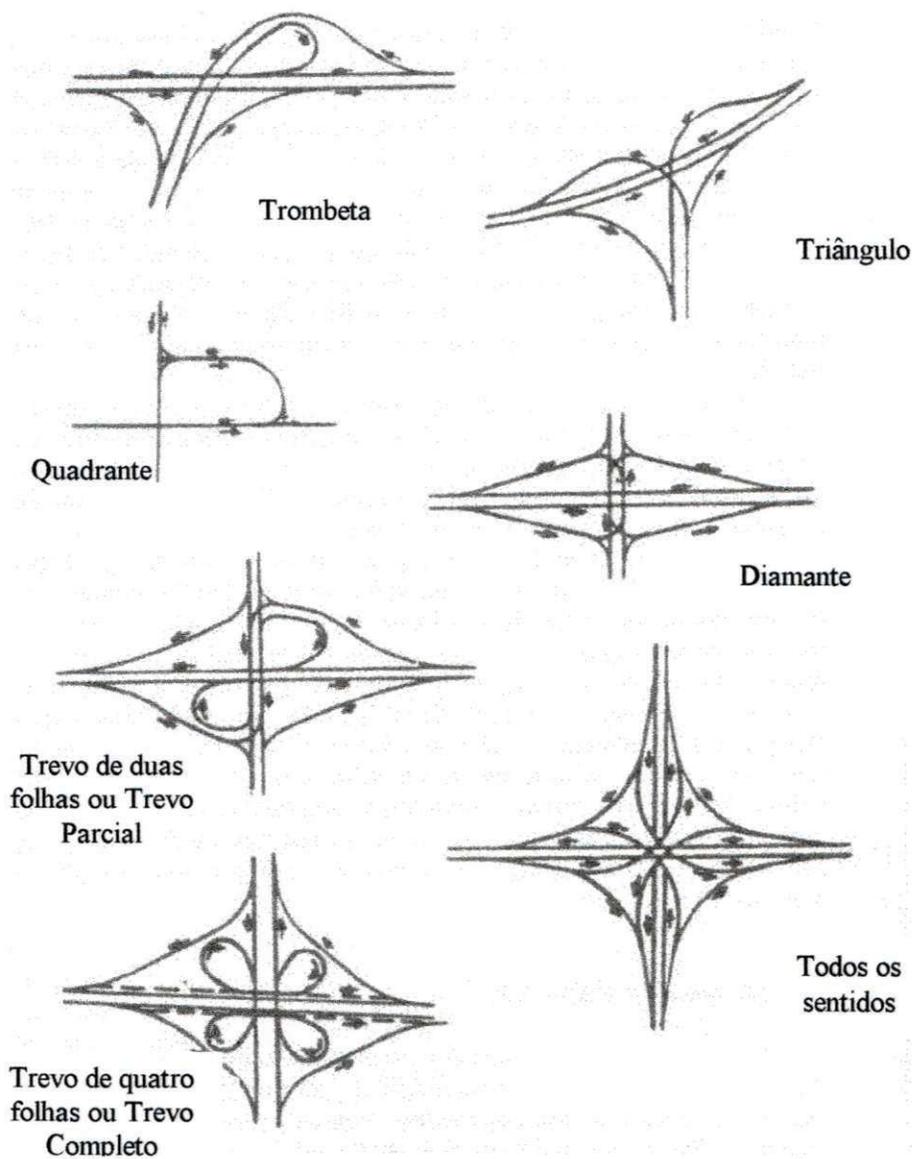


FIGURA 4.3 - Tipos de Interseções em Desnível com Ligações entre as Vias
Fonte: AASHTO (1990), *apud* PAPACOSTA e PREVEDOUROS (1993).

4.4. Interseções em Nível

“As interseções em nível representam um mesmo espaço viário a ser usado por diferentes movimentos, muitas vezes conflitantes, gerando uma necessidade de se estabelecer regras e controles sobre o direito de passagem do tráfego por estes locais” (BRASIL, 1991).

A maioria das interseções, sejam elas urbanas ou rurais, são em níveis e apresentam-se segundo inúmeras configurações. A Figura 4.4 ilustra as formas básicas das interseções em nível, segundo O’FLAHERTY (1986). As configurações: em T (T), em ypsilon (Y), tesoura, cruzamento ou em cruz, multidirecionais, deslocadas e deslocadas com esconsidade.

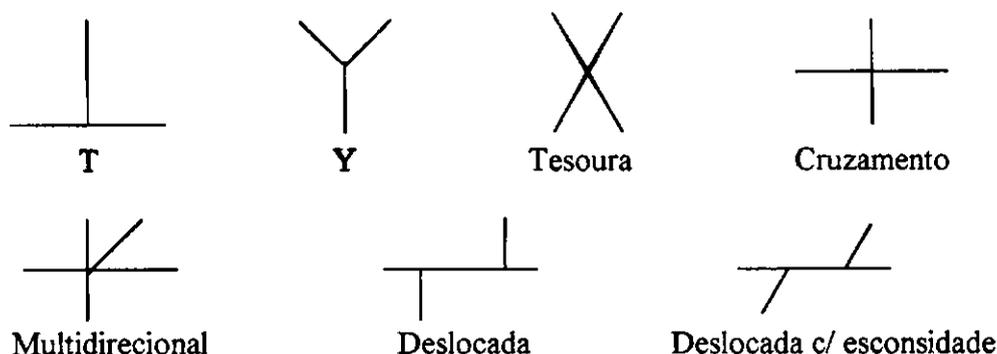


FIGURA 4.4 - Formas Básicas das Interseções em Nível
 Fonte: O’FLAHERTY (1986).

Além das formas básicas devem-se ressaltar ainda as interseções entrelaçantes e rotatórias, ilustradas na Figura 4.5. As interseções entrelaçantes são divididas em simples e compostas, conforme mostra a figura citada anteriormente. As interseções em nível do tipo em rotatórias serão objeto de análise no próximo capítulo. A seguir, apresentam-se as principais formas de controles utilizadas nas interseções em nível.

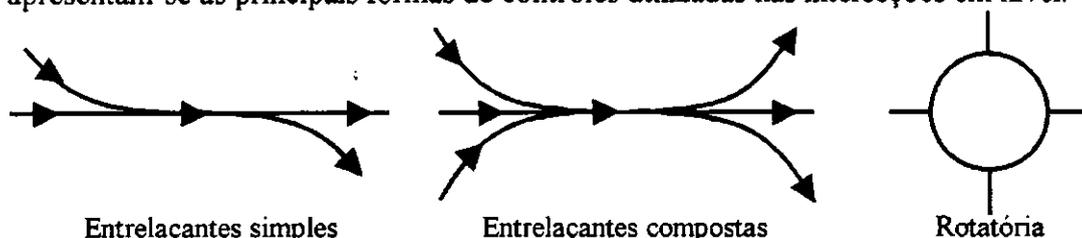


FIGURA 4.5 – Exemplos de Interseções em Nível dos Tipos: Entrelaçantes e em Rotatória
 Fonte: Adaptado de FERRARI (1977).

4.5. Formas de Controles nas Interseções em Nível

Quanto à forma de controle, as interseções em nível podem ser classificadas em sem e com controle. As interseções com controle classificam-se em sem e com semáforos.

O controle das interseções em nível é feito por meio de dispositivos de sinalização que objetivam garantir segurança e eficiência aos movimentos dos veículos e pedestres (ANTP, 1997). Os dispositivos de sinalização são classificados, conforme os níveis crescentes de restrição e custos, em sinais de regulamentação: “DÊ A PREFERÊNCIA” ou “PARE”; rotatórias e semáforos.

Abaixo são apresentadas características das interseções com os respectivos dispositivos de controle, porém, inicialmente se trata das interseções sem dispositivo de controle. As interseções controladas através de rotatórias serão analisadas no próximo capítulo, que trata exclusivamente delas.

4.5.1. Interseções sem Controle

As interseções denominadas sem controle caracterizam-se por apresentarem baixos volumes de tráfego e por não priorizarem os fluxos de tráfego em nenhuma das vias, que se interceptam, ou seja, as vias têm relativamente igual importância (ROCHA, 1989).

O funcionamento operacional dessas interseções depende essencialmente do comportamento dos usuários que normalmente respeitam uma regra de circulação implícita: o primeiro a chegar na interseção é o primeiro a atravessar (PAPACOSTAS e PREVEDOUROS, 1993). Nos casos de chegadas simultâneas de veículos, o CTB regulamenta em seu Artigo 29, parágrafo III, que o veículo que estiver à direita do condutor tem prioridade de passagem no cruzamento (BRASIL, 1997).

4.5.2. Interseções com Controle por Prioridade

Este tipo de controle na interseção em nível restringe a movimentação de tráfego nas vias, utilizando-se de sinalização vertical e horizontal. Sua utilização é recomendada em interseções com baixos volumes de tráfego e/ou com restrições de visibilidade. São dois os grupos de interseções com prioridade, as regulamentadas com sinalização do tipo “DÊ A PREFERÊNCIA” e as regulamentadas com sinalização do tipo “PARE”, conforme ilustram as Figuras 4.6 e 4.7, respectivamente.

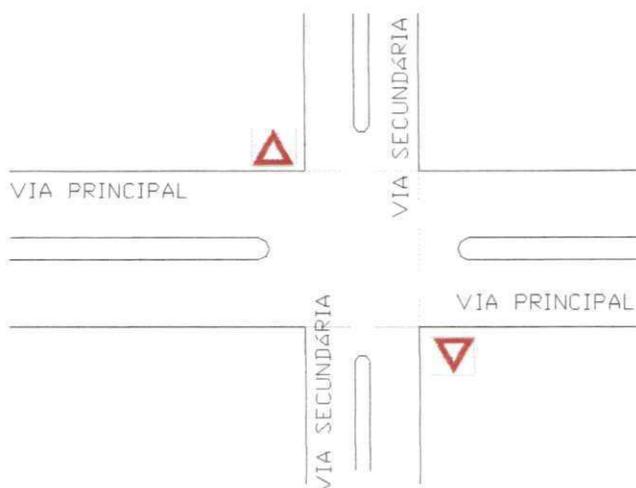


FIGURA 4.6 - Interseção em Nível com Controle por Prioridade do Tipo “DÊ A PREFERÊNCIA”.

Fonte: Adaptado de PAPACOSTA e PREVEDOUROS (1993).

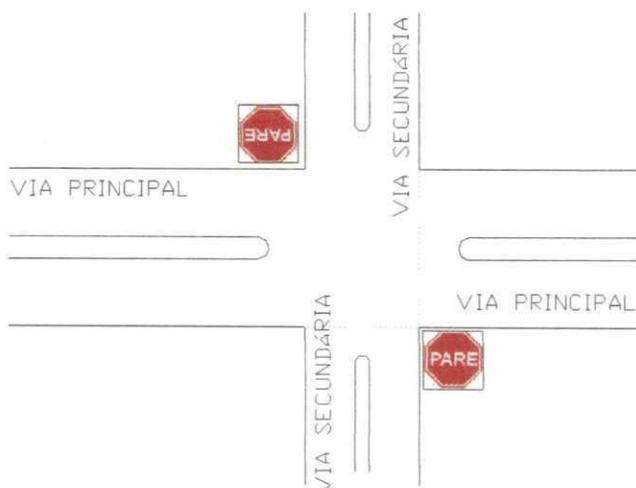


FIGURA 4.7 - Interseção em Nível com Controle por Prioridade do Tipo “PARE” – em Dois Ramos

Fonte: Adaptado de PAPACOSTA e PREVEDOUROS (1993).

Os controles do tipo “PARE” e “DÊ A PREFERÊNCIA” constituem sinais de regulamentação de “Parada Obrigatória”, identificado no CTB por R-1 e “Dê a Preferência”, identificado no mesmo por R-2 (BRASIL, 1997).

“Os sinais de regulamentação têm por finalidade informar aos usuários das condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias. Suas mensagens são imperativas e seu desrespeito constitui infração” (BRASIL, 1997).

O controle do tipo “DÊ A PREFERÊNCIA” foi criado nos EUA no Século XX, no final da década de 40 (ROCHA, 1986). Essa sinalização adverte a necessidade da diminuição da velocidade para transpor uma interseção.

O controle do tipo “PARE” foi criado nos EUA, no Século XX, na década de 20 (ROCHA, 1986). Esta sinalização tem por significado obrigar o condutor a parar e prosseguir apenas se as condições de segurança estiverem garantidas. Entretanto, ANTP (1997) acrescenta que, na prática, esse tipo de controle é pouco respeitado devido à falta de fiscalização e de consciência de muitos motoristas sobre o comportamento adequado no trânsito. Por isso é frequente a tentativa de instalar controles mais rígidos.

A escolha do tipo de controle por prioridade depende fundamentalmente das condições de visibilidade disponíveis. Em interseções que apresentam boas condições de visibilidade adota-se o tipo “DÊ A PREFERÊNCIA”. Caso contrário, usa-se a sinalização do tipo “PARE”. Nas áreas urbanas, a maioria dos cruzamentos apresentam condições restritas de visibilidade, por isso as interseções com prioridade do tipo “PARE” são mais comuns (BRASIL, 1991).

Nas interseções com prioridade, conforme mostraram as Figuras 4.6 e 4.7, a sinalização que indica prioridade é fixada na via de menor fluxo de veículos ou visibilidade conhecida como secundária. Desse modo o tráfego da outra via tem prioridade no momento de atravessar a interseção. Essa outra via é denominada preferencial ou principal.

A sinalização do tipo “PARE” também é indicada em todos os ramos de uma interseção (Figura 4.8). Um caso onde este tipo de controle pode ser utilizado é nas interseções onde um semáforo é justificado e urgentemente necessário, o sinal do tipo

“PARE” em todos os ramos passa a ser uma medida provisória para controlar o tráfego enquanto o semáforo não for instalado (ROCHA, 1989). Entretanto, ressalva-se que nas interseções das cidades brasileiras não se tem conhecimento de aplicações práticas desse tipo de controle .

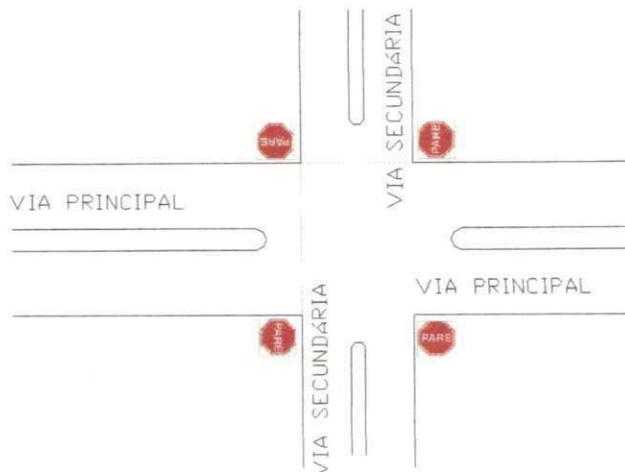


FIGURA 4.8 – Interseção em Nível com Prioridade Regulamentada com Controle do Tipo “PARE” – todos os Ramos

Fonte: Adaptado de PAPACOSTA e PREVEDOUROS (1993).

4.5.3. Interseções Semaforizadas

O primeiro sinal que designava o direito de passagem aos pedestres e veículos foi implantado nas imediações do Parlamento Britânico, em 1868. Esse sinal era composto de uma trave móvel apoiada em um poste. Conforme a posição que a trave se encontrava os usuários deveriam ou não atravessar. À noite, a indicação era feita através de duas lâmpadas a gás, uma verde e outra vermelha (ROCHA, 1989). O semáforo ou sinal de trânsito popularmente conhecido nas cidades só viria a ser inventado em 1913, por James Hoge (HOMBURGER *et. al.*, 1966).

“O semáforo é um dispositivo de controle de tráfego que, através de indicações luminosas transmitidas para motoristas e pedestres, alterna o direito de passagem de veículos e/ou pedestres em interseções de duas ou mais vias. Compõe-se de focos luminosos afixados em grupos ao lado da via ou suspensos sobre ela, através de elementos de sustentação (postes)” (BRASIL, 1979).

Os semáforos constituem a forma de controle de maior restrição e sofisticação técnica. Podem ser classificados segundo sua finalidade, funcionalidade e tipo de controle (ANTP, 1997).

Quanto à sua finalidade, são divididos em veiculares e de pedestres. Os semáforos veiculares são usados para controlar os conflitos entre veículos, podem ter associados focos específicos para pedestres. Os semáforos de pedestres são usados para bloquear o fluxo de veículos e permitir a passagem de pedestres (ANTP, 1997).

O semáforo, quanto ao seu funcionamento, é classificado em isolado ou coordenado. No primeiro caso, o funcionamento do semáforo independe do funcionamento dos semáforos próximos, não existindo ligação entre as interseções semaforizadas. No segundo caso, o funcionamento dos semáforos ocorre em conjunto, de acordo com programações preestabelecidas (ANTP, 1997).

Quanto ao tipo de controle, os semáforos são classificados em pré-fixados, semi-atuados, atuados e controlados por computador. O semáforo do tipo pré-fixado varia sua programação semafórica conforme os planos de tráfego, que variam segundo períodos do dia. Os semáforos semi-atuados e atuados operam conforme o fluxo de tráfego nas interseções, a programação semafórica varia conforme detectores instalados nas aproximações das interseções. Nos semáforos semi-atuados os detectores são instalados apenas nas vias secundárias, nos semáforos atuados todas as vias têm detectores. Os semáforos controlados por computador constituem um sistema onde os detectores e controladores dos semáforos envolvidos estão interligados a um computador central, que controla a programação semafórica de todos os semáforos participantes do sistema (BRASIL, 1979).

4.6. Acidentes de Trânsito nas Interseções

As interseções constituem pontos críticos para os acidentes de trânsito. Essa afirmação é baseada em várias referências bibliográficas consultadas. A seguir, apresenta-se o resumo de algumas referências que abordam os acidentes de trânsito nas interseções.

Na Suécia, aproximadamente 1 (um) em cada 4 (quatro) acidentes ocorridos nas vias rurais acontece nas interseções. Em vias urbanas, a proporção é de 1 (um) acidente nas interseções para cada 2 (dois) acidentes ocorridos (NR & TR, 1999).

Na Grã-Bretanha, em cada 3 (três) acidentes de trânsito ocorridos em áreas urbanas, 2 (dois) acontecem nas interseções propriamente ditas ou próximas a estas, considerando um raio de 18 metros do centro da interseção. Nas vias rurais a proporção é de 1 (um) acidente nas interseções para cada 3 (três) acidentes ocorridos (O'FLAHERTY, 1986).

No Brasil, segundo BRASIL (1991), cerca de 75% dos acidentes de trânsito em áreas urbanas ocorrem nas interseções ou em suas proximidades. A citada referência não informa quanto aos acidentes nas áreas rurais.

Em São Paulo, ocorreram em 1999 27.452 acidentes de trânsito com vítimas não pedestres e 12.861 atropelamentos. Do total dos acidentes de trânsito com vítimas, 19% ocorreram em interseções e o restante no meio de quadra. Quanto aos atropelamentos, 12% foram em interseções e o restante no meio de quadra. Dos acidentes fatais ocorridos nas interseções, 55% delas eram semaforizadas e apenas 1% ocorreu em piso de paralelepípedo (SÃO PAULO, 2000).

POLUS (1985), *apud* ROCHA (1989) examinou 163 interseções nas cidades israelenses de Jerusalém, Tel Aviv e Haifa. Essas interseções tiveram as suas formas de controle alteradas e foram observadas por um período de um a três anos. As mudanças processadas foram de três tipos: em 140 interseções não controladas, implantou-se em 65 delas a sinalização do tipo "DÊ A PREFERÊNCIA", e nas demais, outras 75, a sinalização do tipo "PARE". Em 23 interseções que utilizavam o controle do tipo "DÊ A PREFERÊNCIA", ocorreu a substituição do tipo de controle para sinalização do tipo "PARE".

O resultado da pesquisa observou que os acidentes envolvendo veículos aumentaram depois que ocorreram as mudanças, embora a maioria das mudanças não mostrou ser estatisticamente significativa ao nível de 5%. Quanto aos acidentes envolvendo pedestres, de uma forma geral, diminuíram, após a introdução do sinal do tipo "DÊ A PREFERÊNCIA" ou "PARE" em interseções não controladas. Nas

interseções que tiveram a substituição do tipo de sinalização de controle, não se pôde avaliar devido ao número de acidentes ter sido muito pequeno.

CAPÍTULO V

ROTATÓRIAS

5.1. Introdução

Neste capítulo são apresentadas as principais características da interseção em rotatória. São comentados o surgimento da rotatória, as inovações ocorridas ao longo do tempo, os locais mais apropriados para sua implantação, os tipos mais comuns, os elementos básicos que a constituem e os princípios fundamentais que regem a operação desse importante elemento de tráfego.

5.2. Surgimento da Rotatória

A rotatória que primeiro entrou em operação no mundo foi a *Columbus Circle*, em 1905, na cidade de Nova Iorque, EUA. O responsável pela implantação foi o engenheiro William Phelps Eno, primeiro engenheiro de tráfego da cidade. Na Europa, a primeira rotatória a operar foi a *Place De l'Etoile*, em 1907, em Paris, França. Atualmente, essa praça é conhecida pelo nome *Place Charles d'Gaulle*. A Grã-Bretanha teve sua primeira rotatória implantada em 1910, a *Sollershott Circus*, localizada na cidade de *Letchworth* (REDINGTON, 1997).

A idealização da rotatória como apresentada na Figura 5.1 é atribuída ao arquiteto francês Eugéne Henard. Entretanto, a data de concepção é motivo de controvérsia entre estudiosos, pois segundo BROWN (1995), *apud* TAEKRATOK (1998), a concepção ocorreu em 1903. Entretanto, DEARAGÃO (1992), *apud* OURSTON e BARED (1995), diz ter sido 26 anos antes, em 1877. Todavia, com a invenção do sinal semáforico mecânico no início do Século XX, a rotatória entrou em desuso no mundo inteiro, com exceção apenas da Grã-Bretanha onde continuou sendo usada amplamente.

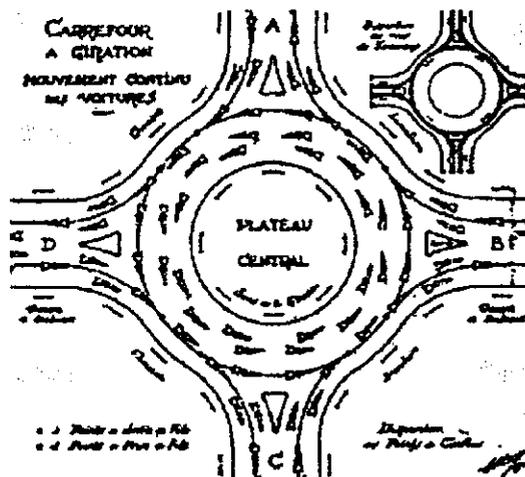


FIGURA 5.1 – Projeto da Rotatória Idealizada por Henard

Fonte: BROWN (1995), *apud*, TAEKRATOK (1998).

5.3. Breve Histórico do Desenvolvimento das Rotatórias

No início, as rotatórias eram projetadas e implantadas levando em consideração apenas o bom senso e a experiência dos primeiros projetistas de tráfego, pois não existia material científico sobre esse tema (BRASIL, 1991).

Em 1936, Knight e Beddington observaram que para proporcionar melhor operacionalidade ao tráfego as ilhas centrais deveriam ser circulares (TAEKRATOK, 1998).

Na década de 50, desenvolvem-se fórmulas para determinação da capacidade das rotatórias, entretanto devido ao aumento dos volumes de tráfego essas fórmulas logo se tornaram ineficientes (BRASIL, 1991).

Em 1966, oficializa-se na Grã-Bretanha a regra da prioridade (item 5.7) que regulariza a circulação de veículos nas rotatórias. A adoção dessa medida resultou em um aumento considerável na capacidade das rotatórias (TAEKRATOK, 1998).

Em 1968, implantou-se a primeira mini-rotatória, interseção em rotatória cujo diâmetro da ilha central é inferior a 4 (quatro) metros. Em 1975, começou-se a utilizar o princípio da deflexão (item 5.7) nas vias de entrada das rotatórias. Em 1979, segundo BRASIL (1991), na cidade de São Paulo se implantaram em fase de teste as primeiras mini-rotatórias no Brasil.

5.4. Condições para Implantação de uma Rotatória

A característica do tráfego e as condições físicas da área são elementos primordiais para implantação de uma rotatória. A seguir, relacionam-se algumas situações onde as rotatórias são freqüentemente indicadas:

- Interseções com elevados movimentos à esquerda;
- Interseções com altos índices de acidentes de trânsito;
- Interseções que apresentam aproximações com fluxo ininterrupto e
- Interseções que apresentem excessivo tempo de atraso nos fluxos das vias principais.

Analisar o espaço físico onde se pretende implantar uma rotatória é essencial, pois ele deve satisfazer dois pré-requisitos básicos:

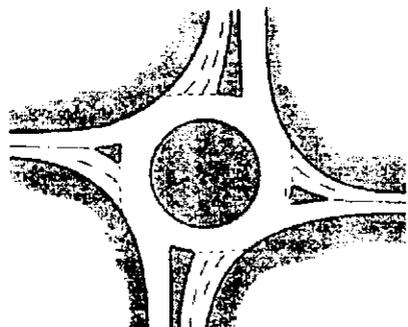
- a topografia do terreno deve ser plana e
- apresentar condições de visibilidade satisfatórias em todas as aproximações da interseção.

As rotatórias são indicadas também devido às características geométricas da área. Assim, interseções com cinco ou mais aproximações normalmente são tratadas com rotatórias. Observa-se ainda seu uso em projetos de humanização de espaços públicos como *traffic calming*, principalmente em bairros residenciais.

5.5. Tipos de Rotatórias

As rotatórias são classificadas segundo a quantidade e a dimensão da ilha central. A ilha é definida como um obstáculo físico, colocado na pista de rolamento, destinado à ordenação dos fluxos de trânsito em uma interseção (BRASIL, 1997). Apresentam-se abaixo os tipos mais comuns de rotatórias que são: rotatória convencional, mini-rotatória e rotatória dupla.

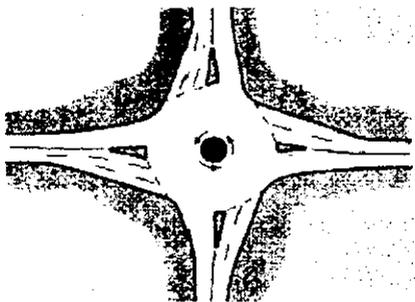
Rotatória Convencional – Ilustrada na Figura 5.2, essa rotatória caracteriza-se



pela dimensão do diâmetro da ilha central, igual ou superior a 4 (quatro) metros. Segundo BRASIL (1991), essa rotatória subdivide-se em rotatória convencional pequena, com diâmetro de até 25 metros e rotatória convencional grande, com diâmetro acima deste valor.

FIGURA 5.2 – Rotatória Convencional
Fonte: TAEKRATOK (1998).

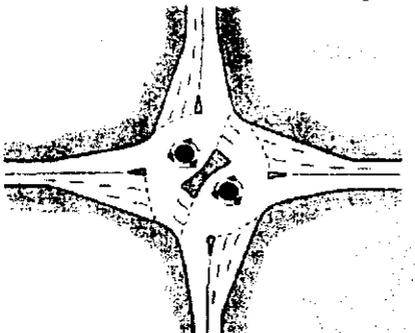
Mini-Rotatória – Segundo BRASIL (1991), esse tipo de rotatória,



ilustrada na Figura 5.3, apresenta quase as mesmas características da rotatória convencional. A exceção ocorre devido ao diâmetro da ilha central que é inferior a 4 metros e a inscrição de setas curvas no pavimento da pista de circulação. Sua implantação é recomendada em bairros residenciais ou interseções com baixo volume de tráfego. A mini-rotatória proporciona maior segurança do que as interseções semaforizadas ou controladas pela sinalização “PARE” ou “DÊ A PREFERÊNCIA”.

FIGURA 5.3 – Mini-Rotatória
Fonte: TAEKRATOK (1998).

Rotatória Dupla – Esta rotatória, ilustrada na Figura 5.4, diferencia-se



das demais por apresentar duas ilhas centrais e entre elas existir um obstáculo contínuo que canaliza o tráfego dos veículos. Pouco usada nas vias brasileiras, esse tipo de rotatória é aconselhável em interseções que apresentam múltiplos movimentos de giro. O’FLAHERTY (1986) acrescenta, ainda, que o uso dessa rotatória é recomendada nas interseções cujas aproximações são desalinhadas, como as interseções em formato de tesoura, por exemplo.

FIGURA 5.4 – Rotatória Dupla
Fonte: TAEKRATOK (1998).

Os tipos de rotatórias citadas acima são as mais comuns. Entretanto, existem outros tipos que se diferenciam das anteriores por operarem de forma diferente. Por exemplo, a rotatória semaforizada e a rotatória múltipla. A primeira caracteriza-se pela instalação de semáforos em uma ou mais aproximações de entrada. A segunda, mais complexa, necessita de uma grande área onde várias mini ou pequenas rotatórias convencionais são implantadas em torno de uma outra rotatória convencional maior, localizada no centro da interseção.

Além dessas, devem-se lembrar, também, as rotatórias em desníveis; chamadas de cruzamento anelar (*ring junction*) e rotatória em trevo (*roundabout interchange*), ilustradas na Figura 5.5. Entretanto, a implementação dessas rotatórias requer vultosos recursos financeiros e são aconselháveis apenas em vias expressas.

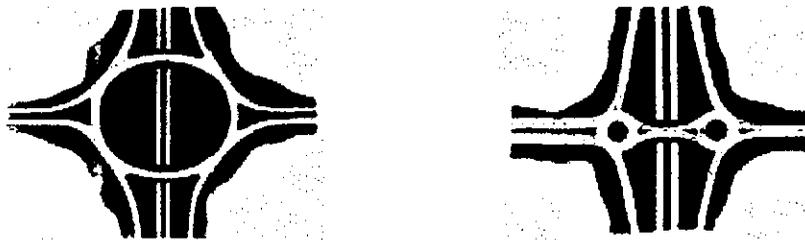


FIGURA 5.5 – Rotatórias em Desníveis: à direita o Cruzamento Anelar e à esquerda a Rotatória em Trevo
Fonte: TAEKRATOK (1998).

5.6. Elementos Básicos que compõem uma Rotatória

Os elementos básicos do projeto geométrico de uma rotatória são a(s):

- ilha central;
- pista de circulação;
- ilhas de deflexão;
- linhas de advertência ou continuidade e
- faixas de pedestres (em algumas referências são opcionais).

Os elementos citados acima estão ilustrados na Figura 5.6. Suas definições e características são apresentadas a seguir.

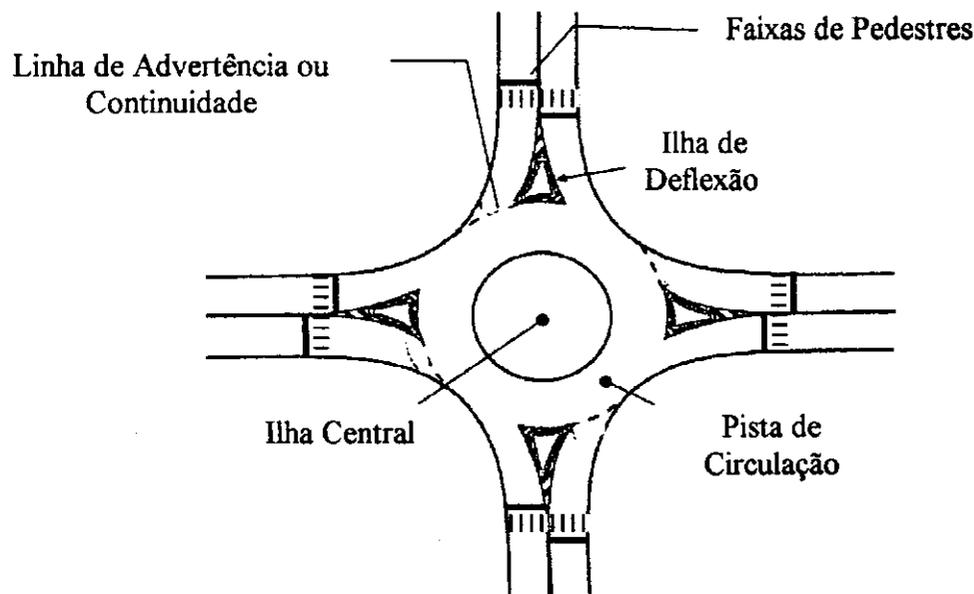


FIGURA 5.6 – Elementos Básicos que Compõem uma Rotatória
Fonte: Adaptado de TAEKRATOK (1998).

Ilha Central – Elemento localizado no centro da rotatória que pode assumir varias formas geométricas. Entretanto, aconselha-se, por motivos de capacidade, o formato circular, principalmente nas mini-rotatórias e rotatórias convencionais pequenas. A ilha central deve ter meio-fio para diferenciar-se da pista de circulação, exceção apenas nas mini-rotatórias. Nessas a ilha pode ser pintada sobre o pavimento e delimitada por tachões para torná-la mais visível.

Pista de Circulação – Local utilizado pelos veículos para girar em torno da ilha central. Segundo BRASIL (1991), a largura da pista de circulação deve ser aproximadamente igual à largura das entradas de aproximação.

Ilha de Deflexão – Importante elemento da segurança de tráfego, pois induz o motorista a reduzir a velocidade do veículo e convergi-lo à direita antes de entrar na rotatória. A ilha de deflexão também é conhecida pelos pedestres como ilha de refúgio. Essas normalmente são construídas com meio-fio, porém em alguns

casos, ela pode ser apenas pintada na superfície, assumindo a denominação de “ilha fantasma”.

Linha de Advertência – Também chamada de linha de continuidade, representa uma linha imaginária que circunda a borda externa da pista de circulação, visualizada apenas nos pontos de entrada das rotatórias onde adquire cor branca tracejada.

Faixas de Pedestre – Faixas que indicam o melhor local para realização da travessia dos pedestres. Sua utilização nas rotatórias é motivo de discussão entre os estudiosos, pois alguns especialistas defendem a não utilização desse dispositivo de segurança nas mediações da rotatória, como forma de desestimular o pedestre a realização da travessia nas proximidades da rotatória. Os mesmos aconselham a implantação das faixas de pedestres nas aproximações em locais relativamente distantes da linha de advertência ou continuidade da rotatória. Entretanto, o Manual Francês de Facilidades para Pedestres *apud* TAEKRATOK (1998) indica que as faixas de pedestres localizem-se atrás da linha de continuidade entre 4 e 5 metros, pois dessa forma reservaria espaço para que um veículo por faixa pudesse ser acomodado, esperando uma brecha para entrar em segurança na rotatória.

5.7. Princípios Operacionais de uma Rotatória

São apresentados abaixo os princípios operacionais básicos, responsáveis pela circulação dos veículos na rotatória.

Regra da Prioridade – Princípio que regulamenta o direito de passagem nos pontos de conflito da rotatória. Sua regulamentação pode ser exercida através do controle “DÊ A PREFERÊNCIA” identificado no CTB por R-2 (BRASIL, 1997). Essa sinalização localiza-se nas aproximações ou nos pontos de entrada da rotatória. Dessa maneira fica implícito que o tráfego circulante localizado na pista de circulação da rotatória tem prioridade de passagem sobre o tráfego que almejar entrar nela. Nas rotatórias não sinalizadas esse princípio está implícito no CTB, no Artigo 29, parágrafo III, que define “quando veículos, transitando por fluxos que se cruzem, se aproximarem de local não sinalizado, terá preferência de passagem: no caso de rotatória, aquele que estiver circulando por ela...” (BRASIL, 1997)

Princípio da Deflexão – Ação que os motoristas necessitam realizar para adentrar com segurança na rotatória. Devido à localização da ilha de deflexão e ilha central, os veículos não conseguem entrar na rotatória realizando trajetórias retas. Esse princípio objetiva reduzir a velocidade dos veículos no momento de eles entrarem na pista de circulação da rotatória, reduzindo a possibilidade de ocorrência de acidentes (Figura 5.7).

Estacionamento – É proibido o estacionamento de veículos na pista de circulação das rotatórias.

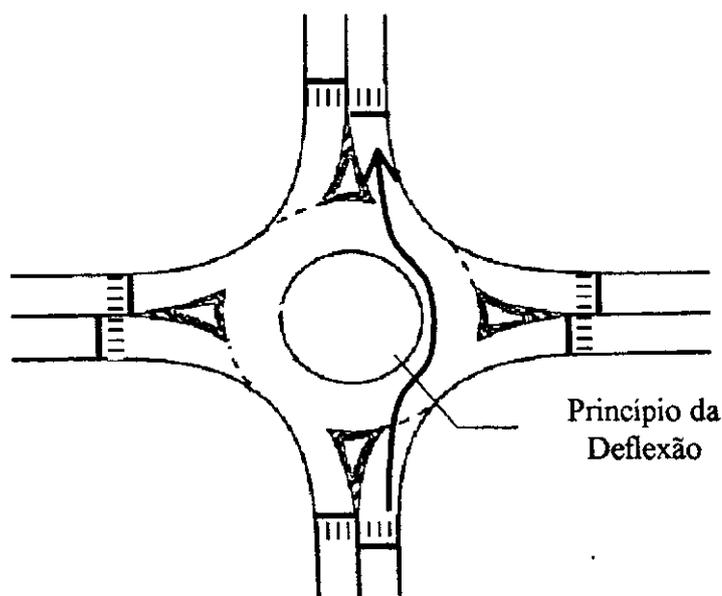


FIGURA 5.7 – Demonstração do Princípio da Deflexão
Fonte: Adaptado de TAEKRATOK (1998).

5.8. Características dos Acidentes de Trânsito nas Rotatórias

A rotatória é o tipo de interseção em nível com menor índice de acidentes de trânsito e grau de severidade. Essa afirmação é baseada nas pesquisas citadas em TAEKRATOK (1998). De acordo com a mesma referência, os motivos para maior segurança são:

- a minimização dos pontos de conflitos (Figura 5.8);
- a diminuição da velocidade na área de conflito, que além de reduzir os acidentes reduz ainda o grau de severidade deles, quando ocasionados;
- a ordenação dos movimentos à esquerda;
- a facilitação na tomada de decisão por parte do motorista no momento de entrada na interseção e
- a existência das ilhas de refúgio para pedestres nas aproximações com várias faixas de tráfego.

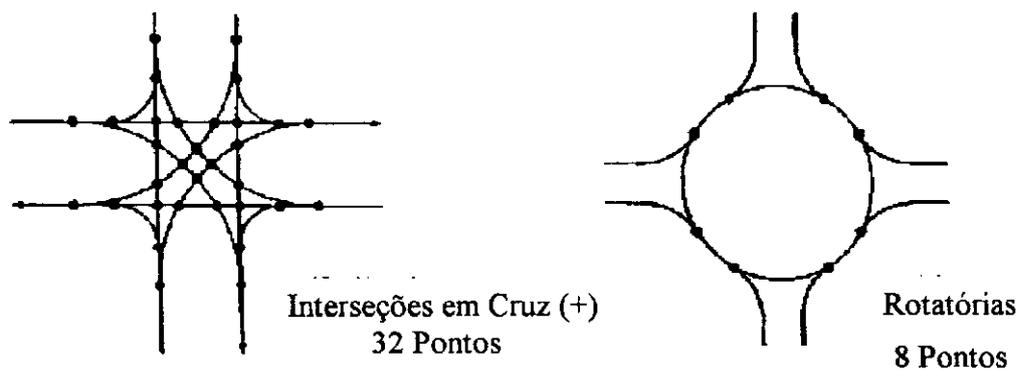


FIGURA 5.8 – Análise dos Pontos de Conflitos nas Interseções em Cruz e Rotatórias
 Fonte: Adaptado de CITY OF BROOKFIELD NEWSLETTER (2000).

CEDERSEND (1988), *apud* TAEKRATOK (1998) apresenta um estudo com os principais tipos de acidentes possíveis de ocorrer em uma rotatória. São eles: (Figura 5.9)

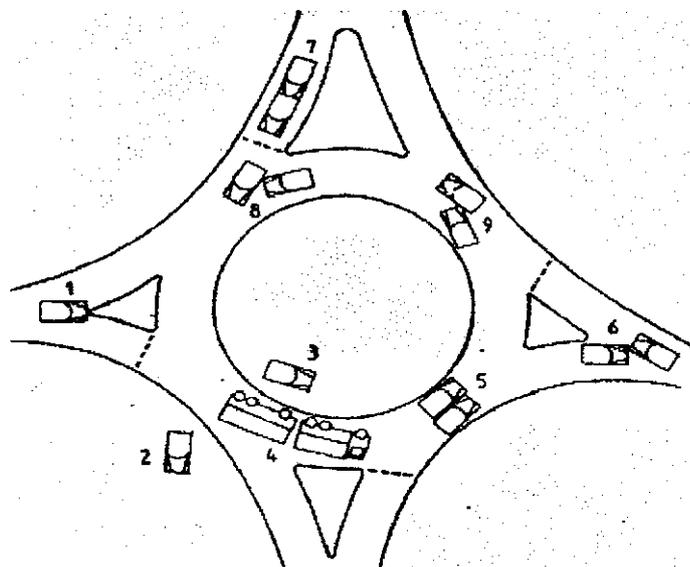


FIGURA 5.9 – Tipos de Acidentes nas Rotatórias
 Fonte: CEDERSUND (1988), *apud*, TAEKRATOK (1998).

- | | |
|--|--|
| 1. Choque; | 7. Colisão frontal; |
| 2. Derrapagem à direita; | 8. Abalroamento transversal de mesmo sentido, com veículo imprudente entrando na pista de circulação e |
| 3. Derrapagem à esquerda; | 9. Abalroamento transversal de mesmo sentido, com veículo imprudente saindo da pista de circulação. |
| 4. Tombamento; | |
| 5. Abalroamento lateral de mesmo sentido; | |
| 6. Abalroamento transversal de sentidos opostos; | |

Além dos tipos de acidentes ilustrados na Figura 5.9, adicionam-se os atropelamentos de pedestres ou animais. No Capítulo III, encontram-se as definições dos tipos de acidentes.

Alguns estudos realizados em diversas cidades do mundo investigaram a eficiência das rotatórias na redução dos acidentes de trânsito. A seguir são apresentados resumos desses estudos citados em TAEKRATOK (1998).

Na área metropolitana de Londres, N. Lalani pesquisou 38 rotatórias de diversos tipos, entre 1971 e 1975, e concluiu que a implantação das rotatórias nas interseções reduziu em 39% o número de acidentes, destaque para as rotatórias com ilhas acima de 8,0 metros de diâmetros. Nessas a redução chegou a 52%. Os acidentes graves e fatais foram reduzidos em 69% com a implantação das rotatórias.

R. T. Tudge estudou os acidentes nas rotatórias da cidade de *New South Wales*, Austrália, entre 1981 e 1987. Os dados de 230 rotatórias foram comparados com dados de outras 60 interseções que operavam com outra forma de controle. O estudo demonstrou que as rotatórias pesquisadas apresentaram 50% menos acidentes do que as demais interseções e o número de acidentes fatais foi 63% menor nas rotatórias.

Na Holanda, Chris Schoon e Jaap Van Minnen realizaram estudos em 181 rotatórias entre 1984 e 1991. O estudo consistiu em verificar os boletins de ocorrência de acidentes anteriores e posteriores à implantação das rotatórias. O resultado demonstrou que os acidentes de trânsito haviam diminuído em 47% e o número de fatalidades reduziu-se em 71% nos registros posteriores.

No Brasil, a CET implantou 88 rotatórias dos tipos pequenas e mini, no município de São Paulo-SP, em 1997, e compilou o número de acidentes de trânsito ocorridos nas interseções selecionadas nos anos de 1996 e 1998. Verificou-se que o número de acidentes reduziu em 78% e os acidentes com vítimas não pedestres caíram em 80% após a implantação das rotatórias. Também foi verificada a redução no número de atropelamentos que em 1996 foi de 5 vítimas e em 1998 não se registraram ocorrências. A Figura 5.10 ilustra uma interseção com uma rotatória implantada (SÃO PAULO, 2000).



FIGURA 5.10 – Mini-rotatória Implantada em São Paulo–SP

Fonte: SÃO PAULO (2000).

Além desses países, outros estudos realizados na Alemanha, EUA, Noruega e França demonstraram uma redução no número de acidentes de trânsito com a implantação de rotatórias.

CAPÍTULO VI

ESTUDO DE CASO

6.1. Introdução

Este capítulo e os 2 (dois) seguintes descrevem a pesquisa realizada neste trabalho que teve por principal objetivo avaliar o desempenho da ilha central como dispositivo de redução do número e da gravidade dos acidentes de trânsito em Natal-RN.

A fase inicial da pesquisa está apresentada neste capítulo que trata da metodologia aplicada, da descrição da área de estudo, coleta e tabulação dos dados. A continuidade da pesquisa encontra-se nos Capítulos VII e VIII, que tratam da apresentação dos dados e análise dos resultados, respectivamente.

6.2. Região Metropolitana do Natal

A Região Metropolitana do Natal – RMN (Figura 6.1), foi criada através da Lei Complementar nº 6.998, em 16 de janeiro de 1997, pelo governo do estado do Rio Grande do Norte. Compreende os municípios de Natal, Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante, Extremoz e Ceará Mirim (NATAL, 2001).

A RMN localiza-se no litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte, entre as latitudes 5°38'04" S e 5°51'30" S, e as longitudes 35°15'46" W e 35°25'32" W (NATAL, 2001). Ocupa uma área de 1.906,50 Km², correspondendo a 3,59% da área territorial do estado do Rio Grande do Norte. Sua população é de 1.040.169 habitantes (Censo 2000), representando 37,53% da população total do estado, com uma densidade demográfica de 545,59 hab./Km² (IBGE, 2001). O Quadro 6.1 apresenta resumo dos dados populacionais e territoriais dos municípios que compõem a RMN.

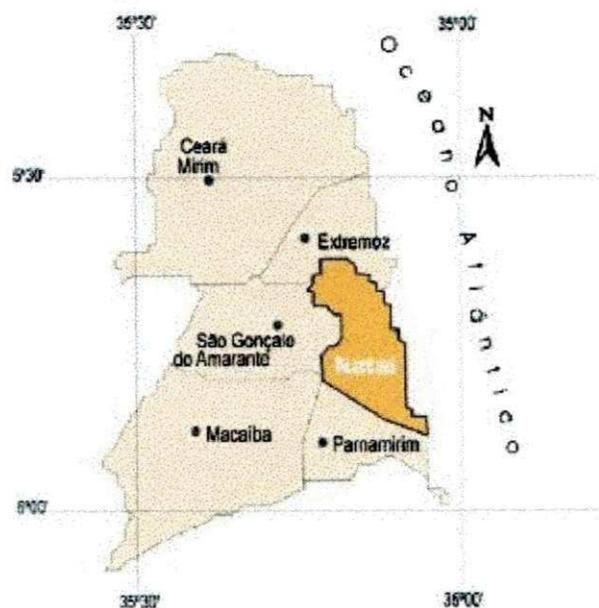


FIGURA 6.1 – Região Metropolitana do Natal.

Fonte: NATAL (2001).

QUADRO 6.1 – Dados Popacionais e Territoriais da RMN

Município	População Total	População Urbana	Grau de Urbanização	Área (Km ²)	Dens. Demog. (hab./Km ²)
Natal	709.536	709.536	100,00	169,10	4.195,41
Parnamirim	124.700	109.109	87,50	126,10	989,01
Macaíba	54.812	36.006	65,69	489,80	111,90
São G. do Amarante	69.342	9.785	14,11	260,50	266,16
Extremoz	19.541	13.392	68,53	134,70	145,07
Ceará Mirim	62.238	30.725	49,37	726,30	85,69
RMN	1.040.169	908.553	87,35	1.906,50	545,59
RN	2.771.538	2.032.163	73,32	53.077,10	52,22

Fonte: IBGE (2001).

A frota de veículos registrados na RMN é de 184.901 veículos (dezembro de 2000), e corresponde a 60,07% da frota do estado (RN, 2001).

6.3. Município do Natal

O município do Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte, compreende uma área de 169,10 Km² totalmente urbanizada (IBGE, 2001). A população de Natal de acordo com o Quadro 6.1 é de 709.536 habitantes. A frota de veículos registrados em Natal, em dezembro de 2000, foi de 164.823 unidades, com um índice de motorização de 232 veículos por 1000 habitantes (RN, 2001).

O total dos acidentes de trânsito registrados em Natal no ano de 2000 foi de 7.249 acidentes, que corresponderam a 64,50% dos acidentes registrados no estado. Desses observou-se que 5.841 acidentes não tiveram vítimas, representando 80,57% do total. A soma dos acidentes com vítimas totalizou 1.408 acidentes, que ocasionaram 80 fatalidades e 1.612 vítimas não fatais, segundo dados obtidos informalmente no DETRAN-RN.

A evolução da frota de veículos registrados no município do Natal-RN foi superior a 100 %, nos últimos 8 anos, conforme apresenta o Quadro 6.2.

QUADRO 6.2 – Evolução da Frota Registrada em Natal-RN

Ano	Veículos Registrados	Varição Anual (%)
1990	42.297	-
1991	56.484	33,54
1992	74.275	31,50
1993	89.624	20,67
1994	106.340	18,65
1995	115.874	8,97
1996	126.961	9,57
1997	141.562	11,50
1998	151.687	7,15
1999	155.475	2,50
2000	164.823	6,01

Fonte: RN (2001).

O município do Natal é composto por 35 bairros que estão distribuídos em 4 regiões administrativas: Norte, Sul, Leste e Oeste e o Parque das Dunas, área de preservação ambiental (Figura 6.2). A região administrativa Norte é composta pelos seguintes bairros: Lagoa Azul, Pajuçara, Potengy, Nossa Senhora da Apresentação, Redinha, Igapó e Salinas; a região administrativa Sul pelos bairros: Candelária, Ponta Negra, Neópolis, Lagoa Nova, Nova Descoberta, Capim Macio e Pitimbú; a região administrativa Leste pelos bairros: Santos Reis, Praia do Meio, Areia Preta, Mãe Luíza, Ribeira, Rocas, Petrópolis, Tirol, Cidade Alta, Alecrim, Bairro Vermelho e Lagoa Seca; a região administrativa Oeste compreende os bairros: Quintas, Nordeste, Felipe Camarão, Cidade da Esperança, Guarapes, Cidade Nova, Nossa Senhora Nazaré, Bom Pastor e Dix-sept Rosado (NATAL, 2001).

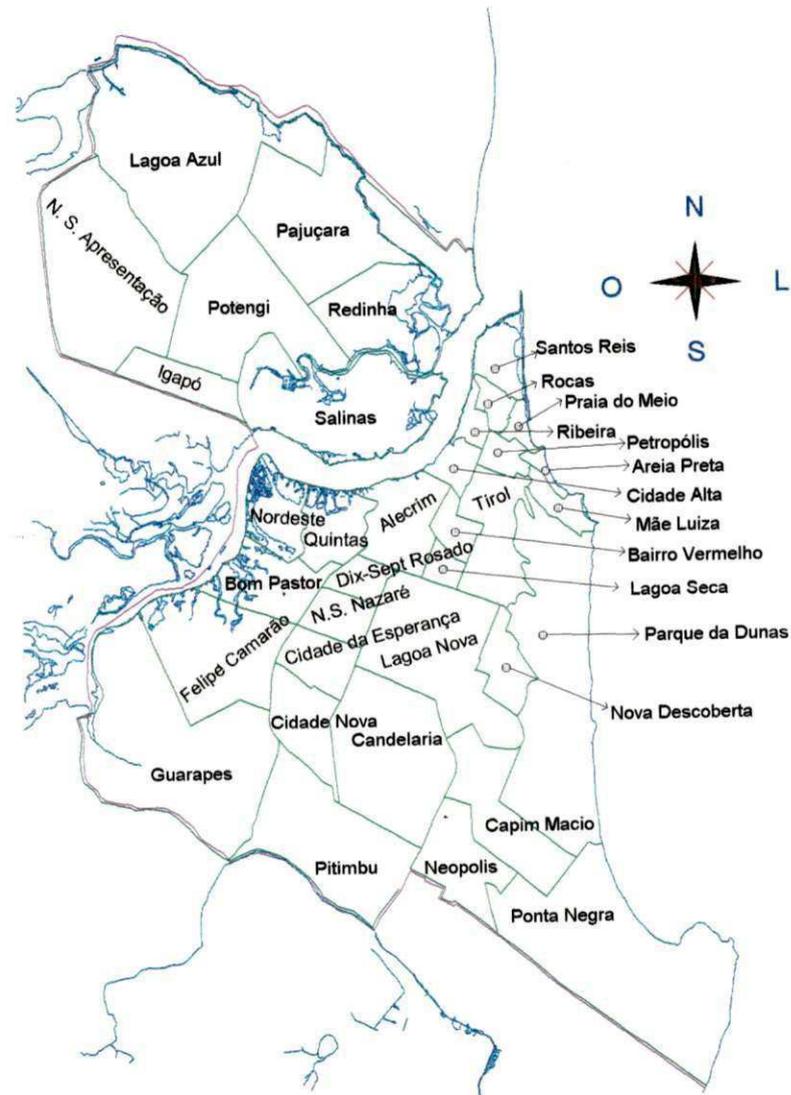


FIGURA 6.2 – Bairros do Município do Natal - RN
Fonte: Adaptado de NATAL (2001)

6.4. Metodologia Aplicada

Após revisão da bibliografia existente sobre acidentes de trânsito, elaborou-se um plano de pesquisa objetivando avaliar o desempenho da ilha central como dispositivo de segurança para redução dos acidentes de trânsito em Natal-RN.

A metodologia proposta para alcançar o objetivo consistiu nas etapas descritas a seguir. Inicialmente, buscou-se definir as interseções que fariam parte da pesquisa. Para isso, foram especificados os seguintes critérios:

- todas as interseções deveriam localizar-se em uma única região ou área, a fim de existir homogeneidade de tráfego entre as interseções selecionadas;
- todas as interseções deveriam apresentar uma mesma configuração geométrica, optou-se pelo tipo mais comum, em cruz (+);
- todas as vias das interseções selecionadas deveriam operar em mão dupla;
- todas as vias das interseções selecionadas deveriam apresentar canteiro central em pelo menos uma das vias;
- o revestimento da via principal nas interseções com ilha central deveria ser asfáltico e
- as interseções sem ilha central deveriam localizar-se adjacentes às interseções com ilha central.

Esses critérios foram adotados com o intuito de garantir homogeneidade geométrica e de tráfego entre as interseções selecionadas, pois isso é necessário em análises comparativas.

Após a seleção das interseções, determinaram-se os parâmetros que seriam necessários para análise dos resultados:

- datas de implantação da ilha central nas interseções;
- levantamento dos projetos geométricos;
- características dos fluxos de tráfego e
- características dos acidentes de trânsito.

Ciente dos dados necessários realizou-se a coleta de dados nos órgãos competentes ou *in loco*. Por fim, elaborou-se a tabulação dos dados pois se objetivou padronizá-los para realização da análise dos resultados.

Na análise dos resultados investigaram as características geométricas e de tráfego das interseções selecionadas, além dos acidentes de trânsito nelas registrados. Isso foi feito através de comparações dos acidentes de trânsito nas interseções com ou sem ilha central, e antes e depois da implantação da ilha central e do CTB.

6.5. Definição da Área de Estudo

Dentre as interseções localizadas em Natal-RN foram selecionadas aquelas com ilha central, controladas por prioridade que apresentassem homogeneidade mútua quanto às características geométricas. Localizaram 07 (sete) interseções que correspondiam às características solicitadas. Foram adicionadas a essas 07 (sete) interseções sem ilha central, localizadas em ruas adjacentes. Assim, foram selecionadas 14 interseções situadas em avenidas e ruas dos bairros de Petrópolis e Tirol, localizados na região administrativa Leste. No Quadro 6.3, encontram-se as interseções selecionadas para pesquisa, as vias principais e a existência ou não de ilha central.

QUADRO 6.3 – Interseções Selecionadas para Pesquisa

Interseções Selecionadas	Legenda	Ilha Central	Via Principal
Av. Floriano Peixoto X Rua Seridó	FP-1		Av. Floriano Peixoto
Av. Floriano Peixoto X Rua Potengy	FP-2	X	Rua Potengy
Av. Floriano Peixoto X Rua Mipibú	FP-3		Av. Floriano Peixoto
Av. Campos Sales X Rua Mipibú	CS-1	X	Av. Campos Sales
Av. Campos Sales X Rua Açú	CS-2		Av. Campos Sales
Av. Campos Sales X Rua Maxaranguape	CS-3		Av. Campos Sales
Av. Rodriguês Alves X Rua Trairi	RA-1		Rua Trairi
Av. Rodriguês Alves X Rua Mipibú	RA-2	X	Av. Rodrigues Alves
Av. Rodriguês Alves X Rua Açú	RA-3		Av. Rodrigues Alves
Av. Rodriguês Alves X Rua Maxaranguape	RA-4	X	Av. Rodrigues Alves
Av. Rodriguês Alves X Rua C. Mirim	RA-5	X	Av. Rodrigues Alves
Av. Afonso Pena X Rua Mipibú	AP-1	X	Av. Afonso Pena
Av. Afonso Pena X Rua Açú	AP-2		Av. Afonso Pena
Av. Afonso Pena X Rua Maxaranguape	AP-3	X	Av. Afonso Pena

A área onde se inserem as interseções selecionadas está ilustrada na Figura 6.3.



FIGURA 6.3 – Localização das Interseções Pesquisadas

6.6. Coleta de Dados

Nesta etapa foram realizados os seguintes levantamentos nas interseções selecionadas:

- identificação do ano de implantação da ilha central;
- características geométricas;
- volume de tráfego e
- histórico da ocorrência dos acidentes de trânsito.

Para identificar o ano de implantação da ilha central foram contactados os órgãos públicos responsáveis pelo gerenciamento do trânsito no município do Natal: a Secretária de Trânsito e Transportes Urbanos – STTU, da prefeitura municipal do Natal; o DETRAN-RN; e populares residentes em pontos comerciais localizados na vizinhança das interseções.

O levantamento geométrico e as contagens volumétricas foram obtidas *in loco*. A contagem volumétrica, realizada no período de 17 a 31 de maio de 2001, contou com a participação de 02 (dois) voluntários e 03 (três) estagiários do DETRAN-RN, além do próprio pesquisador. As contagens volumétricas foram realizadas em dias úteis compreendidos entre terças-feiras e quintas-feiras, inclusive, sob boas condições climáticas e livre de eventos que pudessem causar interferências nos volumes, como festas, feriados, cortejos, acidentes etc.

Inicialmente, realizou-se uma contagem volumétrica das 6h às 18h15min em uma interseção (RA-2) inserida no centro da área das interseções selecionadas, a fim de definir o período de maior pico. De acordo com os dados da citada contagem, constatou-se que o horário de pico da interseção era no período próximo ao meio-dia, especificamente das 11h30min às 12h30min. A partir disso, definiu-se o intervalo de tempo da contagem volumétrica nas demais interseções que foi o período das 11h às 13h.

A contagem volumétrica contabilizou todos os veículos motorizados distribuídos em 3 (três) categorias: automóveis, motocicletas e veículos pesados, conforme mostra formulário de coleta, apresentado no Quadro 6.4.

QUADRO 6.4 – Formulário Utilizado nas Contagens Volumétricas

Interseção:						
Data:						
Contador:						
Período: 11:00 às 13:00.						
Intervalo		Veículos			Tabulação	
Início	Término	Automóveis*	Motos	V. Pesado	Total	UCP/Hora
11:00	11:15					
11:15	11:30					
11:30	11:45					
11:45	12:00					
12:00	12:15					
12:15	12:30					
12:30	12:45					
12:45	13:00					

*Caminhões Leves farão parte desta categoria.

A categoria dos automóveis corresponde aos veículos automotores leves, como: automóveis, camionetas, utilitários, vans e caminhões leves. As motocicletas são os veículos automotores que circulam através de duas rodas. Nesse grupo estão as próprias motocicletas e as motonetas. Os veículos pesados compreendem os veículos automotores com maiores capacidade de carga, como: micro-ônibus, ônibus, reboques, caminhões médios e pesados.

O levantamento histórico dos dados sobre acidentes de trânsito ocorridos nas interseções selecionadas foi realizado junto ao DETRAN-RN, órgão responsável pelo tratamento e divulgação dos dados de acidentes de trânsito registrados no Rio Grande do Norte. Foram solicitadas informações sobre a quantidade, a gravidade e a natureza dos acidentes de trânsito registrados nas interseções selecionadas, no período de 1996 a 2000.

6.7. Tabulação dos Dados da Contagem Volumétrica

O fluxo de tráfego normalmente consiste de uma mistura de diferentes tipos de veículos fazendo diferentes manobras na interseção. Os veículos longos e pesados têm, naturalmente, maiores dificuldades para efetuarem as operações de manobras e travessia nas interseções do que os veículos leves. Nos estudos que envolvem fluxo de veículos existe a necessidade de homogeneizar os diferentes tipos de veículos que fazem diferentes manobras nas interseções. Para isso adota-se uma base comum de referência,

o automóvel ou carro de passeio. “Assim todos os tipos de veículos poderiam ser convertidos em um carro de passageiro padrão e com ele terem uma relação matemática de equivalência chamada unidades de carros de passeio” (ANDRADE, 1991). As unidades de carros de passeio são também conhecidas por fatores de equivalência veicular.

De acordo com ANDRADE (1988) e AKCELIK (1981), *apud* ANDRADE (1991), diversos estudos têm evidenciado que um considerável número de fatores afeta a performance da capacidade das interseções. Entre eles incluem-se as características do tráfego e da geometria, além das formas de controle operacional do tráfego. Simulações, estudos empíricos e analíticos desenvolvidos em países mais desenvolvidos têm revelado relações práticas entre estes parâmetros, que são úteis na previsão do comportamento do tráfego de onde são derivados. Segundo ANDRADE (1991), a utilização simples e direta, em um país de fatores de tráfego derivados em outros, pode não se revelar adequada, uma vez que o comportamento e as características do tráfego normalmente variam de país para país.

O Quadro 6.5 apresenta o fator de equivalência para a município do Natal-RN, segundo ANDRADE (1991).

QUADRO 6.5 – Fator de Equivalência, Obtido em Natal-RN

Tipo de Veículo	UCP
Motocicleta	0,4320
Ônibus	1,4614
Caminhão Leve	1,2692
Caminhão Médio	1,6544
Caminhão Pesado	1,7840
Veículos Comercial	1,4544

Fonte: ANDRADE (1991).

Observa-se que na pesquisa de ANDRADE (1991), os veículos analisados foram divididos em 06 (seis) categorias, além do veículo-padrão. Nesse trabalho, a contagem volumétrica dividiu o fluxo de tráfego em 03 (três) categorias: automóveis, motocicletas e veículos pesados.

O motivo dessa classificação sustenta-se no fato de a pesquisa observar *in loco* que o percentual de veículos do tipo ônibus ou caminhão pesado foi desprezível, devido

às características da área onde se localizavam as interseções selecionadas. O veículo do tipo caminhão leve apresentou também baixo volume pelos mesmos motivos citados acima. Assim, optou-se contabilizar como automóveis todos os caminhões leves, pois pretendia-se facilitar a obtenção dos dados em campo, visto que se utilizou apenas um contador por interseção. Desse modo, o fator de equivalência adotado na tabulação dos dados de campo obtido nas contagens volumétricas foi adequado do Quadro 6.5 e está ilustrado no Quadro 6.6.

QUADRO 6.6 – Fator de Equivalência Adotado na Pesquisa

Tipo de Veículo	UCP
Automóveis	1,0000
Motocicletas	0,4320
Veículos Pesados	1,6544

Fonte: adequado de ANDRADE (1991).

CAPÍTULO VII

APRESENTAÇÃO DOS DADOS

7.1. Introdução

Os dados obtidos na fase de coleta de dados da pesquisa serão apresentados neste capítulo. Inicialmente, identifica-se o ano de implantação da ilha central nas interseções estudadas. Em seguida, informam-se as características físicas e de controle das interseções, como dimensões das vias, dispositivos auxiliares de controle de tráfego e sinalização existente. As características de tráfego das interseções analisadas serão apresentadas em seguida. Por fim, este capítulo mostra as informações sobre acidentes de trânsito obtidas no órgão competente.

7.2. Implantação das Ilhas Centrais

Dentre as interseções selecionadas na pesquisa, 7 (sete) possuem ilhas centrais. O Quadro 7.1, indica o ano de implantação de cada uma delas.

QUADRO 7.1 – Ano de Implantação das Ilhas Centrais

Interseções Selecionadas com Ilha Central	Legenda	Ano de Implantação
Av. Floriano Peixoto X Rua Potengy	FP-2	1998
Av. Campos Sales X Rua Mipibú	CS-1	1997
Av. Rodrigues Alves X Rua Mipibú	RA-2	1997
Av. Rodrigues Alves X Rua Maxaranguape	RA-4	1997
Av. Rodrigues Alves X Rua Ceará Mirim	RA-5	1998
Av. Afonso Pena X Rua Mipibú	AP-1	2001
Av. Afonso Pena X Rua Maxaranguape	AP-3	1997

Fonte: Subcordenadoria de Operações do DETRAN-RN e populares residentes no local.

Observando o Quadro 7.1, verifica que a interseção AP-1 teve sua ilha central implantada em 2001. Os dados solicitados sobre acidentes de trânsito correspondem aos acidentes registrados nas interseções selecionadas entre os anos de 1996 e 2000, inclusive, período no qual a interseção em questão não apresentava a ilha central em sua

configuração geométrica. Diante dessa comprovação, a citada interseção, a partir de agora, será tratada como interseção sem ilha central.

7.3. Características Geométricas

Todas as interseções pesquisadas localizam-se entre 4 (quatro) avenidas e 7 (sete) ruas. As avenidas recebem nomes de ex-presidentes da república e as ruas são nomes de rios localizados no estado do Rio Grande do Norte. As avenidas caracterizam-se por serem de pavimento asfáltico, operarem em sentido duplo, apresentarem canteiros centrais arborizados e serem todas paralelas entre si. As ruas caracterizam-se por operarem em sentido duplo e serem todas também paralelas entre si. A seguir são apresentadas as principais características geométricas e de sinalização das interseções selecionadas.

Ilha Central – As ilhas centrais são formadas por tachões que medem 23 centímetros de comprimento, exceto as ilhas centrais implantadas nas interseções FP-2 e AP-1, que foram construídas com meio-fio. O diâmetro das ilhas centrais é de 3,00 (três) metros, com exceção da ilha localizada na interseção RA-5, nesta o diâmetro mede 4,00 (quatro) metros.

Pavimentação – Todas as avenidas e ruas citadas na pesquisa apresentam pavimento asfáltico, com exceção das ruas Seridó, Mipibú e Açu, que são revestidas com paralelepípedos.

Sinalização Vertical – Nas vias que formam as interseções selecionadas observou-se nas suas aproximações a existência de 7 (sete) tipos de placas de sinalização vertical, que estão ilustrados nos croquis das interseções, apresentados a seguir (Figuras 7.1 a 7.14).

Sinalização Horizontal – A sinalização horizontal existente nas vias que formam as interseções selecionadas resume-se às linhas

contínuas e tracejadas e esporadicamente a uma faixa de pedestre com linha de retenção (Figuras 7.1 a 7.14).

Tachões – Além de serem usados na circunferência das ilhas centrais, os tachões estão implantados também nas aproximações de algumas vias secundárias (Figuras 7.1 a 7.14).

A seguir são apresentadas as Figuras 7.1 a 7.14 que correspondem aos croquis das interseções selecionadas e suas respectivas fotos.

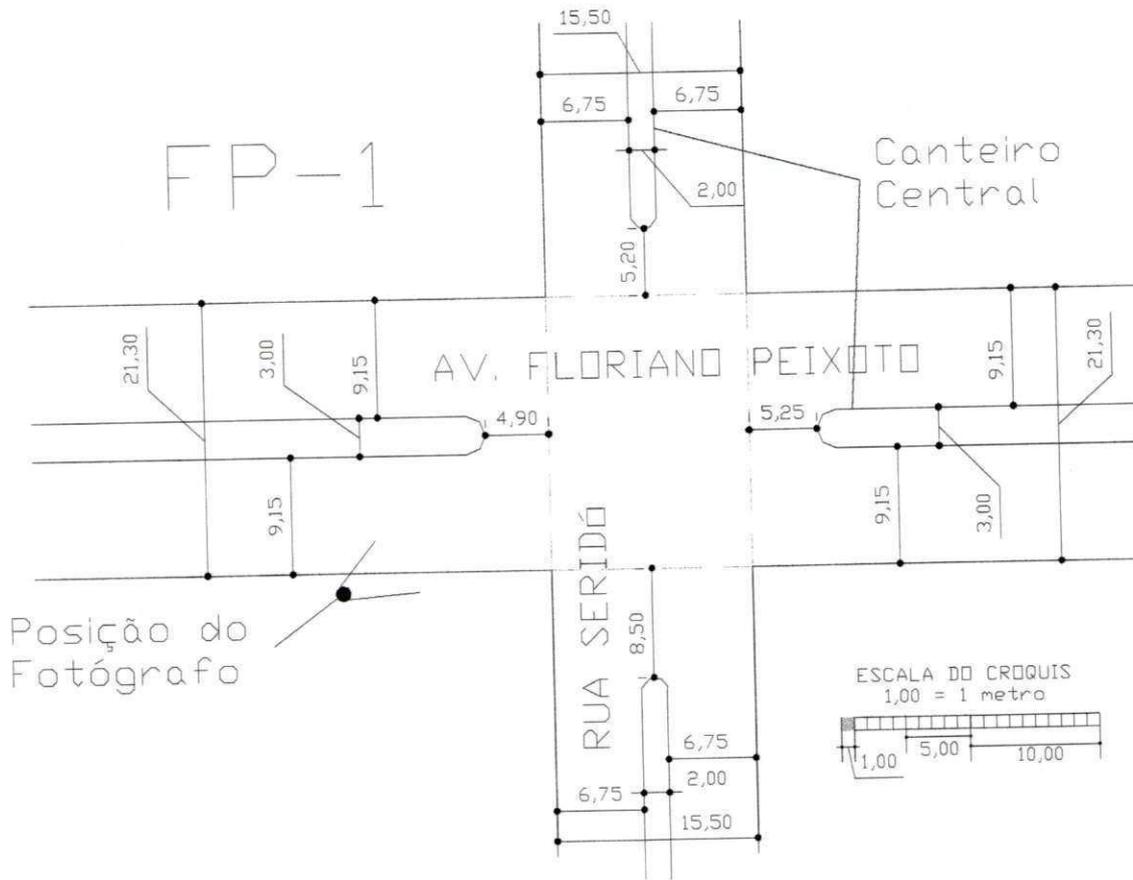


FIGURA 7.1 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Floriano Peixoto x Rua Seridó



FIGURA 7.2 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Floriano Peixoto x Rua Potengy

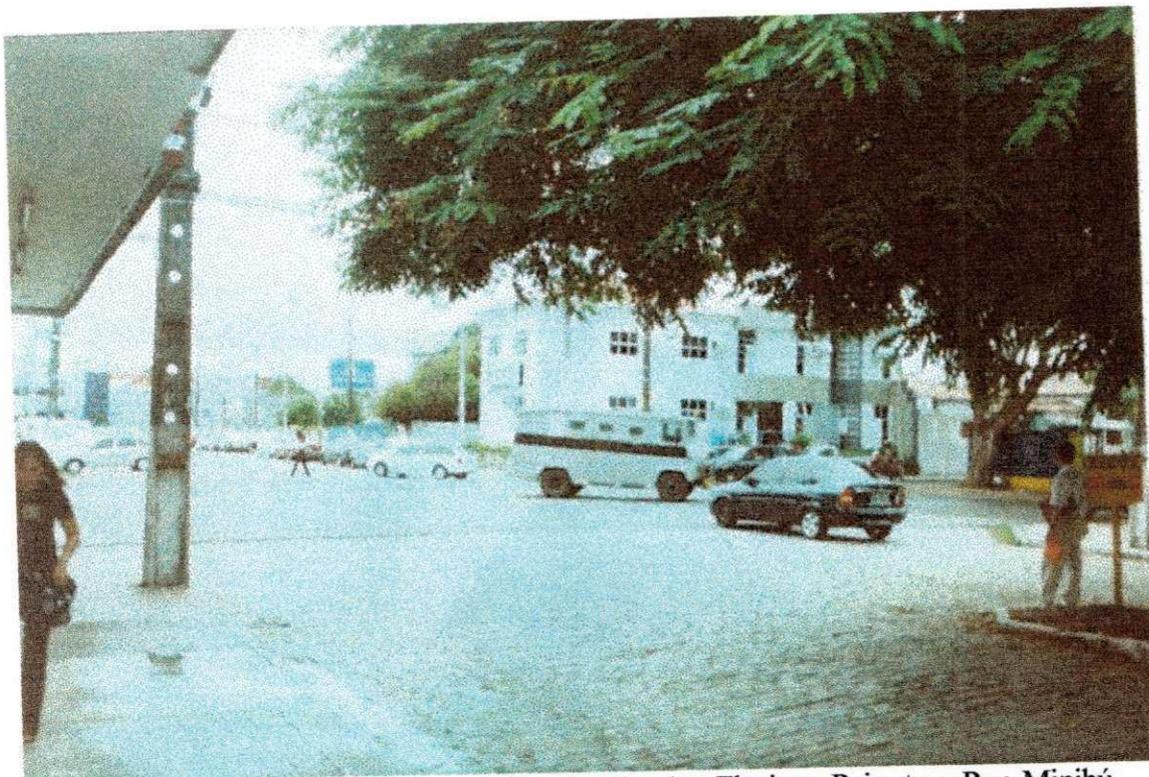
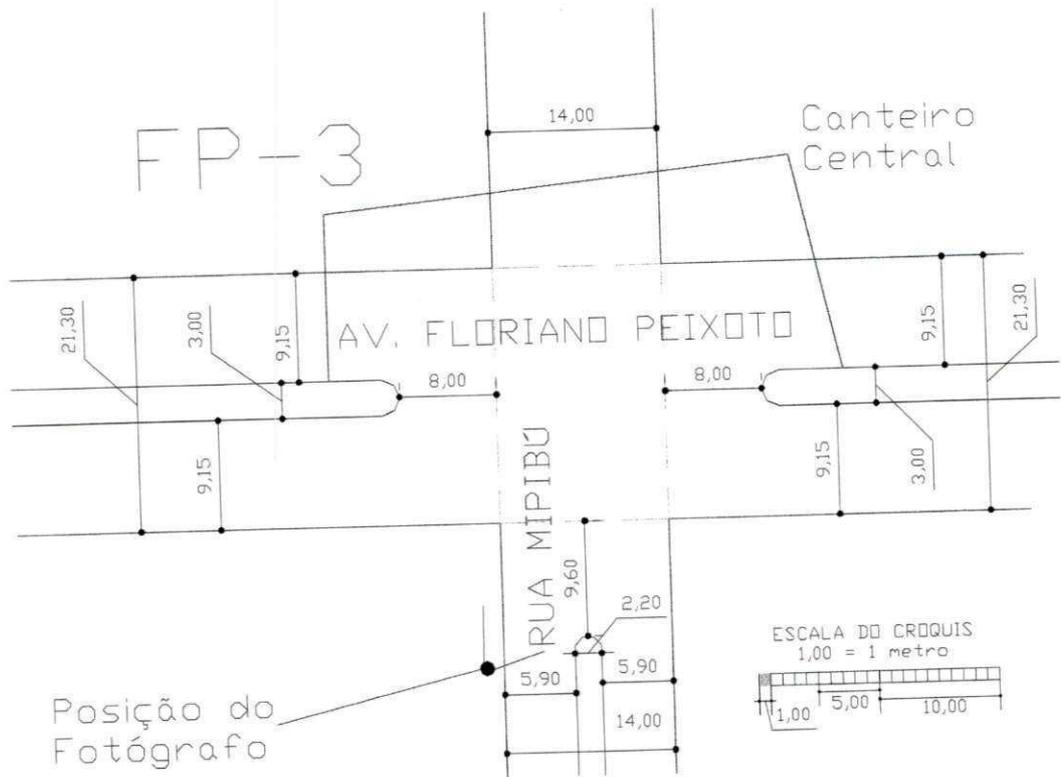


FIGURA 7.3 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Floriano Peixoto x Rua Mipibú

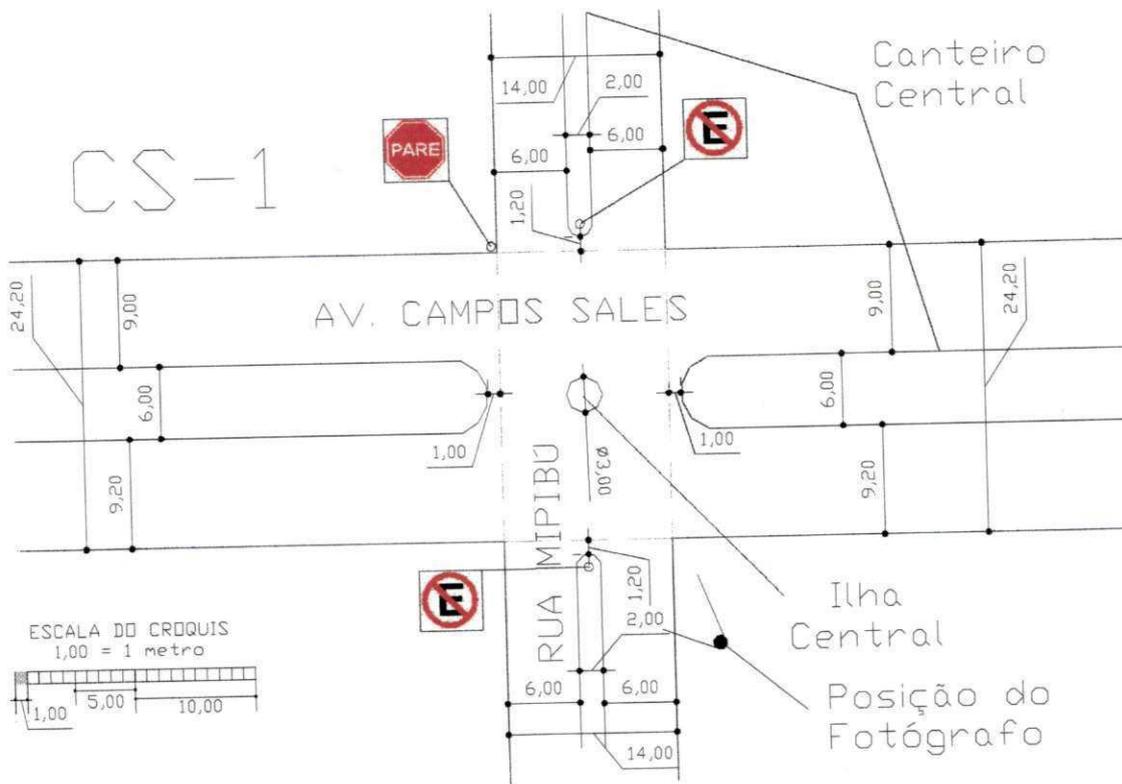


FIGURA 7.4 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Campos Sales x Rua Mipibú

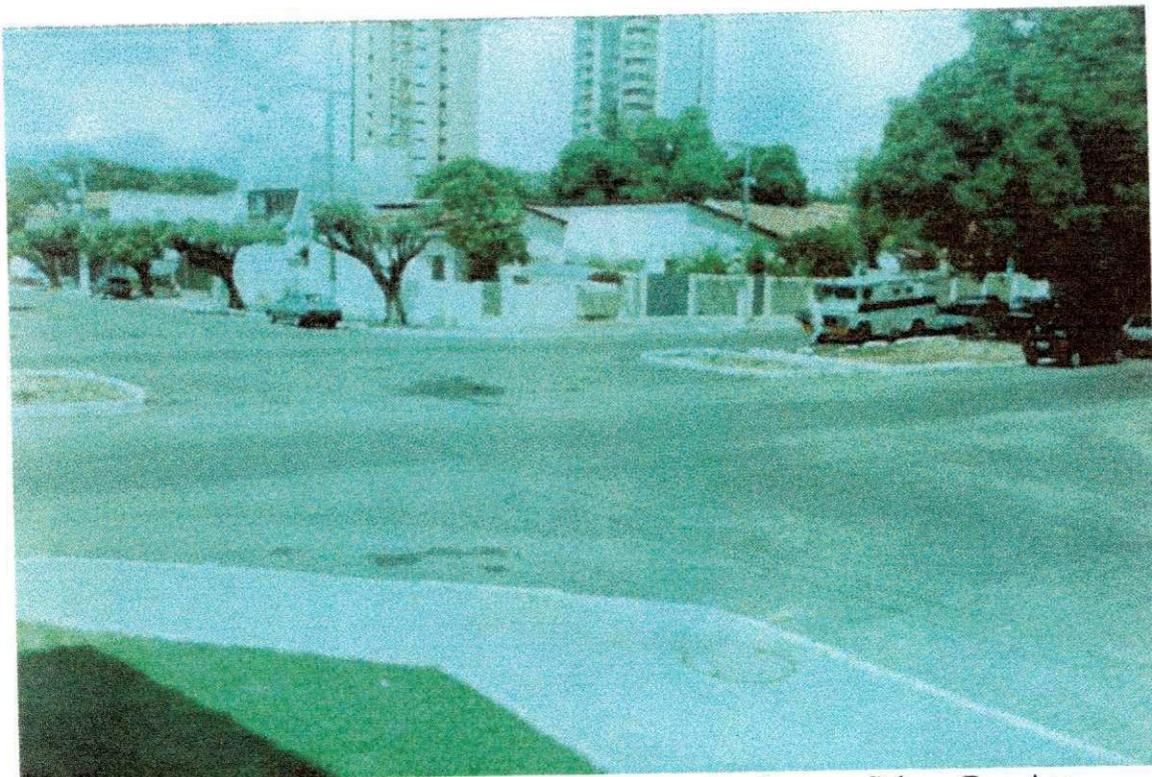
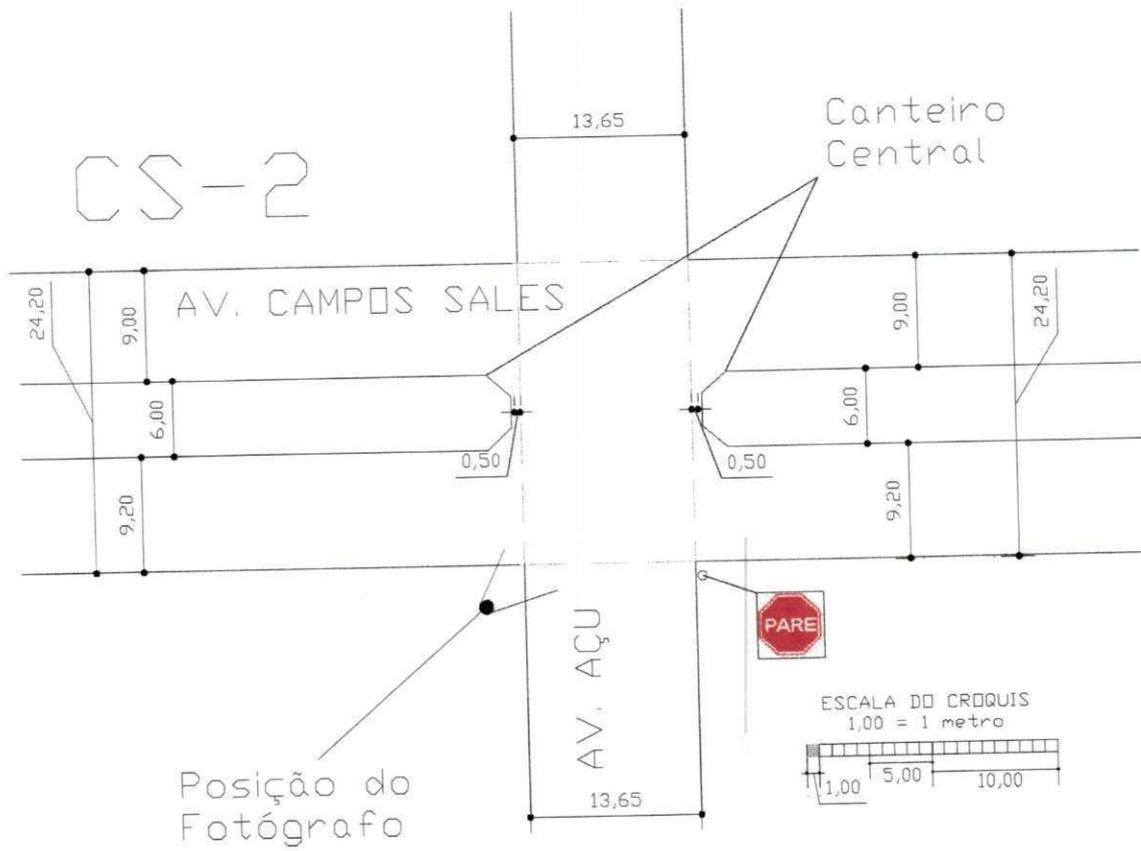


FIGURA 7.5 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Campos Sales x Rua Açú

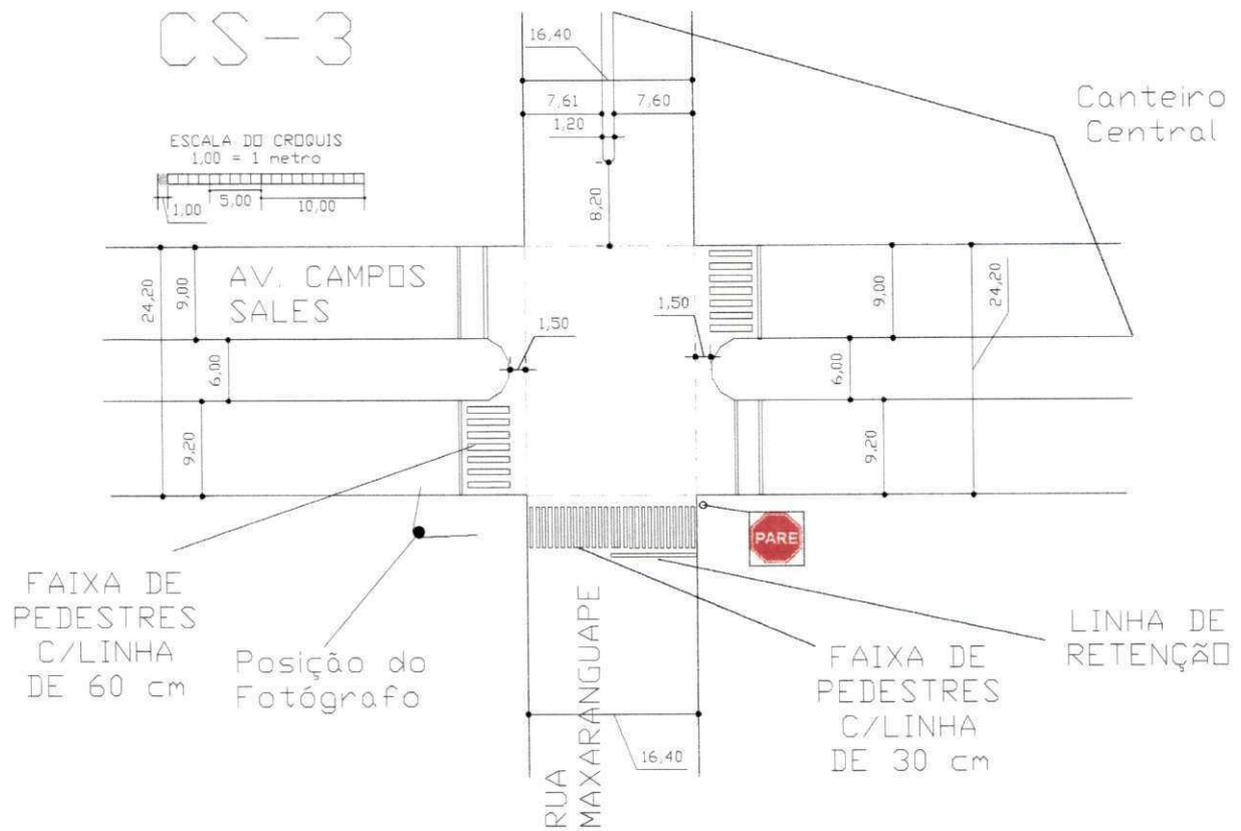


FIGURA 7.6 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Campos Sales x Rua Maxaranguape

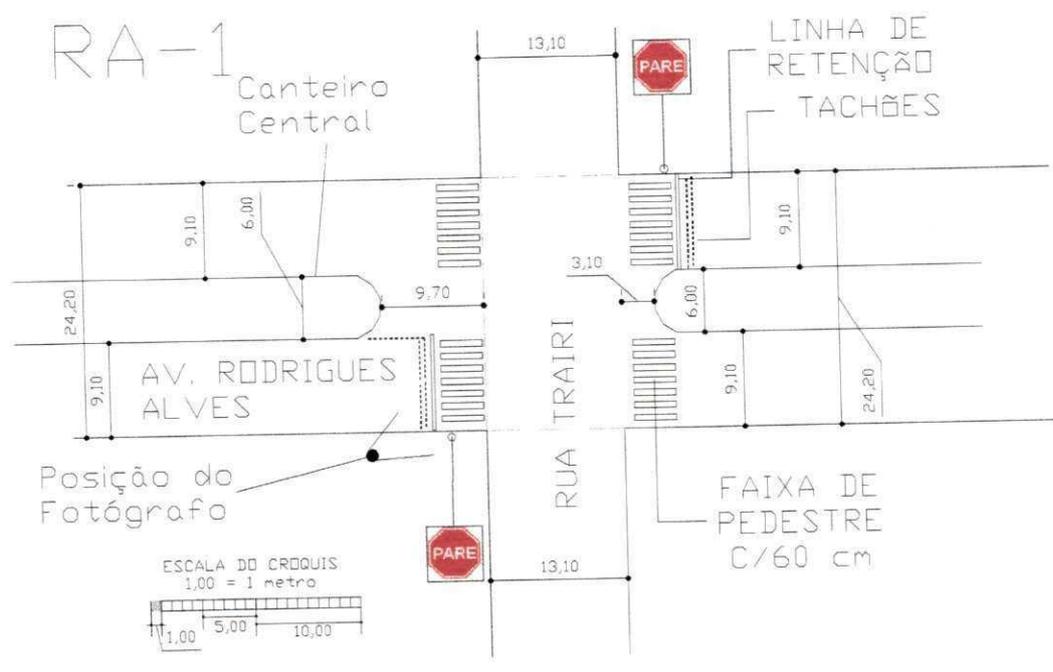


FIGURA 7.7 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Rodrigues Alves x Rua Trairi

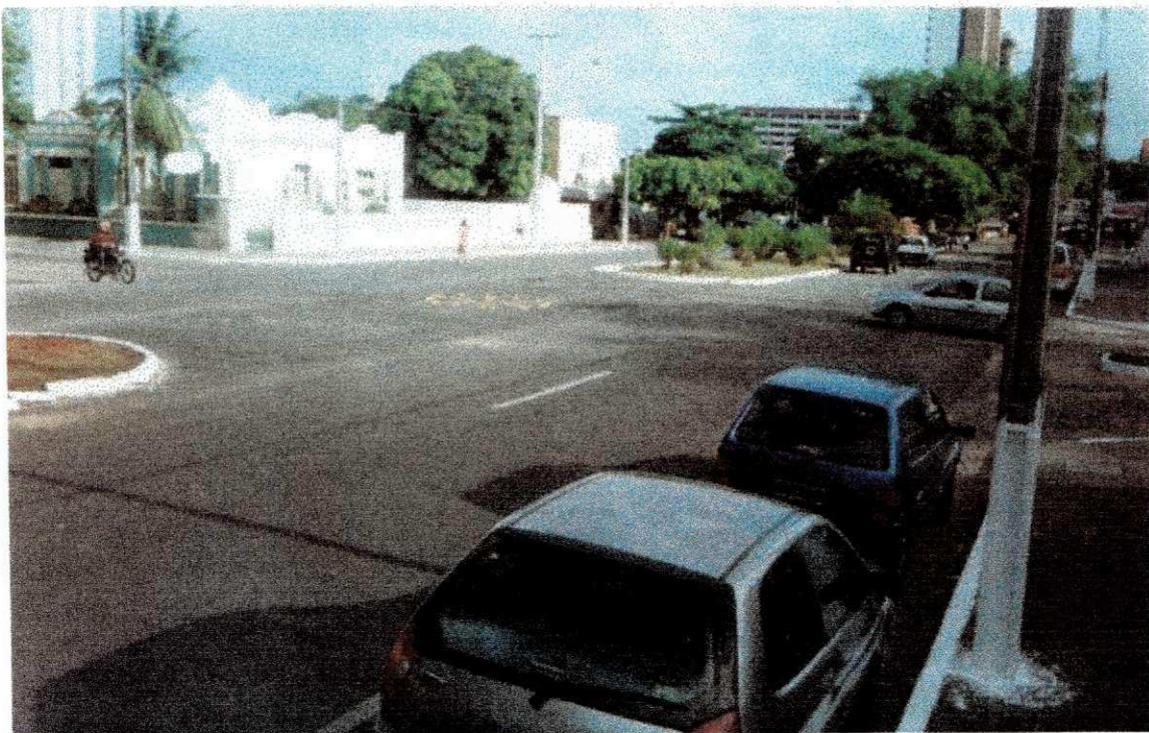
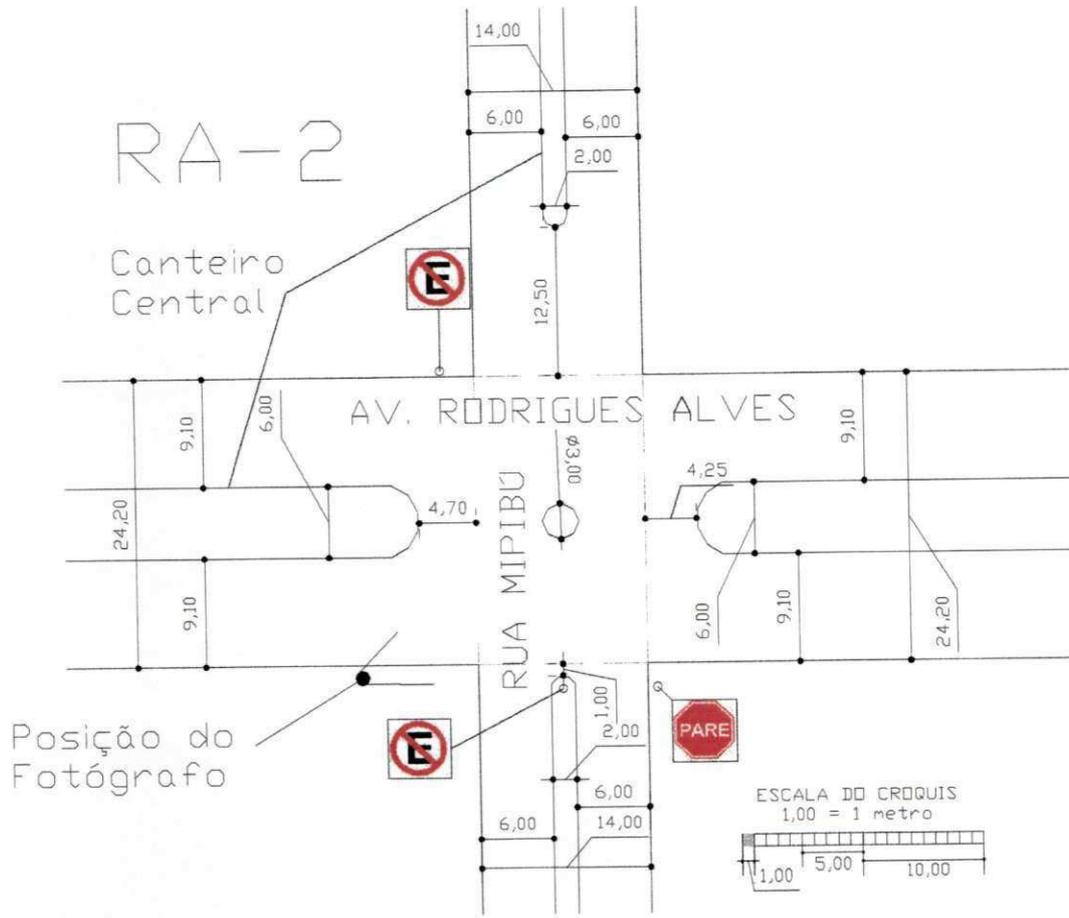


FIGURA 7.8 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Rodrigues Alves x Rua Mipibú

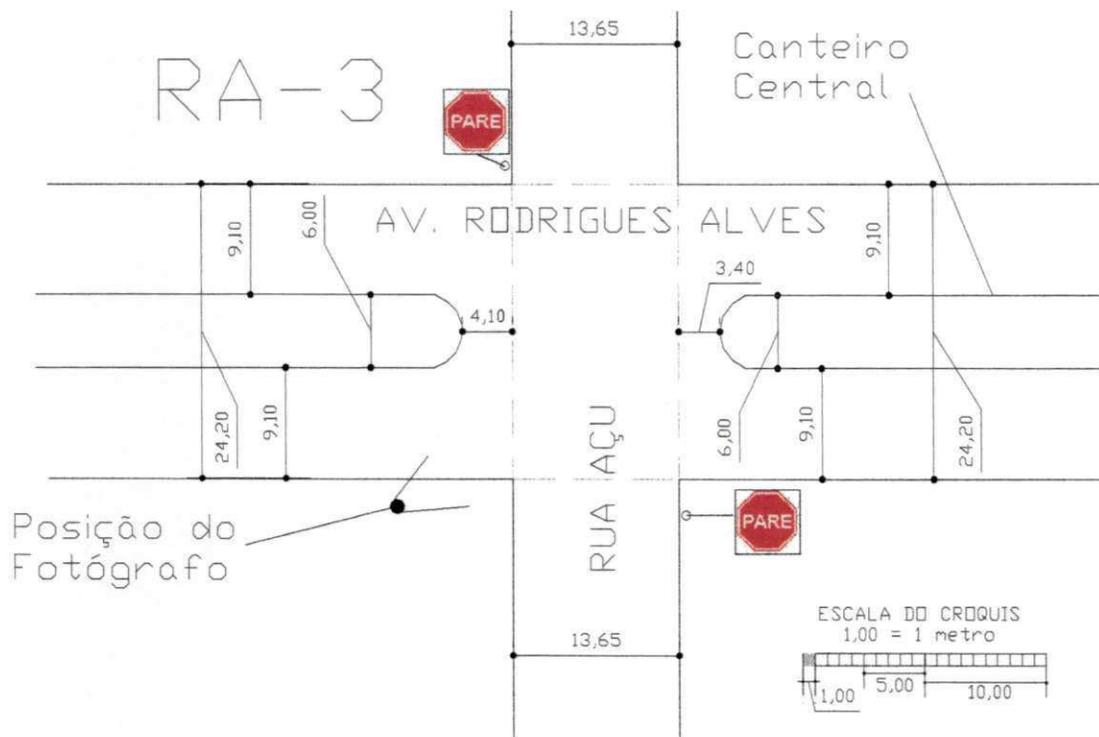


FIGURA 7.9 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Rodrigues Alves x Rua Açú

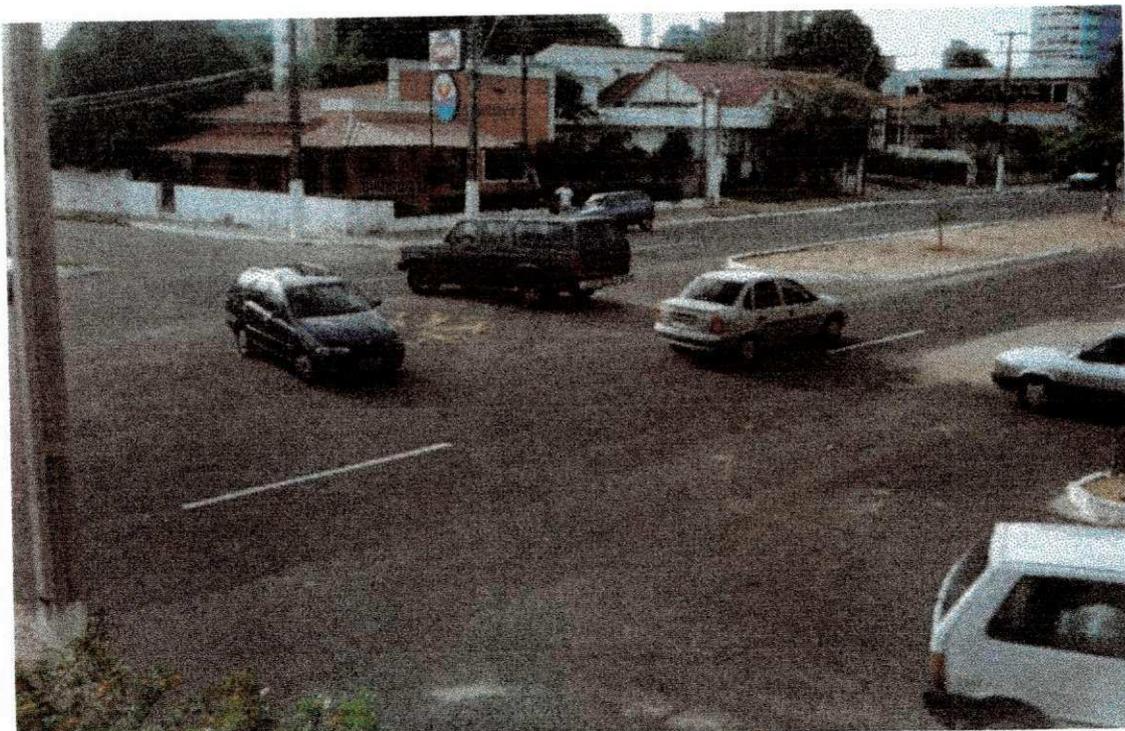
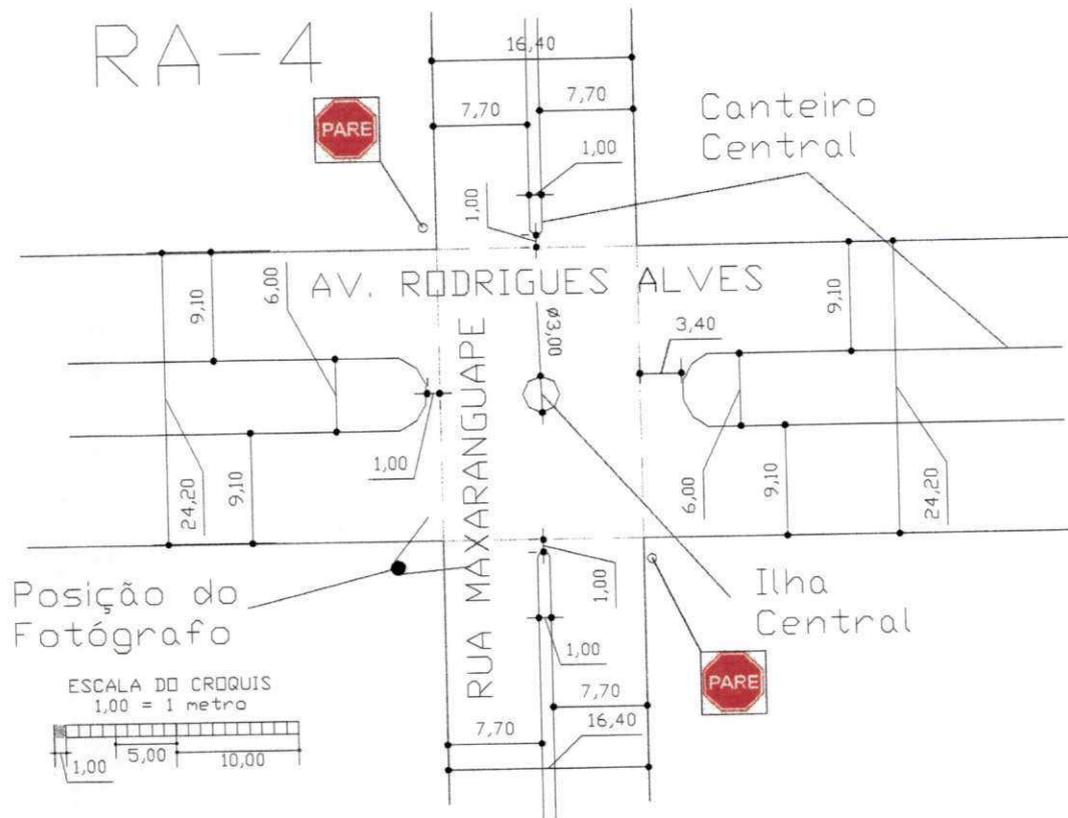


FIGURA 7.10 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Rodrigues Alves x Rua Maxaranguape

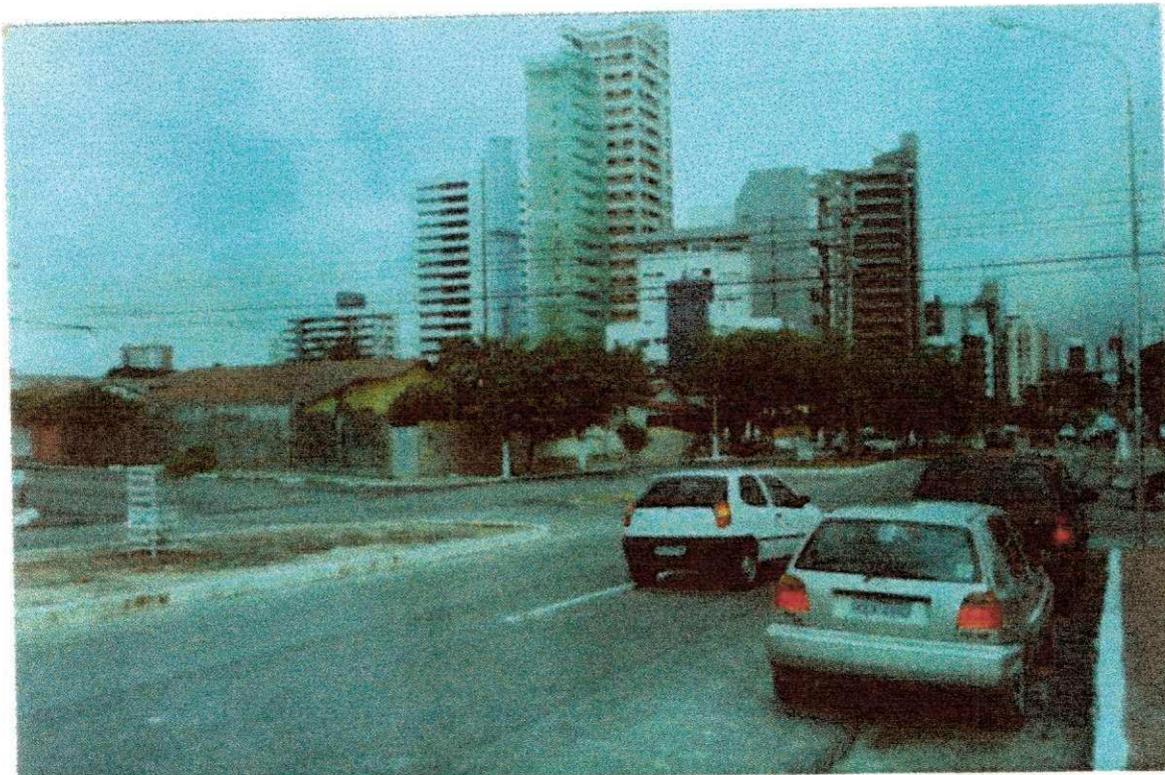
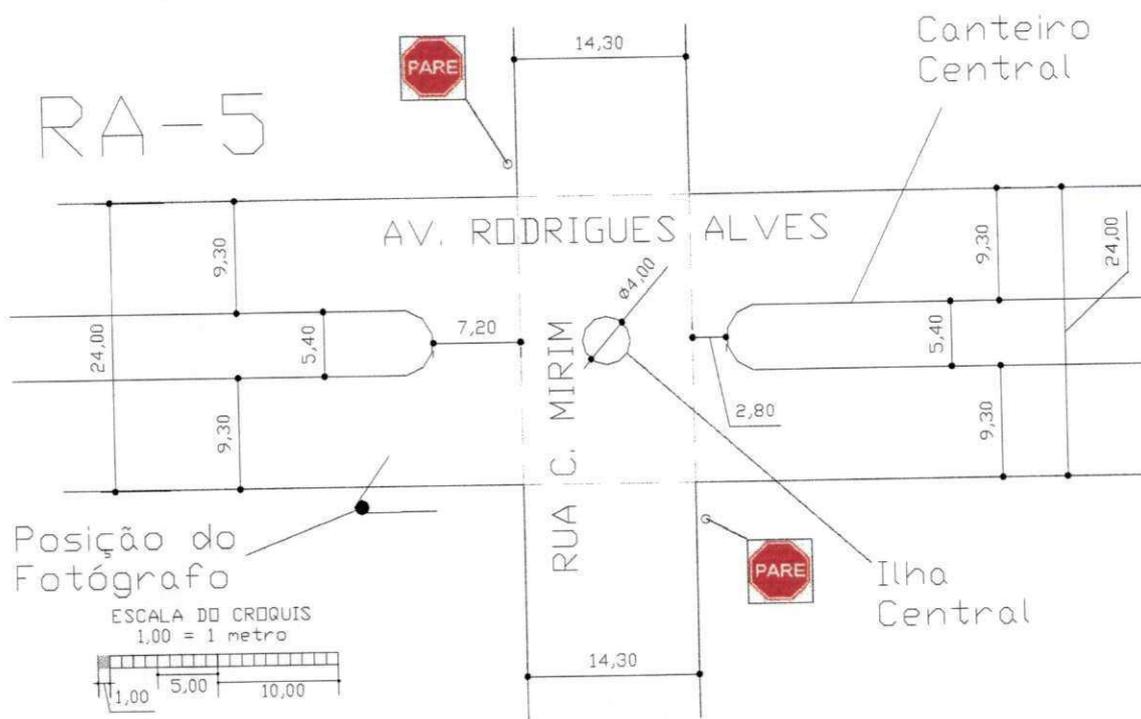


FIGURA 7.11 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Rodrigues Alves x Rua Ceará Mirim

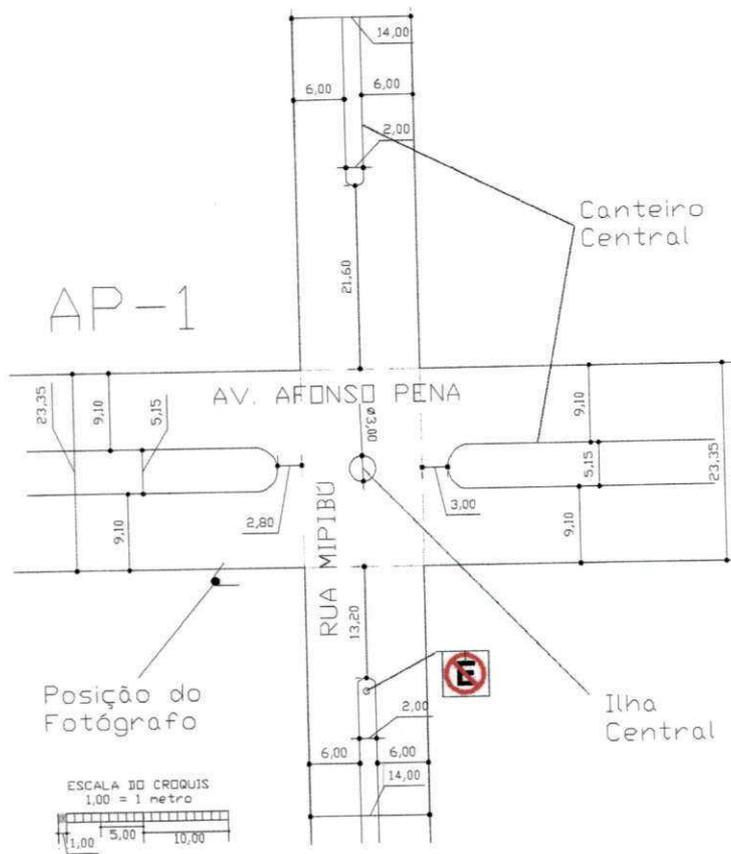


FIGURA 7.12 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Afonso Pena x Rua Mipibú

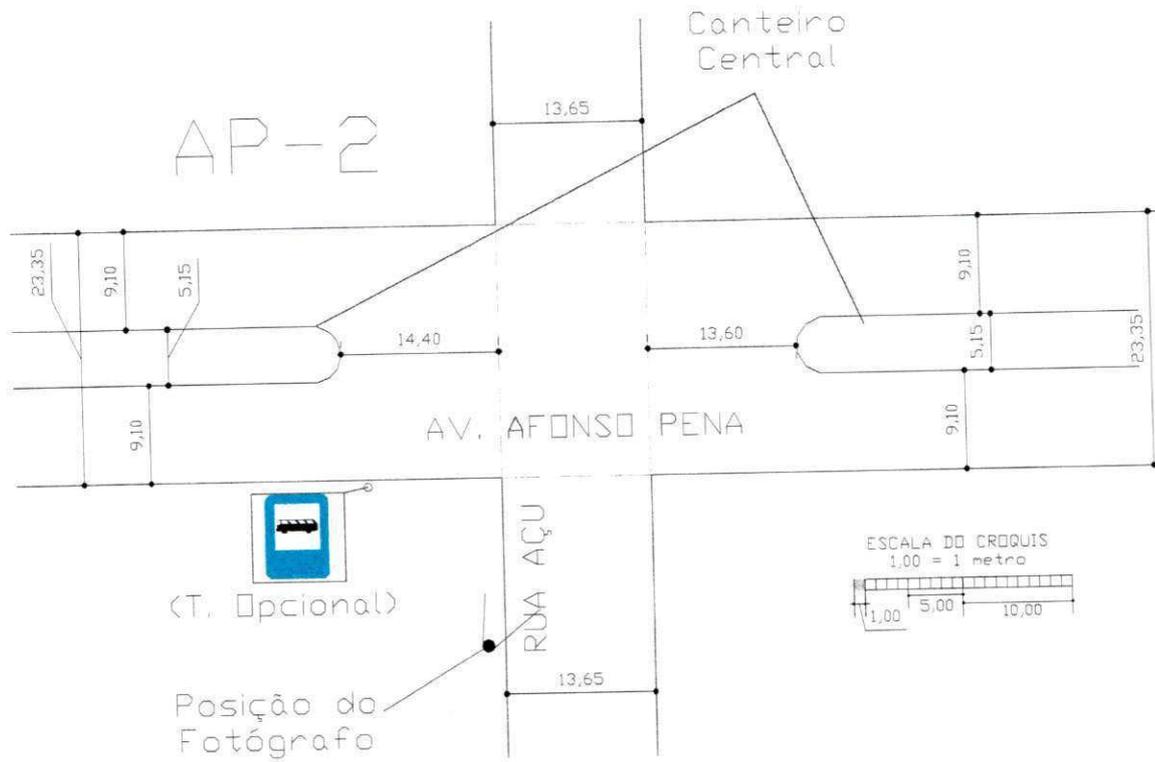


FIGURA 7.13 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Afonso Pena x Rua Açú

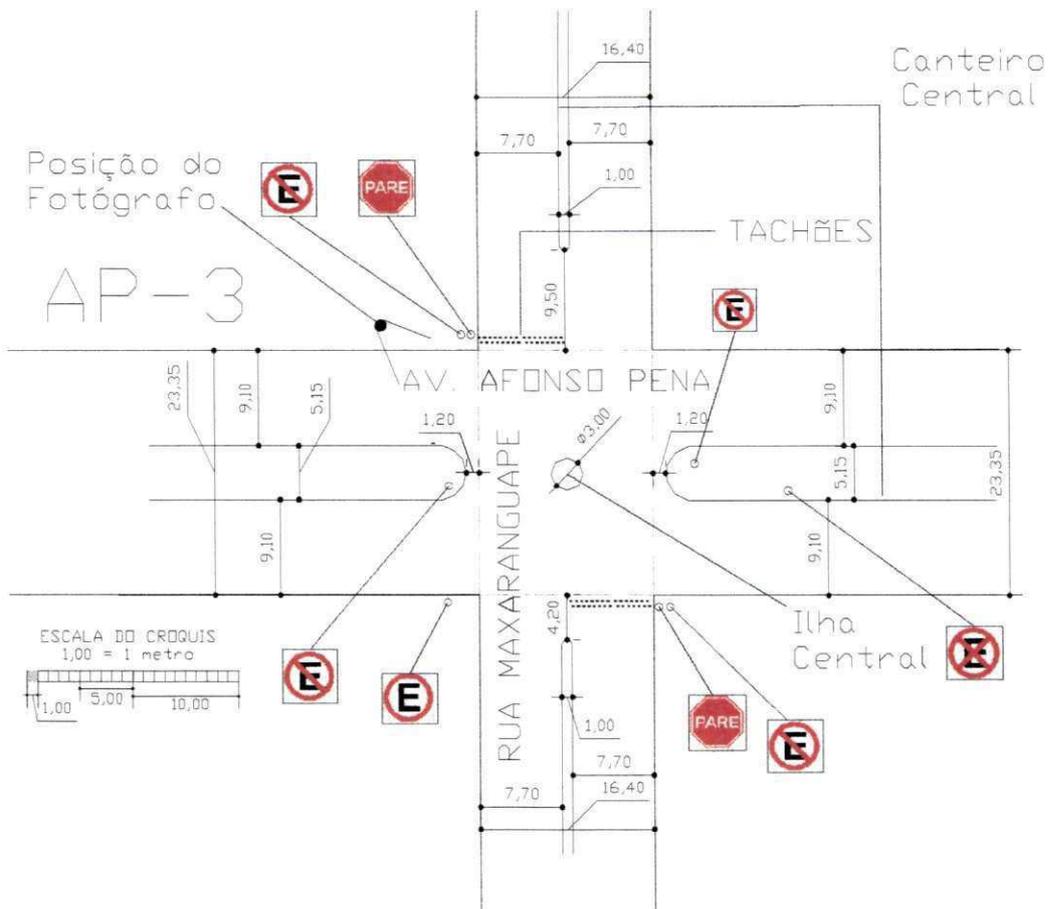


FIGURA 7.14 – Croquis e Foto da Interseção: Av. Afonso Pena x Rua Maxaranguape

7.4. Características de Tráfego

A coleta das informações referentes às características de tráfego das interseções selecionadas foi obtida *in loco*, conforme relatado no item 6.6. O Quadro 7.2 apresenta os dados resultantes das contagens volumétricas realizadas nas 14 interseções selecionadas. Os valores apresentados no Quadro 7.2 estão convertidos em UCP e estratificados em intervalos de 15 minutos. O citado quadro informa também o volume de tráfego no horário de pico da interseção e o percentual de automóveis no fluxo de tráfego das interseções, entre outras informações.

QUADRO 7.2 – Volumes de Tráfego das Interseções Seleccionadas

Intervalo		CONTAGEM VOLUMÉTRICA (em UCP)														
Início	Término	FP-1	FP-2	FP-3	CS-1	CS-2	CS-3	RA-1	RA-2	RA-3	RA-4	RA-5	AP-1	AP-2	AP-3	Total
11:00	11:15	136	258	130	139	198	162	142	146	187	254	296	216	304	340	2908
11:15	11:30	139	282	143	162	187	191	158	156	200	248	291	245	273	314	2989
11:30	11:45	118	340	151	181	171	194	164	177	194	280	343	253	356	344	3267
11:45	12:00	140	316	128	189	193	185	158	168	213	268	355	271	331	373	3287
12:00	12:15	149	310	157	189	194	210	223	198	269	314	398	274	362	442	3690
12:15	12:30	101	242	124	154	183	160	188	182	207	268	372	251	330	379	3141
12:30	12:45	69	206	87	146	173	163	173	144	157	215	252	217	259	345	2605
12:45	13:00	107	243	97	155	158	194	187	143	183	244	321	218	293	354	2898
Horário de Pico		11:15/ 12:15	11:15/ 12:15	11:15/ 12:15	11:15/ 12:15	11:00/ 12:00	11:15/ 12:15	12:00/ 13:00	11:30/ 12:30	11:30/ 12:30	11:30/ 12:30	11:30/ 12:30	11:30/ 12:30	11:30/ 12:30	11:45/ 12:45	11:30/ 12:30
Automóveis (%)		88,7	88,0	87,9	91,6	91,5	92,9	90,2	91,7	93,5	93,2	92,0	93,5	94,0	93,2	
11:30 às 12:30 (UCP)		508	1208	560	713	742	749	733	725	884	1130	1468	1048	1379	1538	
Volume no Pico (UCP)		546	1248	580	720	749	780	772	725	884	1130	1468	1048	1379	1539	

Legenda:

FP-1: Av. Floriano Peixoto X Rua Scridó

FP-2: Av. Floriano Peixoto X Rua Potengy

FP-3: Av. Floriano Peixoto X Rua Mipibú

CS-1: Av. Campos Sales X Rua Mipibú

CS-2: Av. Campos Sales X Rua Açú

CS-3: Av. Campos Sales X Rua Maxaranguape

RA-1: Av. Rodrigues Alves X Rua Trairi

RA-2: Av. Rodrigues Alves X Rua Mipibú

RA-3: Av. Rodrigues Alves X Rua Açú

RA-4: Av. Rodrigues Alves X Rua Maxaranguape

RA-5: Av. Rodrigues Alves X Rua Ceará Mirim

AP-1: Av. Afonso Pena X Rua Mipibú

AP-2: Av. Afonso Pena X Rua Açú

AP-3: Av. Afonso Pena X Rua Maxaranguape

7.5. Acidentes de Trânsito

Os dados sobre acidentes de trânsito serão apresentados através de quadros por interseção pesquisada. Os Quadros 7.3 a 7.16 correspondem aos dados sobre acidentes de trânsito nas 14 interseções selecionadas e apresentam informações referentes ao número, à gravidade e natureza dos acidentes registrados nos períodos de 1997 a 2000.

O DETRAN–RN, órgão responsável pelo fornecimento dos dados, informou não dispor dos acidentes registrados no ano de 1996.

QUADRO 7.6 – Acidentes de Trânsito na Av. Campos Sales X Rua Mipibú

Ano	Número de Acidentes	Acidentes com Vítimas	Acidentes apenas com Danos Materiais	Número de Vítimas	Fatalidades	Natureza do Acidente				
						Choque	Colisão	Abalroamento	Capotamento	Atropelamento
1997	03		03				01	02		
1998										
1999										
2000	03	01	02	01			02			01

QUADRO 7.7 – Acidentes de Trânsito na Av. Campos Sales X Rua Açú

Ano	Número de Acidentes	Acidentes com Vítimas	Acidentes apenas com Danos Materiais	Número de Vítimas	Fatalidades	Natureza do Acidente				
						Choque	Colisão	Abalroamento	Capotamento	Atropelamento
1997										
1998										
1999										
2000	01	01		01			01			

QUADRO 7.8 – Acidentes de Trânsito na Av. Campos Sales X Rua Maxaranguape

Ano	Número de Acidentes	Acidentes com Vítimas	Acidentes apenas com Danos Materiais	Número de Vítimas	Fatalidades	Natureza do Acidente				
						Choque	Colisão	Abalroamento	Capotamento	Atropelamento
1997	02		02					02		
1998										
1999										
2000	01		01				01			

QUADRO 7.15 – Acidentes de Trânsito na Av. Afonso Pena X Rua Açú

Ano	Número de Acidentes	Acidentes com Vítimas	Acidentes apenas com Danos Materiais	Número de Vítimas	Fatalidades	Natureza do Acidente				
						Choque	Colisão	Abalroamento	Capotamento	Atropelamento
1997										
1998	02		02				01	01		
1999										
2000	02		02				02			

QUADRO 7.16 – Acidentes de Trânsito na Av. Afonso Pena X Rua Maxaranguape

Ano	Número de Acidentes	Acidentes com Vítimas	Acidentes apenas com Danos Materiais	Número de Vítimas	Fatalidades	Natureza do Acidente				
						Choque	Colisão	Abalroamento	Capotamento	Atropelamento
1997	06		06				06			
1998	03		03				03			
1999	08	01	07	02			08			
2000	05	02	03	04			05			

CAPÍTULO VIII

ANÁLISE DOS RESULTADOS

8.1. Introdução

Neste capítulo serão analisados os dados apresentados no capítulo anterior. Analisam-se as características geométricas e de tráfego das interseções selecionadas e dos acidentes de trânsito nelas registrados.

Na análise das características geométricas são comparados os elementos básicos e os princípios operacionais das interseções com ilha central e mini-rotatória. A análise das características de tráfego engloba o volume e a composição do tráfego nas interseções selecionadas. A análise dos acidentes de trânsito envolve 3 (três) etapas. Inicialmente são comparados os acidentes ocorridos nas interseções com ou sem ilha central. Em seguida, avalia-se a ilha central como elemento redutor de acidentes de trânsito. Por fim, analisa-se o impacto do novo CTB na redução dos acidentes de trânsito.

8.2. Consideração Inicial

Antes de analisar os dados apresentados no Capítulo VII, faz-se necessário esclarecer que o ano de implantação da ilha central não será considerado nas análises sobre acidentes de trânsito. Isso se faz necessário, pois a implantação de um novo elemento geométrico como uma ilha no sistema viário necessita de um certo tempo para que os motoristas e pedestres se adaptem às modificações e que o desempenho operacional fique livre das influências das alterações.

8.3. Análise das Características Geométricas

Nesta análise as interseções com ilha central serão analisadas quanto às suas características geométricas e seus princípios operacionais. A razão dessa análise

consiste em apresentar as diferenças físicas e operacionais existentes entre as interseções selecionadas operadas por prioridade com ilha central e as operadas através de mini-rotatória.

8.3.1. Elementos Físicos e Princípios Operacionais

Dentre as interseções selecionadas observa-se que todas as ilhas centrais apresentam diâmetros inferiores ou iguais a 4 (quatro) metros. A maioria das vias secundárias apresentam controle do tipo "PARE" e a largura do canteiro central das vias principais é maior ou igual ao diâmetro das ilhas centrais.

Em todas as aproximações, a trajetória dos veículos é retilínea, não sofre deflexões. Além disso, a velocidade dos veículos nas vias principais não é reduzida ao aproximar-se das interseções.

8.3.2. Ilhas de Canalização ou Mini-rotatórias?

As interseções em mini-rotatórias caracterizam-se por serem controladas pela sinalização do tipo "DÊ A PREFERÊNCIA", e operarem de acordo com a Regra da Prioridade e o Princípio da Deflexão (item 5.7).

Quanto às interseções analisadas constata-se que as ilhas centrais apresentam formatos e dimensões de mini-rotatórias, porém não operam como tais, pois o princípio da deflexão não existe, visto que o fluxo de tráfego não é deflexionado nem sua velocidade é reduzida na aproximação das vias principais. A regra da prioridade é desrespeitada, pois o tráfego na pista de circulação que gira em torno do elemento circular (ilha) não tem a preferência de passagem, pois este tem que parar em detrimento do fluxo de veículos das vias de aproximação (preferenciais). Verifica-se, também, que o controle existente nas interseções é do tipo "PARE", não aconselhável nas mini-rotatórias. Por fim, pode-se concluir que as interseções analisadas neste trabalho comprovadamente são do tipo controladas por prioridade, apesar de constarem ao centro um elemento geométrico circular (ilha) que tem por função principal a canalização do tráfego.

8.4. Análise das Características de Tráfego

Em um período de duas semanas foram feitas contagens volumétricas nas 14 interseções. Os dados obtidos nessas contagens estão expostos de forma reduzida no Quadro 7.2. A análise das características de tráfego será apresentada a seguir em três etapas. Inicialmente, expõem-se alguns números relativos ao universo das contagens volumétricas realizadas. Em seguida, investiga-se de forma comparativa o volume de tráfego nas interseções com ou sem ilha central. Por fim, analisa-se a composição do fluxo de tráfego das interseções selecionadas.

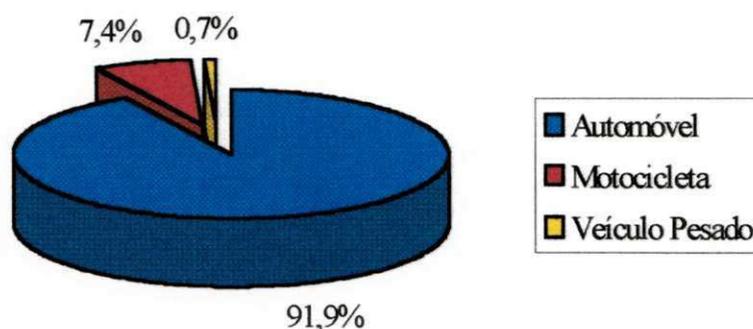
8.4.1. Análise Global das Contagens Volumétricas

As contagens volumétricas realizadas no intervalo das 11h às 13h contabilizaram 25.743 veículos, sendo:

- 23.656 automóveis;
- 1.901 motocicletas e
- 186 veículos pesados.

O Gráfico 8.1 ilustra a composição do tráfego analisado em todas as interseções.

GRÁFICO 8.1 - Composição do Fluxo de Tráfego Pesquisado

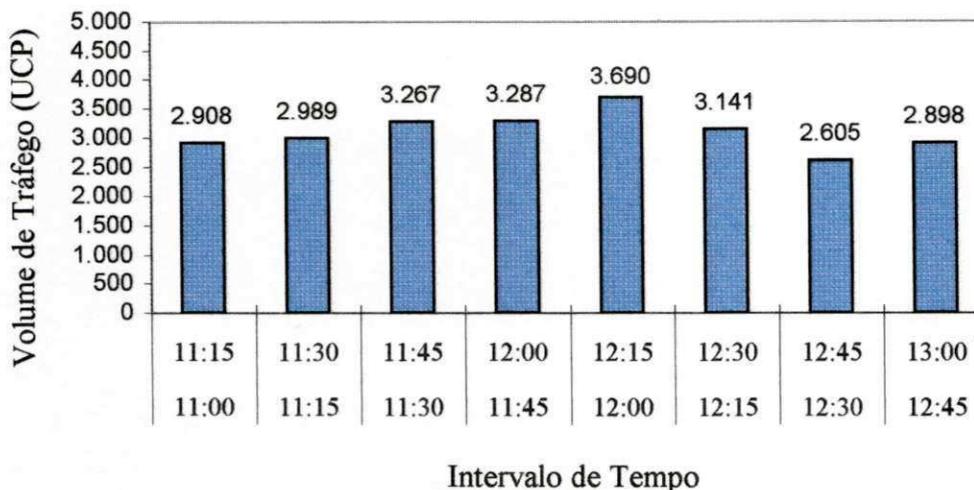


O Quadro 8.1 e o Gráfico 8.2, apresentam o somatório das contagens volumétricas nas interseções selecionadas, estratificado em intervalos de 15 minutos, observa-se que o horário de pico se concentra no intervalo das 11h30min às 12h30min.

QUADRO 8.1 – Somatório das Contagens Volumétricas nas Interseções Seleccionadas

INTERVALO		Automóvel (unid.)	Motocicleta (unid.)	Veículo Pesado (unid.)	TOTAL (UCP)	UCP/Hora
Início	Término					
11:00	11:15	2.750	267	26	2.908	
11:15	11:30	2.827	265	29	2.989	
11:30	11:45	3.091	280	33	3.267	
11:45	12:00	3.140	259	21	3.287	12.451
12:00	12:15	3.550	235	23	3.690	13.232
12:15	12:30	3.027	211	14	3.141	13.384
12:30	12:45	2.498	183	17	2.605	12.723
12:45	13:00	2.773	201	23	2.898	12.334
TOTAL		23.656	1.901	186	24.785	

GRÁFICO 8.2 – Somatório dos Volumes de Tráfego das Interseções Seleccionadas

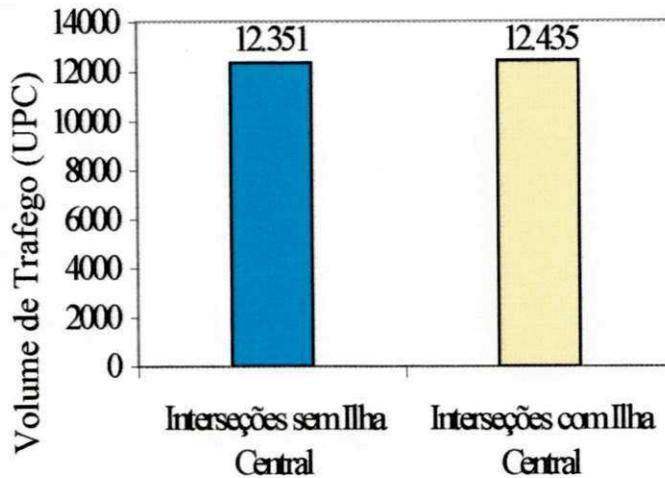


8.4.2. Volume de Tráfego nas Interseções com e sem Ilha Central

Neste estudo a amostra é composta por 14 interseções devidamente identificadas, que compreendem dois grupos: as interseções com ilha central, em número de 6 (seis) e as interseções sem ilha central que totalizam 8 (oito) interseções.

O somatório dos volumes de tráfego das interseções de ambos os grupos foi contabilizado durante o período de coleta. O resultado ilustrado no Gráfico 8.3 demonstra existir paridade entre os volumes de tráfego de ambos os grupos, visto que as interseções com ilha central apresentaram um volume de tráfego 0,68% maior que as interseções sem ilha central.

GRÁFICO 8.3 - Volume de Tráfego, por Grupo de Interseção

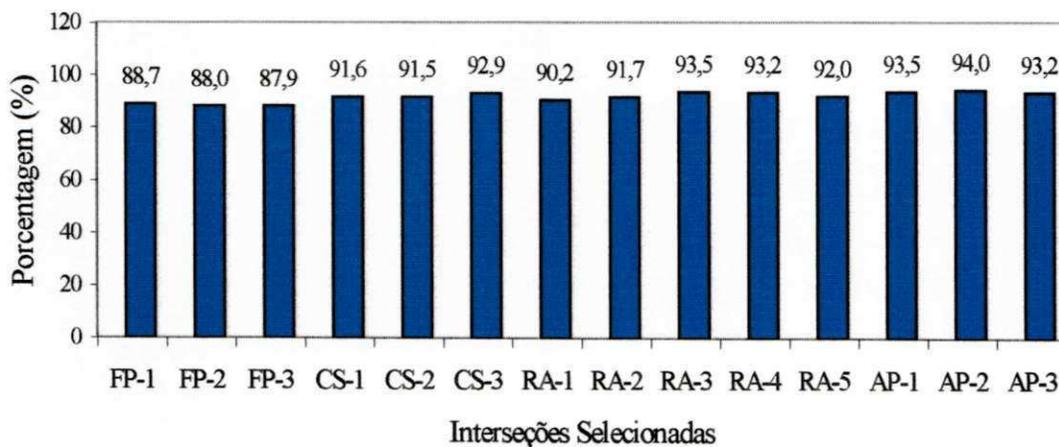


8.4.3. Composição do Tráfego

Nas análises comparativas entre interseções, as características geométricas e de tráfego devem ser similares. As características geométricas das interseções selecionadas já foram apresentadas no capítulo anterior. A seguir, pretende-se averiguar as características de tráfego, analisando a composição dos fluxos de veículos que trafegam nas interseções.

Nessa análise observou-se que a variação percentual dos automóveis no fluxo de tráfego oscila de 87,9% a 94,0%, conforme ilustra o Gráfico 8.4.

GRÁFICO 8.4 - Percentual de Automóveis na Composição do Tráfego



8.5. Análise dos Acidentes de Trânsito

Os dados sobre acidentes de trânsito estão apresentados em 14 quadros no Capítulo VII, cada quadro representa uma interseção selecionada e apresenta dados sobre o número, a gravidade e natureza dos acidentes de trânsito registrados entre os anos de 1997 e 2000. A análise dos acidentes de trânsito será apresentada em quatro fases. Primeiro, analisam-se os dados num contexto global, dando ênfase ao conjunto de informações. Em seguida, investiga-se de forma comparativa a ocorrência dos acidentes de trânsito nas interseções com ou sem ilha central. A análise da ilha central como elemento redutor dos acidentes de trânsito apresenta-se, por conseguinte. E por fim, avalia-se a eficácia do novo CTB, quanto à redução do número de acidentes de trânsito.

8.5.1. Análise Global dos Acidentes de Trânsito

Entre os anos de 1997 e 2000 foram registrados 112 acidentes de trânsito em todas as interseções selecionadas, isso corresponde a 0,40% dos acidentes de trânsito registrados no período, em Natal-RN, segundo dados do DETRAN-RN, sintetizados no Quadro 8.2.

QUADRO 8.2 – Acidentes de Trânsito Registrados

Ano	Natal*	Interseções Selecionadas*	%
1997	6.583	28	0,43
1998	7.027	15	0,21
1999	7.216	19	0,26
2000	7.249	50	0,69
TOTAL	28.075	112	0,40

* Setor de Estatística do DETRAN-RN

Nas interseções selecionadas observou-se que dos 112 acidentes registrados, 104 deles tiveram apenas danos materiais e 8 (oito) tiveram vítimas, porém, nenhuma fatalidade foi registrada. O Gráfico 8.5 ilustra os acidentes de trânsito registrados quanto à consequência.

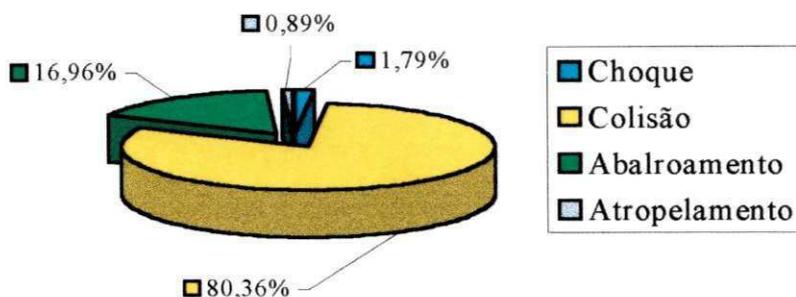


92,9%

■ Acidentes apenas com Danos Materiais

Quanto à natureza dos acidentes de trânsito, observou-se que dos 112 acidentes analisados, 90 foram do tipo colisão, 19 do tipo abalroamento, 2 (dois) do tipo choque e 1 (um) do tipo atropelamento, não havendo acidentes do tipo capotamento. O Gráfico 8.6 ilustra a composição percentual da natureza dos acidentes de trânsito registrados. Os dados sobre acidentes de trânsito ocorridos por ano, nas interseções selecionadas, estão sintetizados no Quadro 8.3

GRÁFICO 8.6 - Natureza dos Acidentes de Trânsito



QUADRO 8.3 – Acidentes de Trânsito nas Interseções Selecionadas - 1997 à 2000

Ano	Nº de Acidentes	Acid. Com Vítimas	Acid. Apenas com Danos Materiais.	Nº de Vítimas	Fatal.	Choque	Colisão	Abal.	Capot.	Atrop.
1997	28	0	28	0	0	0	17	11	0	0
1998	15	0	15	0	0	1	13	1	0	0
1999	19	1	18	2	0	1	16	2	0	0
2000	50	7	43	9	0	0	44	5	0	1
TOTAL	112	8	104	11	0	2	90	19	0	1

Analisando os acidentes de trânsito registrados ocorridos entre 1997 e 2000, constata-se que aproximadamente 60% dos acidentes analisados ocorreram em apenas 2 (duas) interseções e que metade das interseções selecionadas teve em média, menos de 1

(um) acidente de trânsito por ano. O Quadro 8.4 apresenta a quantidade dos acidentes de trânsito registrados ao ano por interseção e a totalização deles no período em análise.

QUADRO 8.4 – Número dos Acidentes de Trânsito, ao Ano, por Interseção Selecionada

Interseções Selecionadas	Legenda	Tipo de Controle	Ano					%
			1997	1998	1999	2000	Total	
Av. Floriano Peixoto x Rua Scridó	FP-1	S/Controle	0	0	2	5	7	6,25
Av. Floriano Peixoto x Rua Potengy	FP-2	PARE	9	10	9	17	45	40,18
Av. Floriano Peixoto x Rua Mipibú	FP-3	S/Controle	1	0	0	0	1	0,89
Av. Campos Sales x Rua Mipibú	CS-1	PARE	3	0	0	3	6	5,36
Av. Campos Sales x Rua Açú	CS-2	PARE	0	0	0	1	1	0,89
Av. Campos Sales x Rua Maxaranguape	CS-3	PARE	2	0	0	1	3	2,68
Av. Rodrigues Alves x Rua Trairi	RA-1	PARE	1	0	0	8	9	8,04
Av. Rodrigues Alves x Rua Mipibú	RA-2	PARE	2	0	0	0	2	1,79
Av. Rodrigues Alves x Rua Açú	RA-3	PARE	0	0	0	0	0	0,00
Av. Rodrigues Alves x Rua Maxaranguape	RA-4	PARE	2	0	0	8	10	8,93
Av. Rodrigues Alves x Rua C. Mirim	RA-5	PARE	1	0	0	0	1	0,89
Av. Afonso Pena x Rua Mipibú	AP-1	PARE	1	0	0	0	1	0,89
Av. Afonso Pena x Rua Açú	AP-2	S/Controle	0	2	0	2	4	3,57
Av. Afonso Pena x Rua Maxaranguape	AP-3	PARE	6	3	8	5	22	19,64
TOTAL			28	15	19	50	112	100,00

8.5.2. Interseções com Ilha Central X Interseções sem Ilha Central

Conforme se constatou na análise das características de tráfego, o somatório do volume de tráfego das 6 (seis) interseções com ilha central é semelhante ao somatório do volume de tráfego das 8 (oito) interseções sem ilha central.

Ciente dessa equiparidade entre os grupos de interseções realizou-se a análise comparativa entre os acidentes de trânsito registrados nas interseções com ou sem ilha central, nos anos de 1999 e 2000. No período em análise, registrou-se a ocorrência de 19 acidentes de trânsito nas interseções sem ilha central e 50 nas interseções com ilha central. Os acidentes ocorridos nas interseções sem ilha central causaram danos a 2 (duas) vítimas. Nas interseções com ilha central, 9 (nove) foram as vítimas registradas no período em análise. O Quadro 8.5 identifica as interseções e o número de acidentes de trânsito ocorridos no período em análise.

QUADRO 8.5 – Comparação dos Acidentes de Trânsito Ocorridos nas Interseções com e sem Ilha Central

Interseções Seleccionadas	Nº de Acidentes		Acid. c/ Vítimas		Nº de Vítimas	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Interseções sem Ilha Central	2	17	0	2	0	2
FP-1	2	5	0	0	0	0
FP-3	0	0	0	0	0	0
CS-2	0	1	0	1	0	1
CS-3	0	1	0	0	0	0
RA-1	0	8	0	1	0	1
RA-3	0	0	0	0	0	0
AP-1	0	0	0	0	0	0
AP-2	0	2	0	0	0	0
Somatório		19		2		2
Interseções com Ilha Central	17	33	1	5	2	7
FP-2	9	17	0	1	0	1
CS-1	0	3	0	1	0	1
RA-2	0	0	0	0	0	0
RA-4	0	8	0	1	0	1
RA-5	0	0	0	0	0	0
AP-3	8	5	1	2	2	4
Somatório		50		6		9

Analisando o Quadro 8.5 constata-se que o número de acidentes de trânsito ocorridos nas interseções com ilha central foi 163,16% maior que o apresentado nas interseções sem ilha central. Apesar de não dispor das informações quanto à gravidade das vítimas acidentadas, constata-se que a cada 9,5 acidentes de trânsito ocorridos nas interseções sem ilha central, 1 (uma) vítima é acidentada. Nas interseções com ilha central registra-se 1 (uma) vítima a cada 5,6 acidentes de trânsito. Isso demonstra que das interseções seleccionadas o grupo das interseções com ilha central é o que apresenta maiores índices de acidentes de trânsito (Quadro 8.6).

QUADRO 8.6 – Análise Relativa dos Acidentes de Trânsito

Tipo de Interseção	Nº de Interseções	Nº de Acidentes	Volume de Tráfego	Nº de Vítimas	Nº de Acidentes por Interseção	Nº de Vítimas por Interseção	Volume de Tráfego por Interseção
Com Ilha Central	6	50	12.435	9	8,33	1,50	2.072,50
Sem Ilha Central	8	19	12.351	2	2,38	0,25	1.543,88

No Quadro 8.6 verifica-se que o volume de tráfego por interseção nas interseções com ilha central é apenas 34,2% superior ao mesmo volume nas interseções sem ilha central. Entretanto, quando as taxas de acidentes são comparadas verifica-se que nas interseções com ilha central esse índice é 3,5 vezes ou 250% superior ao outro grupo de interseção. O mesmo se observa com o número de vítimas por interseção, que no caso em que existe a ilha central, a taxa é 6 vezes superior ao caso quando não há a ilha central.

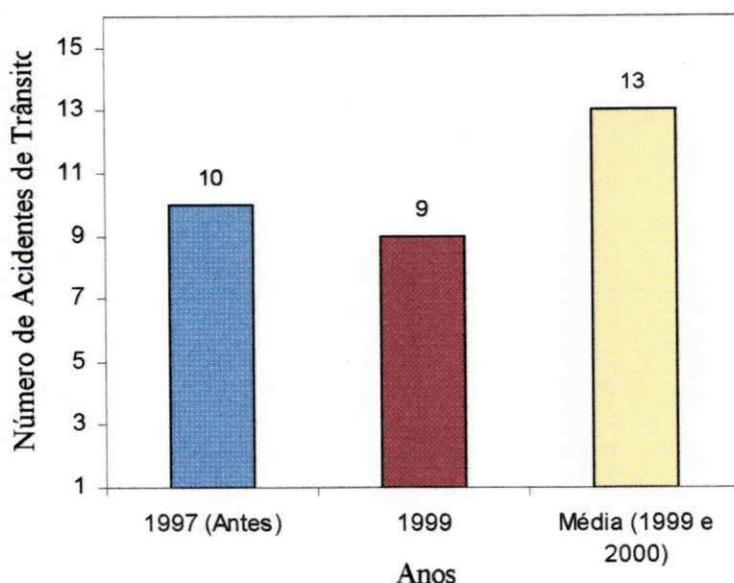
8.5.3. Antes e Depois da Implantação da Ilha Central

Nesta análise, avalia-se o número dos acidentes de trânsito registrado nas interseções selecionadas, antes e depois da implantação da ilha central. Por motivos já explicitados no item 8.2 desconsiderou-se o ano de implantação da ilha central na interseção. A análise teve uma amostra reduzida devido à não obtenção, junto ao órgão responsável, dos dados sobre acidentes de trânsito ocorridos no ano de 1996. Devido a isso, apenas 2 (duas) interseções fizeram parte desta análise, as FP-2 e RA-5.

Os dados de 1997 e 1999 demonstraram que o número de acidentes registrados reduziu em 10% com a implantação da ilha central, enquanto que em Natal-RN no mesmo período constatou-se um acréscimo de 9,62% no número de acidentes (Quadro 8.2).

Entretanto, com os dados de 2000, a ilha central deixou de ser sinônimo de segurança viária, pois se registrou um aumento de 30% no número de acidentes na comparação entre o ano de 1997 e a média dos anos de 1999 e 2000, conforme ilustra o Gráfico 8.7. Analisando os acidentes de trânsito registrados em Natal-RN (Quadro 8.2) nos mesmos anos observa-se que o aumento no número de acidentes foi de 9,87%. Portanto, inferior ao apresentado nas interseções em análise.

GRÁFICO 8.7 - Antes e Depois da Implantação da Ilha Central



Após essa avaliação verifica-se que as ilhas centrais implantadas não foram capazes de reduzir o número de acidentes de trânsito. A análise da gravidade dos acidentes não foi possível, devido ao insignificante número de acidentes com vítimas registradas (Quadro 8.5).

8.5.4. Antes e Depois da Implantação do novo CTB

A lei de nº 9.503, sancionada pelo Presidente da República em 23 de setembro de 1997, regulamenta o novo Código de Trânsito Brasileiro, que entrou em vigor no dia 23 de janeiro de 1998.

A análise que se propõe realizar tem por objetivo avaliar o impacto do novo código nos motoristas de Natal-RN especificamente os usuários das interseções selecionadas. Avaliando-se o número de acidentes de trânsito registrados antes e depois da implantação do novo código, em três momentos. No primeiro, analisa-se comparativamente o número de acidentes de trânsito entre os anos de 1997 e 1998; em seguida, utiliza-se o mesmo indicador e comparam-se o ano de 1997 e a média anual dos anos de 1998 e 1999; por fim, comparam-se os dados de 1997 com a média anual dos anos compreendidos entre 1998 e 2000.

As interseções relacionadas para esta análise devem apresentar a mesma configuração geométrica durante todo o período de análise. Assim, as interseções que tiveram ilhas centrais implantadas entre os anos de 1997 e 2000 não fizeram parte da amostra, que constou de oito (8) interseções (Quadro 8.7).

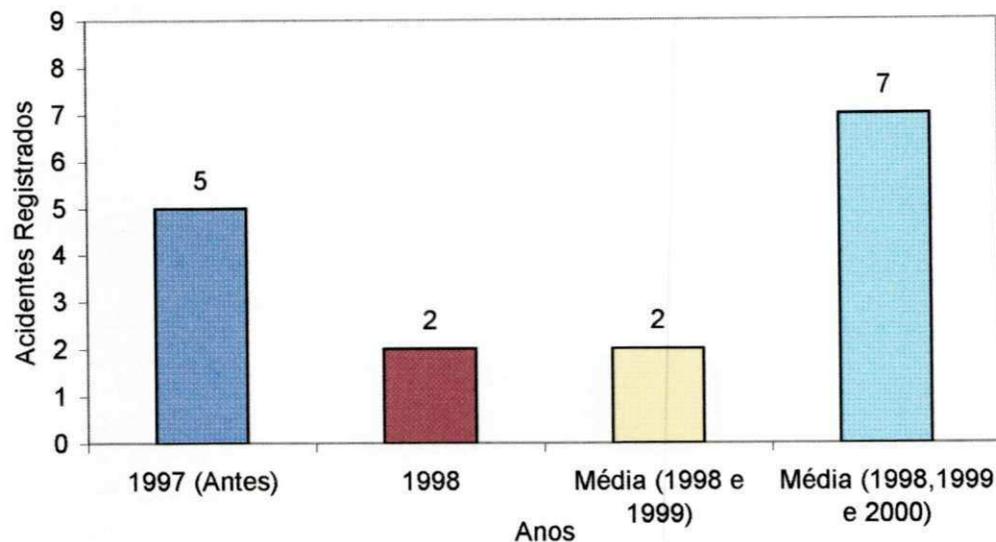
QUADRO 8.7 – Número dos Acidentes de Trânsito, ao Ano - Análise do CTB

Interseções em Análise	Legenda	Ano			
		1997	1998	1999	2000
Av. Floriano Peixoto x Rua Seridó	FP-1	0	0	2	5
Av. Floriano Peixoto x Rua Mipibú	FP-3	1	0	0	0
Av. Campos Sales x Rua Açú	CS-2	0	0	0	1
Av. Campos Sales x Rua Maxaranguape	CS-3	2	0	0	1
Av. Rodrigues Alves x Rua Trairi	RA-1	1	0	0	8
Av. Rodrigues Alves x Rua Açú	RA-3	0	0	0	0
Av. Afonso Pena x Rua Mipibú	AP-1	1	0	0	0
Av. Afonso Pena x Rua Açú	AP-2	0	2	0	2
TOTAL		5	2	2	17

Os dados demonstraram que nas interseções analisadas os acidentes de trânsito registrados reduziram sensivelmente no primeiro e no segundo ano de implantação do novo CTB. Esse fenômeno não se verificou em toda cidade, pois comparando o número de acidentes registrados na cidade (Quadro 8.2) em 1997 com os anos de 1998 e a média entre este e 1999, observa-se que ocorreu um aumento de 6,74% e 8,18%, respectivamente.

Entretanto, ao analisar um período maior de tempo, os anos de 1997 a 2000, constata-se um aumento de 40% no número de acidentes registrados nas interseções relacionadas. Em Natal-RN essa relação continuou estável, pois o crescimento dos acidentes de trânsito registrados nos anos de 1997 e a média dos anos de 1998 a 2000 ficaram em torno de 10%. O Gráfico 8.8 sintetiza os dados comentados sobre as interseções analisadas.

GRÁFICO 8.8 - Antes e Depois da Implantação do CTB nas Interseções Seleccionadas



8.6. Considerações Finais

Diante do exposto neste capítulo pôde-se constatar que:

- as interseções seleccionadas são comprovadamente controladas por prioridade com ilha central;
- a composição do fluxo de tráfego das interseções seleccionadas é relativamente homogênea;
- as ilhas centrais, implantadas nas interseções pesquisadas, não reduziram o número de acidentes de trânsito registrados nelas; pelo contrário observou-se um aumento;
- as interseções com ilha central apresentaram mais acidentes com vítimas do que as sem ilha central;
- o CTB, nos dois primeiros anos de sua implantação, revelou ser um instrumento eficaz na redução dos acidentes de trânsito; entretanto, esse desempenho não foi verificado no ano de 2000 e
- o número de acidentes de trânsito nas interseções seleccionadas aumentou em 78,57% ao comparar os anos de 1997 e 2000. Utilizando os mesmos anos em Natal-RN o crescimento dos acidentes de trânsito foi de apenas 10,17%.

Apresentado o resultado da análise dos dados, algumas considerações devem ser ressaltadas:

- no período em que se realizou a análise dos acidentes de trânsito, a frota de veículos registrados em Natal-RN cresceu 29,82%, segundo o Quadro 6.2 (RN, 2001);
- na análise dos acidentes alguns fatores não foram levados em consideração, como distância de visibilidade, velocidade do fluxo de tráfego, condições dos veículos envolvidos, características dos condutores, entre outros e
- desconsideraram-se as informações registradas nos boletins de ocorrência dos acidentes.

CAPÍTULO IX

CONCLUSÕES

9.1. Introdução

Conforme apresentado neste trabalho o acidente de trânsito consiste em um dos flagelos da humanidade devido ser a causa de morte de mais de 1 milhão de pessoas ao ano. As vítimas graves destes acidentes somam todo ano mais de 10 milhões de pessoas (THE WORLD BANK GROUP, 2001).

É notório que um acidente de trânsito não afeta apenas as vítimas mas inúmeras pessoas, familiares e amigos que sofrem junto com as vítimas. Diante disso, pode-se afirmar que são dezenas ou talvez centenas de milhões de pessoas o número de envolvidos com os acidentes de trânsito no mundo.

No Brasil, os dados oficiais sobre acidentes de trânsito não são confiáveis devido a inúmeros fatores institucionais e organizacionais. Entretanto, algumas estatísticas mostram que as ocorrências dos acidentes de trânsito no Brasil chegam a 1 milhão por ano e provocam 50.000 fatalidades (ANDRADE, 1990, *apud* ANDRADE e ANDRADE, 1999). As deseconomias geradas devido aos acidentes de trânsito no Brasil alcançam cifras de bilhões de dólares, segundo ANTP (1997), GOLD (1998) e GONDIM (1997), *apud* ANDRADE e ANDRADE (1999).

Na revisão bibliográfica, observou-se que, independente da nação, a maioria dos acidentes de trânsito ocorrem em meio urbano. O espaço urbano onde se registra o maior número destes acidentes é a interseção e suas proximidades. A pesquisa apresentada nesta dissertação analisou um tipo específico de interseção, as interseções de configuração geométrica em cruz, com ilhas centrais, controladas por prioridade.

A seguir, são apresentadas as conclusões obtidas na pesquisa.

9.2. Análise Conclusiva da Pesquisa

A pesquisa analisou 14 interseções localizadas no município do Natal-RN. Das interseções analisadas 06 (seis) apresentavam ilha central na configuração geométrica. A performance das interseções foi avaliada quanto aos acidentes de trânsito registrados no período de 1997 a 2000.

Na análise constatou-se haver homogeneidade nas características geométricas e na composição do tráfego das interseções selecionadas. Assim, a pesquisa concluiu que:

- o projeto geométrico das interseções com ilha central não provoca deflexão na trajetória dos veículos. Desse modo, as ilhas centrais implantadas nas interseções operam apenas como elementos de canalização do tráfego.
- as ilhas centrais implantadas nas interseções selecionadas não reduziram o número de acidentes de trânsito no local; ao contrário, foi verificado um aumento;
- a concepção geométrica utilizada pelo DETRAN-RN para melhorar a circulação no tráfego nas interseções estudadas mostrou-se ineficiente do ponto de vista da segurança viária e da gravidade dos acidentes;
- as interseções com ilha central apresentaram maiores índices de gravidade nos acidentes de trânsito registrados do que as interseções sem ilha central.
- o CTB, no início de sua implantação, mostrou ser um eficiente instrumento na redução dos acidentes de trânsito nas interseções selecionadas; entretanto, após o segundo ano de sua implantação, os números de acidentes de trânsito registrados aumentaram sensivelmente.

CAPÍTULO X

RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

10.1. Comentários

Neste capítulo, apresentam-se algumas sugestões para futuros estudos que abordem o tema discutido nesta dissertação. São citados assuntos que não foram explorados neste trabalho, porém importantes para a compreensão da dinâmica dos acidentes de trânsito.

Desse modo, sugere-se que os futuros estudos sobre acidentes de trânsito levem em consideração os fatores que influenciam sua ocorrência, como a distância de visibilidade, a velocidade de aproximação, a capacidade das vias, entre outros.

No tocante à coleta de dados para futuras pesquisas, sugere-se que, além das fontes ou formas de coleta apresentadas neste trabalho, sejam procuradas informações sobre acidentes de trânsito nos boletins de ocorrência deles, ou através de formulários direcionados aos populares residentes nas proximidades das interseções.

Quanto à seleção das interseções, sugere-se que o mesmo estudo apresentado neste trabalho seja elaborado com interseções do tipo rotatória que induzam a deflexão do tráfego no momento de entrada da interseção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. P. **Unidades de Carros de Passeio**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 1991.

ANDRADE, J. P.; ANDRADE, N. P. **Análise dos Acidentes de Trânsito – João Pessoa – PB**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba - Campus I, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS DETRANS. Estatísticas. Acidentes 97. Disponível em: <<http://www.abdetran.org.br/estatisticas/acidentes97/>>. Acesso em: 29 jul. 2001.

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

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, 1997. Disponível em: <<http://www.mj.gov.br/denatran/>>. Acesso em: 08 abr. 2001.

BRASIL. Ministério da Justiça. Conselho Nacional de Trânsito e Departamento Nacional de Trânsito. **Serviços de Engenharia – Manual de Semáforos**. Brasília: 1979.

BRASIL. Ministério da Justiça. Departamento Nacional de Trânsito. **Manual de Procedimentos do Sistema Nacional de Estatísticas de Acidentes de Trânsito – SINET**. Brasília: 2000. Disponível em: <<http://www.mj.gov.br/denatran/>>. Acesso em: 21 maio 2001.

BRASIL. Ministério da Justiça. Departamento Nacional de Trânsito. **Manual de Projeto de Interseções em Nível não Semaforizadas em Áreas Urbanas**. 2ª Edição. Brasília: 1991.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Comparação da Segurança de Trânsito entre Brasília e outras Capitais Brasileiras**. Brasília: 1998.

CITY OF BROOKFIELD NEWSLETTER. Brookfield, EUA: Fall, 2000. Disponível em: <http://www.brookfield.wi.us/nl_fall_00.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2001.

DELGADO, J. P. M. Mobilidade Urbana, Rede de Transporte e Segregação. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, IX, 1995, São Carlos. **Anais Volume 1**. São Carlos: Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, Nov. 1995. p.284-293.

FERRARI, C. **Curso de Planejamento Municipal Integrado - Urbanismo**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1977.

FURQUERON'S, M. Highway Page. Freeway Interchanges. Los Angeles Freeway Interchanges. Disponível em:
<<http://members.home.net/mkpl/interchange/interchange.html>>. Acesso em: 17 jul. 2001.

GOLD, P. A. **Segurança de Trânsito – Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes**. Banco Interamericano de Desenvolvimento, 1998.

HOMBURGER, W. S. **Fundamentals of Traffic Engineering**. 6ª Edição. Berkeley, EUA: Institute of Transportation and Traffic Engineering, 1966.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População: Censo 2000 – Sinopse Preliminar. Disponível em:
<<http://www1.ibge.gov.br/ibge/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>>. Acesso em: 17 jul. 2001.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Termo de Referência: Redução das Deseconomias dos Acidentes de Trânsito nos Centros Urbanos**. Brasília: 1999. Disponível em:
<[http://wbln0018.worldbank.org/LAC/LACInfoClient.nsf/29684951174975c85256735007fef12/86f77738f7bcd4c18525684f0073767a/\\$FILE/Limapres.doc](http://wbln0018.worldbank.org/LAC/LACInfoClient.nsf/29684951174975c85256735007fef12/86f77738f7bcd4c18525684f0073767a/$FILE/Limapres.doc)>. Acesso em: 23 maio 2001.

MEDEIROS, R. R. **Influência das Características Geométricas das Vias nos Acidentes de Tráfego, Estudo de Caso: BR 101 – PB**. Campina Grande, 1994. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba - Campus II.

NATAL. Prefeitura do. Natal 2015. Disponível em:
<<http://www.natal.rn.gov.br/home/>>. Acesso em 05 jul. 2001.

NORDIC ROAD & TRANSPORT RESEARCH. Linköping, Suécia: Swedish National Road and Transport Research Institute, Vol. 11, nº 1, Abr. 1999. Disponível em:
<<http://www.vti.se/Nordic/default.htm>>. Acesso em: 01 fev.2000.

O'FLAHERTY, C. A. **Highways - Volume 1 – Traffic Planning and Engineering**. 3ª Edição. London, Grã-Bretanha: Edward Arnold, 1986.

OURSTON, L.; BARED, J. G. Roundabouts: A Direct Way to Safer Highways. **Public Roads Magazine**, nº 2, Fall, 1995. p.41–48. Disponível em:
<www.tfhr.gov/pubrds/all95/p95a41.htm>. Acesso em: 12 jan. 2000.

PANITZ, M. A. **Desvendando o Fator Oculto dos Acidentes de Trânsito**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [1996?]. Disponível em:
<<http://produto2.pep.ufrj.br/abepro/enegep96/9/a9032.htm>>. Acesso em: 17 maio 2001.

PAPACOSTAS, C. S.; PREVEDOUROS, P. D. **Transportation Engineering and Planning**. 2ª Edição. Englewood Cliffs, NJ, EUA: Prentice Hall, 1993.

PIETRANTONIO, H. **Pesquisa sobre Análise de Conflitos de Tráfego em Interseções**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.

PIGNATARO, L. J. **Traffic Engineering: theory and practice**. NJ, EUA: Prentice-Hall, 1973.

POZZETTI, P. H. Acidente de Trânsito Algumas Considerações sobre sua Análise. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO, XII, 1999, Olinda. **Comunicações Técnicas**. ANTP, 1999. CD-ROM.

RAIA JÚNIOR, A. A. **Acessibilidade e Mobilidade na Estimativa de um Índice de Potencial de Viagens utilizando Redes Neurais Artificiais e Sistemas de Informações Geográficas**. São Carlos, 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

REDINGTON, T. Emergence of the modern roundabout as a reality in Vermont and its relation to Vermont urban design and development. In: 32º ANNUAL CONFERENCE OF THE CANADIAN TRANSPORTATION RESEARCH FORUM, 1997, Toronto, Canadá. Disponível em: <<http://www.pbrra.com/trafficalm.html>>. Acesso em: 12 fev. 2000.

RIO GRANDE DO NORTE. Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Norte. Estatísticas. Disponível em: <<http://www.detran.rn.gov.br/>>. Acesso em: 06 jul. 2001.

ROCHA, A. A. **Um estudo sobre Interseções Urbanas não Semaforizadas**. São Carlos, 1989. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Transportes. Companhia de Engenharia de Tráfego. **Fatos e Estatísticas de Acidentes de Trânsito em São Paulo – 2000**. São Paulo: 2000.

SARAIVA, M. **Planejamento de Transportes Urbanos**. Curso de especialização em Engenharia dos Transportes. Apostila. Recife: 1996.

TAEKRATOK, T. **Modern Roundabouts for Oregon**. Salem, OR, EUA: Oregon Department of Transportation, 1998. Disponível em:
<<http://www.odot.state.or.us/techserv/engineer/pdu/Roundabout.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2000.

THE WORLD BANK GROUP. Topics. Transport. Road & Highways. Road Safety. Road Crash Problem. Disponível em:
<<http://www.worldbank.org/html/fpd/transport/roads/safety.htm#crash>>. Acesso em: 05 jul. 2001.

TOBIAS, M. S. G. **Segurança de Trânsito em Interseções**. Belém: Universidade da Amazônia, 1999.