USP

Campus de São Carlos

APLICAÇÃO DA TÉCNICA SUECA DE ANÁLISE DE CONFLITOS DE TRÁFEGO EM CRUZAMENTOS CRÍTICOS DA CIDADE DE SÃO CARLOS

RICARDO LUIZ MEDEIROS MEIRELLES

ORIENTADOR: PROF. TITULAR ANTONIO CLÓVIS PINTO FERRAZ

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
ÁREA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TRANSPORTES

APLICAÇÃO DA TÉCNICA SUECA DE ANÁLISE DE CONFLITOS DE TRÁFEGO EM CRUZAMENTOS CRÍTICOS DA CIDADE DE SÃO CARLOS

EESC - USP
Biblioteca
CAMPUS DE S. CARLOS

Eng. Ricardo Luiz Medeiros Meirelles

Orientador: Prof. Dr. Antonio Clóvis Pinto Ferraz

Serviço de Pós-Gradução EESC/USP
EXEMPLAR REVISADO
Data de entrada no Serviço: 11/07/03
Ass.:

Dissertação desenvolvida em Programa de Mestrado junto a Área de Pós-graduação em Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

São Carlos
2003

DEDALUS - Acervo - EESC
31100043543

Class. TESE-EESC
Cutt. 3499
Tombo T222/03
Sysno 1325715

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC/USP

M514a

Meirelles, Ricardo Luiz Medeiros
Aplicação da técnica sueca de análise de conflitos de tráfego em cruzamentos críticos da cidade de São Carlos / Ricardo Luiz Medeiros Meirelles. -- São Carlos, 2003.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2003.
Área: Transportes.
Orientador: Prof. Dr. Antonio Clóvis Pinto Ferraz.

1. Conflitos de tráfego . 2. Segurança viária 3. Engenharia de tráfego. 1. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **RICARDO LUIZ MEDEIROS MEIRELLES**

Dissertação defendida e julgada em 08-05-2003 perante a Comissão Julgadora:

APROVADO

Prof. Tit. **ANTÔNIO CLÓVIS PINTO FERRAZ (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

Profa. Dra. **SUELY DA PENHA SANCHES**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

aprovado

Prof. Dr. **WALTER PORTO JÚNIOR**
(Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ)

Prof. Assoc. **JOSÉ REYNALDO ANSELMO SETTI**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Transportes

Profa. Assoc. **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Caio e Nilza, minha irmã Rita, meus irmãos Caio e Celso, meu tio Ary e minha esposa Janaina.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Caio e Nilza, pela educação e formação.

À minha irmã Rita, pela orientação e incentivo nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos: Caio, pelo apoio e discussões necessários ao crescimento humano; e Celso, pelo bom humor e descontração.

Ao meu tio Ary, pelo exemplo e ensinamentos.

À minha esposa Janaina, pelo amor, dedicação, *amizade*, *companheirismo* e paciência.

Ao professor Antonio Clóvis Pinto Ferraz, pela orientação na realização deste trabalho.

Aos engenheiros Antônio da Silva Nunes e Marlene dos Reis Araújo, pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho.

A todos os colegas do "mestrado", em especial ao arquiteto Mauro Haddad, pelas conversas e companheirismo durante o trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Transportes da EESC-USP, em especial à Heloisa.

Ao engenheiro Mario Rivera Hernández, pelos ensinamentos fundamentais para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS I
LISTA DE TABELAS V
RESUMO VI
ABSTRACT VII

1. INTRODUÇÃO 01

1.1 Considerações Iniciais 01

1.2 Objetivos 05

2 SEGURANÇA VIÁRIA 06

2.1 Considerações Iniciais 06
2.2 Acidentes 10
2.2.1 Causas 10
2.2.2 Classificação 12
2.2.3 Prevenção 13
2.3 Conflitos de Tráfego 15
2.4 As Técnicas de Conflitos de Tráfego 20
2.4.1 Considerações Iniciais 20
2.4.2 Aplicações 21
2.4.3 Descrição 22
2.4.4 Vantagens 23
2.4.5 Limitações 24
2.4.6 Auditoria de Campo 24
2.4.7 Considerações Finais 25

3 A ENGENHARIA DE TRÁFEGO 27

3.1 Considerações Iniciais 27

3.2 Pontos Críticos 30

3.3 Elementos de Intervenções em Pontos Críticos 34

3.4 Medidas Moderadoras de Tráfego – *Traffic Calming* 49

3.5 Considerações Finais 51

4 A TÉCNICA SUECA DE CONFLITOS DE TRÁFEGO 50

4.1 Considerações Iniciais 50

4.1.1 Dados de Tráfego e Vias da Suécia 50

4.2 Visão Zero: Nenhum Acidente Fatal 51

4.2.1 Medidas para Diminuir os Acidentes de Trânsito 51

4.2.2 Leis e Regulamentos Importantes 54

4.3 A Técnica Sueca 56

4.3.1 Facilidades da Técnica de Conflitos 57

4.3.2 Aplicações Práticas 57

4.3.3 Coleta de Dados 58

4.3.4 Análise dos Dados 61

4.4 Considerações Finais 65

5. APLICAÇÃO DA TÉCNICA SUECA DE CONFLITOS DE TRÁFEGO 67

5.1 Considerações Iniciais 67

5.2 Interseções Estudadas 68

5.2.1 A cidade de São Carlos 68

5.2.2 Critérios para escolha das Interseções 69

5.2.3 Interseções Estudadas 69

5.3 Levantamento de Dados 72

5.4 Resultados 76

5.4.1 Interseção Avenida Getúlio Vargas x Rua Santa Filomena x Rua Padre Joaquim Botelho da Fonseca 76

5.4.2 Interseção Rua Coronel Leopoldo Prado x Avenida Grécia x Avenida Theodureto de Camargo 85

5.4.3 Dispositivo de acesso à USP na Avenida Trabalhador Sãocarlense 93

5.4.3.1 Avaliação da proposta implantada para melhorias do dispositivo de acesso à USP..... 102
5.4.4 Interseção Avenida São Carlos x Avenida Eugênio de Andrade Egas..... 107
5.4.5 Interseção Rua Miguel Petroni x Avenida Francisco Pereira Lopes..... 116
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 131
6.1 Levantamento de Dados..... 131
6.2 Quanto à utilidade do emprego da Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego..... 133
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 134
8. BIBLIOGRAFIA..... 137

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – Probabilidade de morte em atropelamentos..... 12
FIGURA 2.2 – Esquema de conflitos possíveis estudados..... 17
FIGURA 2.3 – Esquema de classificação dos conflitos de tráfego..... 17
FIGURA 3.1 – Refúgio para pedestres com sinalização noturna (tachão). Av. Bruno Ruggiero Filho..... 35
FIGURA 3.2 – Estreitamento de pista na Av. Com. Alfredo Maffei..... 36
FIGURA 3.3 – Raios de curva em interseções..... 37
FIGURA 3.4 – Via sinalizada na cidade de São Carlos..... 38
FIGURA 3.5 – Esquema de avanços de calçadas em vias..... 38
FIGURA 3.6 – Avanços de calçadas em meio de quadra para parada de ônibus..... 39
FIGURA 3.7 – Calçadão na cidade de São Carlos..... 40
FIGURA 3.8 – Faixas para adequação de velocidade..... 40
FIGURA 3.9 – Adequação do ângulo entre duas vias..... 41
FIGURA 3.10 – Semáforo em cruzamento na cidade de São Carlos..... 42
FIGURA 3.11 – Exemplos de Minirrotatórias..... 42
FIGURA 3.12 – Exemplo de Minirrotatória..... 43
FIGURA 3.13 – Faixa de pedestre iluminada..... 44
FIGURA 3.14 – Gráfico de desrespeito a velocidade na Marginal Tietê..... 44
FIGURA 3.15 – Gráfico de vítimas fatais em vias de trânsito rápido..... 45
FIGURA 3.16 – Lombada tipo II implantada na cidade de São Carlos..... 46
FIGURA 3.17 – Rotatória implantada na cidade de São Carlos..... 47
FIGURA 3.18 – Platô – Travessia Elevada..... 48
FIGURA 3.19 – Almofada..... 48
FIGURA 4.1 – Formulário padrão de registro de conflitos..... 60
FIGURA 4.2 – Esquema para cálculo de TA..... 62
FIGURA 4.3 – Ábaco para cálculo dos valores de TA e gráfico do grau Severidade dos conflitos..... 63
FIGURA 4.4 – Exemplo de classificação de conflito severo através de gráfico..... 64

FIGURA 5.1 – Mapa da cidade de São Carlos com as interseções estudadas..... 71
FIGURA 5.2 – Croquis da interseção: Av. Getúlio Vargas x R. Santa Filomena x Rua Padre Joaquim Botelho da Fonseca..... 76
FIGURA 5.3 – Volume de veículos e pedestres, no horário de pico, na interseção da Av. Getúlio Vargas x R. Santa Filomena..... 77
FIGURA 5.4 – Velocidades observadas na Av. Getúlio Vargas..... 78
FIGURA 5.5 – Diagrama de posicionamento dos Conflitos Severos da Avenida Getúlio Vargas..... 79
FIGURA 5.6 – Gráfico do Tempo de Acidente (TA) – Av. Getúlio Vargas..... 80
FIGURA 5.7 – Ordenamento viário da interseção Av. Getúlio Vargas x Rua Santa Filomena com semáforo..... 83
FIGURA 5.8 – Detalhe das propostas para a interseção Av. Getúlio Vargas x Rua Santa Filomena..... 84
FIGURA 5.9 – Croquis da interseção: Av. Grécia x R. Cel. Leopoldo Prado Av. Theodureto de Camargo..... 85
FIGURA 5.10 – Volume de veículos e pedestres na interseção: R. Cel. Leopoldo Prado x Av. Grécia..... 86
FIGURA 5.11 – Velocidades observadas na Rua Coronel Leopoldo Prado.... 87
FIGURA 5.12 – Localização e severidade dos conflitos na interseção da Rua Cel. Leopoldo Prado x Av. Theodureto de Camargo..... 88
FIGURA 5.13 – Gráfico de Tempo de Acidente (TA) da Rua Cel. Leopoldo Prado x Av. Theodureto de Camargo..... 89
FIGURA 5.14 – Movimentos possíveis propostos da interseção..... 91
FIGURA 5.15 – Croquis da interseção: Dispositivo de acesso à USP na Av. Trabalhador Sãocarlense..... 93
FIGURA 5.16 – Volume de veículos no dispositivo de acesso à USP na Av. Trabalhador Sãocarlense..... 94
FIGURA 5.17 – Volume de pedestres no horário pico no dispositivo de acesso à USP..... 94
FIGURA 5.18 – Velocidades observadas na Av. Trabalhador Sãocarlense no dispositivo de acesso à USP. Sentido: Rodoviária – Shopping Center..... 95

FIGURA 5.19 – Velocidades observadas na Av. Trabalhador Sãocarlense na rotatória de acesso a USP. Sentido: Shopping Center – Rodoviária..... 96
FIGURA 5.20 – Diagrama de posicionamento de conflitos dividido por severidade no dispositivo de acesso à USP..... 98
FIGURA 5.21 – Gráfico do Tempo de Acidente (TA) do Dispositivo de acesso a USP..... 99
FIGURA 5.22 – Segunda proposta de mudança no dispositivo de acesso à USP..... 100
FIGURA 5.23 – Terceira proposta de mudança no dispositivo de acesso à USP..... 101
FIGURA 5.24 – Gráfico das velocidades antes e depois da implantação das lombadas na Av. Trabalhador Sãocarlense. Sentido: Rodoviária – Shopping Center..... 103
FIGURA 5.25 – Gráfico das velocidade antes e depois da implantação Das lombadas na Av. Trabalhador Sãocarlense. Sentido: Shopping Center – Rodoviária..... 103
FIGURA 5.26 – Diagrama de posicionamento de conflitos dividido por severidade após implantação dos redutores de velocidade no dispositivo de acesso à USP..... 105
FIGURA 5.27 – Gráfico de Tempo de Acidente (TA) no dispositivo de acesso à USP após implantação das lombadas..... 106
FIGURA 5.28 – Figura da Interseção: Avenida São Carlos x Avenida Eugênio de Andrade Egas..... 107
FIGURA 5.29 – Volume de veículos na Avenida São Carlos x Avenida Eugênio de Andrade Egas..... 108
FIGURA 5.30 – Velocidades na Avenida São Carlos x Avenida Eugênio de Andrade Egas..... 109
FIGURA 5.31 – Diagrama das posições dos conflitos de acordo com a severidade na interseção Av. São Carlos x Av. Eugênio de Andrade Egas..... 111
FIGURA 5.32 – Gráfico de Tempo de Acidente (TA) da interseção Av. São Carlos x Av. Eugênio de Andrade Egas..... 111

FIGURA 5.33 – Proposta para melhorias no cruzamento da Av. São Carlos x Av. Eugênio de Andrade Egas..... 114
FIGURA 5.34 – Região onde está localizada a interseção Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni..... 116
FIGURA 5.35 – Interseção: Avenida Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni..... 117
FIGURA 5.36 – Volume de veículos na Rua Miguel Petroni..... 117
FIGURA 5.37 – Volume de veículos na Av. Francisco Pereira Lopes..... 118
FIGURA 5.38 – Velocidades na Av. Francisco Pereira Lopes..... 119
FIGURA 5.39 – Velocidades na Rua Miguel Petroni..... 120
FIGURA 5.40 – Diagrama de posicionamento de conflitos dividido por severidade na interseção Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni..... 121
FIGURA 5.41 – Gráfico de Tempo de Acidente (TA) da interseção Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni..... 122
FIGURA 5.42 – Primeira proposta de intervenção na interseção Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni..... 124
FIGURA 5.43 – Segunda proposta de intervenção na interseção Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni..... 126
FIGURA 5.44 – Terceira proposta de intervenção na interseção Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni..... 128
FIGURA 5.45 – Croquis do projeto da Prefeitura de São Carlos para adequação do cruzamento da Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni..... 129

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – Acidentes de Trânsito no Brasil..... 07
TABELA 2.2 – Índices de Acidentes em Áreas Urbanas..... 07
TABELA 2.3 – Quantidade de acidentes na cidade de São Paulo..... 08
TABELA 2.4 – Custos de Acidentes de Trânsito no Brasil..... 09
TABELA 2.5 – Nível de gravidade dos acidentes de trânsito em função da velocidade em pesquisas realizadas por Bumgart..... 11
TABELA 2.6 – Escala AIS (Abreviated Injury Scale) de acidentes de Trânsito..... 13
TABELA 3.1 – Periculosidade relativa de locais onde ocorrem acidentes..... 31
TABELA 5.1 – Dados Coletados: Av. Getúlio Vargas x Rua Santa Filomena.. 79
TABELA 5.2 – Dados Coletados: Rua Cel. Leopoldo Prado x Av. Grécia x Av. Theodureto de Camargo..... 88
TABELA 5.3 – Dados Coletados: Dispositivo de acesso a USP..... 97
TABELA 5.4 – Comparação dos dados coletados no Dispositivo Rotatória de acesso a USP antes e depois da implantação das lombadas..... 104
TABELA 5.5 – Dados Coletados na Avenida São Carlos x Avenida Eugênio de Andrade Egas..... 110
TABELA 5.6 – Dados Coletados na Avenida Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni..... 121
TABELA 6.1 – Dados comparativos entre as Interseções estudadas..... 131

RESUMO

MEIRELLES M. L. R. (2003). Aplicação da Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego em Cruzamentos Críticos da Cidade de São Carlos, 2003. 138p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Neste trabalho é apresentada a aplicação da Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego em 5 (cinco) interseções críticas da cidade de São Carlos. Baseado nos resultados obtidos, são propostas ações simples e de baixo custo para aumentar a segurança viária nos locais estudados. Uma das propostas foi implementada tornando possível avaliar o desempenho do cruzamento após a implantação utilizando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego. Esta implantação apresentou resultados bastante satisfatórios, proporcionando redução drástica no número e gravidade dos conflitos. A experiência na aplicação da Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego em São Carlos mostra ser a mesma uma ferramenta bastante útil para análise da segurança viária em locais críticos, sobretudo proporcionando informações fundamentais na definição de ações para reduzir os conflitos e, consequentemente, os acidentes.

Palavras-chaves: conflitos de tráfego, segurança viária, engenharia de tráfego.

ABSTRACT

Meirelles M.L.R. (2003) Application of the Swedish Technique of Traffic Conflict Analysis in Critical Crossings in the City of São Carlos, 2003. 138p. Dissertation (Mastership) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

In this work we present the Application of the Swedish Technique of Traffic Conflict Analysis in 5 (five) critical intersections in the city of São Carlos. Based on the obtained results, simple and low-cost actions are proposed in order to increase the traffic safety in the studied places. One of the proposals has been put in practice enabling the evaluation of the crossing performance after having implanted the Swedish Technique of Traffic Conflict Analysis. This implantation has presented quite satisfactory results, providing drastic reduction both in number and seriousness of the conflicts. The experience in the Application of the Swedish Technique of Traffic Conflict Analysis shows it to be a very useful tool for the traffic safety analysis in critical places, overall providing essential information in the action definition to reduce the conflicts, and consequently the accidents.

Keywords: traffic conflicts, traffic safety, traffic engineering.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

O desenvolvimento das cidades gera caminhos mais longos a serem percorridos e, consequentemente, tempos de viagens maiores. A frota de automóveis se amplia. O conjunto desses fatores vem transformando os ambientes de tráfego, tornando-os cada vez mais complexos.

A falta de segurança no trânsito, decorrente deste ambiente conflituoso, é um problema sério a ser enfrentado pela sociedade, uma vez que cada um deve desenvolver seu papel na esfera do trânsito.

Cada membro da sociedade deve ter consciência sobre seu grau de responsabilidade na segurança de trânsito. Os políticos, que direcionam as políticas de investimentos em segurança viária; os pedestres que devem exercer seus deveres; os técnicos e administradores do trânsito local, as indústrias automobilísticas, as polícias e os motoristas. HYDÉN (1987).

Isso posto, pode-se afirmar que a segurança de trânsito é um problema social que envolve cada parcela da sociedade, com suas respectivas responsabilidades. As soluções devem ser estudadas em conjunto, a fim de se obter um ambiente seguro aos usuários da via.

Segundo estatísticas do DENATRAN, em 2000 foram registrados 20.059 mortes e 358.762 feridos em acidentes de trânsito no Brasil.

O principal agente para ocorrência dos acidentes de trânsito é o fator humano, porém outros fatores também contribuem, como sinalização ineficiente, erros de projeto, falta de manutenção dos veículos, das vias e calçadas, entre outros.

Diante desses fatos, os órgão oficiais de trânsito estão atentando à necessidade de educar os motoristas e pedestres para a questão do trânsito. Essa ação, juntamente com a formação de equipes para planejamento, projeto, engenharia e controle de tráfego, gerenciamento, fiscalização e monitoramento, associado a políticas de investimento em segurança viária e a uma legislação de trânsito adequada, torna-se uma forma eficaz para redução no número e gravidade dos acidentes de trânsito, através da implantação de projetos de educação para o trânsito nos municípios brasileiros. ANDRINO (2001).

Tal medida tornou-se tão relevante que o Código de Trânsito Brasileiro, instituído pela Lei n.º 9.503 de 23 de Setembro de 1.997, apresenta em seu Capítulo VI – Da Educação para o Trânsito, seis artigos que definem as obrigações e atribuições dos componentes do Sistema Nacional de Trânsito sobre o tema.

Aspecto também essencial para redução das mortes no trânsito, as áreas técnicas devem estar em constante desenvolvimento. Destaque especial deve ser dado à Engenharia de Tráfego.

Vários estudos e o desenvolvimento de técnicas de controle de tráfego redirecionaram os estudos sobre segurança de tráfego urbano.

Nesse contexto, insere-se a Técnica Sueca de Conflitos de Tráfego, desenvolvida pelo Departamento de Engenharia e Planejamento de Tráfego da Universidade de Lund, na Suécia.

Com o crescimento desordenado da maioria das cidades brasileiras, facilmente encontram-se cruzamentos com altos índices de acidentes, causados pelos mais variados motivos.

Segundo SILVA (1999), os cruzamentos são pontos estratégicos de uma região, constituindo-se em locais de junção ou interrupção em um deslocamento, ou de opção de mudança de uma estrutura para outra. Esses nós podem se constituir como ponto nevrálgico de animação de uma região, não raro tornando-se até o resumo ou símbolo do bairro.

Percebe-se que pequenas intervenções, com baixos custos, podem reduzir o número e a gravidade de acidentes. Em outros casos são necessárias medidas corretivas mais amplas, que geram gastos elevados.

São inúmeras as medidas que podem ser realizadas para redução do número e gravidade dos acidentes. Desde a implantação de sinalização horizontal até a reconstrução do trecho ou interseção. Mudanças nos sentidos de circulação das vias e implantação de semáforo também são medidas que podem ser utilizadas.

Muitas soluções "*ideais*" para a situação em estudo não podem ser implementadas devido à falta de espaço físico ou interferências de outras infra-estruturas, legislação ambiental, etc. Nesses casos, é necessário buscar soluções possíveis de serem implantadas, mesmo que os resultados esperados estejam aquém das perspectivas iniciais.

Qualquer implantação gera um custo direto ao órgão executivo do trânsito, e um custo indireto à sociedade que pode ser compatibilizado como gasto maior de combustível, maior emissão de gases poluentes, atrasos nas viagens, estresse, etc. GOLD (1998).

Muitas vezes os resultados obtidos não se aproximam dos resultados esperados devido à falta de dados para análise da segurança do local em estudo, e também da má interpretação dos dados disponíveis.

Dessa forma, deve-se utilizar técnicas desenvolvidas para avaliação das condições críticas dos pontos de conflitos possibilitando elaborar soluções precisas para cada caso.

Para tanto, a utilização de Técnicas de Conflito de Tráfego pode ser ferramenta importante para avaliação da situação do trecho ou cruzamento, fornecendo dados mais precisos para elaboração de projetos.Essa técnica permite elaborar estudos rápidos e precisos dos locais e monitorar, quando executadas, os resultados das intervenções num curto prazo de tempo.

A importância do trabalho na aplicação e aperfeiçoamento de técnicas de conflitos de tráfego é a possibilidade de se obter resultados significativos na análise de segurança viária em locais críticos.

1.2 Objetivos

Os objetivos deste trabalho são:

1. Avaliar a segurança viária em 5 (cinco) interseções críticas do Município de São Carlos utilizando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego;

2. Elaborar propostas de Engenharia de Tráfego para melhoria da segurança viária em cada uma das interseções estudadas, baseado nos dados coletados através da aplicação da Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego;

3. Avaliar a medida de melhoria da segurança viária implantada no dispositivo de acesso à USP na Avenida Trabalhador Sãocarlense;

2 SEGURANÇA VIÁRIA

2.1 Considerações Iniciais

A segurança viária deve ser assunto prioritário em todas as esferas do trânsito.

Conforme VASCONCELLOS (1999), *"O transporte mecanizado implica pesos maiores em movimento, normalmente a velocidades mais elevadas, e consequentemente com maiores energias cinéticas em comparação à caminhada. O consumo do espaço inclui a possibilidade de conflitos físicos, que podem gerar acidentes, com conseqüências freqüentemente graves para as pessoas envolvidas. Estes acidentes são muito mais violentos e letais quando os pedestres estão envolvidos. Adicionalmente, em muitas das grandes cidades dos países em desenvolvimento a maioria dos mortos no trânsito é composta de pedestres. A conseqüência política desta situação é que algumas pessoas com acesso a veículos motorizados tem a possibilidade de ameaçar a vida das demais, mesmo sem conhecer ou desejar as conseqüências dos seus atos no trânsito. No caso da existência de impunidade – comum nos países em desenvolvimento – esta possibilidade transforma-se em direito."*

Os acidentes de trânsito são atualmente um dos grandes problemas mundiais, resultante na morte de milhares de pessoas anualmente. Outras milhares de pessoas ficam com seqüelas permanentes em conseqüência dos acidentes de trânsito.

O DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito) registrou em 2000 mais de 20.059 mortes e 358.762 feridos no trânsito do País. Considerando que há falhas no processo de registro e coleta de informações relativas a acidentes, estima-se que

estes números saltem para 500.000 feridos e 50.000 mortos no trânsito, por ano, no Brasil. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (2002).

Dessa forma, pode-se tratar a segurança viária como "guerra civil", onde as mortes no trânsito passaram a serem vistas com naturalidade.

Esta banalização das conseqüências e a falta de políticas estruturadas para redução do número e gravidade dos acidentes, coloca o Brasil entre os países mais violentos no trânsito.

Dados obtidos do DENATRAN, apresentados nas tabelas 2.1 e 2.2, mostram a situação crítica do trânsito no Brasil.

Tabela 2.1 – Acidentes de trânsito no Brasil. Fonte: DENATRAN (2000).

Evento	Quantidade
Acidentes com vítimas	286.994
Feridos	358.762
Mortos	20.049
Veículos Envolvidos	118.158

Tabela 2.2 – Índices de Acidentes em Áreas Urbanas. Fonte: DENATRAN (2000).

Cidade	Mortos/10.000 veículos
Boa Vista	16,1
Salvador	13,9
Manaus	13,2
BRASIL	**6,8**
Recife	5,5
Belo Horizonte	4,5
Curitiba	4,3
São Paulo	3,8
Nova Iorque	1,6
Tóquio	1,1

Dados históricos da CET-SP (2000) mostram a quantidade de acidentes e mortes no trânsito da cidade de São Paulo, entre 1.997 e 2.000, que são apresentados na tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Quantidade de acidentes na cidade de São Paulo. Fonte: CET-SP (2.000).

Acidentes de Trânsito	**1.997**	**1.998**	**1.999**	**2.000**
→ Sem vítimas	165.266	151.780	155.158	143.951
→ Com vítimas não pedestres	24.957	24.297	27.452	27.783
→ Atropelamentos	11.859	11.338	12.861	11.841
→ Total	202.082	178.415	195.471	183.575
Mortes provocadas pelos acidentes				
→ Ciclistas	30	29	48	39
→ Motociclistas	221	212	245	247
→ Demais ocupantes de veículos	682	455	528	466
→ Pessoas atropeladas	1.109	862	862	738
→ Total	2.042	1.558	1.683	1.490

Esses dados levam a surpreendente marca de uma pessoa morta a cada 5,9 horas no trânsito da cidade de São Paulo. CET-SP (2000).

Observa-se também que o número de pessoas mortas no trânsito devido a atropelamentos é aproximadamente 50% de todas as mortes ocorridas.

Os dados mostram uma redução significativa no número de mortos com o passar dos anos, porém os dados ainda estão longe de serem considerados dentro de padrões mundialmente aceitáveis.

Os dados do DENATRAN (2000) também mostram que a participação de pedestres no quadro geral de acidentes foi de 6% e que 50% das mortes correspondem a atropelamentos. Em complemento, infere-se desses dados que mais de 50% das vítimas fatais tinham entre 21 e 55 anos, portanto, em plena idade produtiva. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (2002).

Não se pode deixar de levar em consideração os custos envolvidos nos acidentes de trânsito.

Estima-se em bilhões de reais por ano o custo global de acidentes de trânsito no Brasil, considerando despesas com hospitais, tratamentos médicos, remédios, perdas de materiais, atendimentos aos acidentes, etc.

A tabela 2.4 apresenta os custos de acidentes de trânsito no Brasil, considerando os acidentes registrados oficialmente.

Tabela 2.4 – Custos de Acidentes de Trânsito no Brasil. Fonte: GOLD (1998).

Tipo	Rural	Urbano	Total
	Número de Acidentes		
Com vítimas	83.082	172.455	255.537
Sem vítimas	126.126	689.820	815.936
	Custo Médio (US$)		
Com Vítimas	51.500	13.580	
Sem Vítimas	15.600	1.410	
	Custo Total (US$ milhões – 1997)		
Com Vítimas	4.279	2.342	6.621
Sem Vítimas	1.967	973	2.940
Total	6.246	3.315	9.356

Segundo estudos do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), as perdas econômicas decorrentes dos acidentes de trânsito no Brasil situam-se entre 1 e 2% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional, algo entre 11,67 e 23,34 bilhões de reais/ano, valores de 2000. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (2002).

2.2 Acidentes

2.2.1 - Causas

Pode-se dizer que as causas de um acidente resumem-se ao excesso de velocidade, à embriaguez do motorista, às chuvas, à falta de sinalização, ao projeto geométrico inadequado, aos problemas físicos e psíquicos do motoristas, etc. GOLD(1998).

Na realidade, os boletins de ocorrências de acidentes de trânsito trazem dados que apenas indicam as possíveis causas do acidente. A análise é realizada através de dados observados em campo após a ocorrência do mesmo, ou seja, as verdadeiras causas, que podem ser divergentes da causa aparente, não são registradas. Em casos onde há mortes ou vítimas graves, a presença da Perícia Técnica permite uma identificação mais precisa dos fatores envolvidos da ocorrência do acidente.

GOLD (1998) aponta com muita precisão que, *dependendo do analista do acidente, as causas para o mesmo acidente podem ser distintas.* GOLD (1998) coloca o seguinte cenário bastante elucidativo:

"*Para as testemunhas, a causa deve ter sido o excesso de velocidade. Para os médicos, a influência do álcool sobre o motorista. Para o psicólogo, o baixo rendimento do condutor devido ao estado anormal de tensão. Para o perito em automóveis, foi o mal funcionamento dos freios. Um leigo, inclusive, poderia culpar os amigos do condutor por animá-lo a dirigir sob os efeitos do álcool.*"

A energia cinética dos veículos em movimento é muito maior do que uma caminhada, e a mesma aumenta proporcionalmente ao aumento da velocidade. VASCONCELLOS (1999).

Isto posto, pode-se afirmar que a velocidade é a variável comportamental de maior correlação com o risco de acidentes e com as conseqüências deles. CET-SP (2000).

Um acidente no qual as conseqüências foram graves, provavelmente as conseqüências seriam menos graves se a velocidade fosse menor.

A tabela 2.5 mostra o nível de gravidade de acidentes em função da velocidade.

Tabela 2.5 – Nível de gravidade dos acidentes de trânsito em função da velocidade em pesquisas realizadas por Bumgart. Fonte: FERRAZ (1999) et al.

Velocidade (km/h)	Tipo de obstáculo		
	Barreira Fixa	Veículo em sentido oposto com a mesma velocidade	Veículo estacionado
0	Não há	Não há	Não há
0-40	Leve	Leve	Leve
40-50	Leve	Média	Leve
50-70	Média	Grave	Leve
70-90	Grave	Grave	Leve
90-140	Grave	Grave	Média
>140	Grave	Grave	Grave

Dados da CET-SP (2000) mostram que apenas a implantação de dispositivos de fiscalização de velocidades (radares) proporcionou redução de 9% no número de acidentes fatais, em 3 anos. Esses dados apontam também que aproximadamente 50% destes acidentes são referentes à perda de controle do veículo por excesso de velocidade e choque em postes de iluminação.

A conseqüência do excesso de velocidade é ainda maior se o acidente ocorrer entre um veículo e um pedestre (atropelamento), pois o corpo humano é muito mais frágil se comparado à estrutura de um veículo.

A figura 2.1 mostra a probabilidade de morte no caso dos atropelamentos.

FIGURA 2.1 – Probabilidade de morte em atropelamentos. Fonte: CET-SP (2000).

Os atropelamentos com os veículos a 40 km/h já matam cerca de 15% das pessoas atropeladas; com velocidades de 60 km/h o percentual de mortes salta para 70% e nos atropelamentos com os veículos com velocidades superiores a 80 km/h as pessoas atropeladas não sobrevivem. CET-SP (2000).

2.2.2 - Classificação

A Polícia Militar utiliza três categorias de acidentes em seus registros: sem vítimas, com vítimas (exceto atropelamentos) e atropelamentos. No último caso pressupõe ser sempre acidente com vítima.

No Brasil não existe trabalho específico que permita classificar acidentes.

Uma forma de classificar os acidentes de trânsito é apresentada na tabela 2.6, através da escala AIS, utilizada nos Estados Unidos.

Tabela 2.6 – Escala AIS (Abreviated Injury Scale) de acidentes de trânsito. Fonte: FERRAZ (1999).

Código AIS	Nível de severidade das lesões	Tipos de lesões
1	Leve	Escoriações superficiais e lacerações da pele, queimaduras de 1º grau, pequena lesão na cabeça com dores ou tonturas leves, etc.
2	Média	Maiores escoriações e lacerações da pele, inconsciência inferior a 15 minutos, quebra ou amputação de dedos, fratura da bacia, etc.
3	Séria	Lacerações mais severas, fraturas de costelas, contusão de órgãos abdominais, fratura ou amputação das mãos, pés ou braços, inconsciência superior a 15 minutos, etc.
4	Grave	Ruptura do baço, fratura da perna, perfuração do tórax, inconsciência inferior a 24 horas, etc.
5	Crítica	Fratura da espinha com ruptura, queimaduras extensas de 2º ou 3º graus, inconsciência superior a 24 horas, etc.

2.2.3 - Prevenção

Para prevenção dos acidentes, primeiramente deve-se respeitar a sinalização e as leis de trânsito. Elas são elaboradas para permitir um trânsito seguro a todos os usuários. Especial atenção deve ser dada aos limites de velocidade e proibição do uso de drogas. FERRAZ (1999).

Reconhecer os limites e as deficiências das pessoas é fundamental para a segurança de trânsito. Não basta transitar na velocidade permitida, obedecer as regras de trânsito, etc. É necessário ter experiência para enfrentar situações críticas, como dirigir sob chuva ou neblina ou em fluxos intensos, pois podem ocorrer erros que colocam os motoristas em situações não previstas e que exigem atitudes imediatas.

Outra regra para evitar acidentes é dirigir com muita atenção e desenvolver habilidade de direção defensiva. Saber que outros motoristas ou pedestres podem não estar bem preparados para se deslocar no trânsito é de fundamental importância para que se tenha um trânsito mais seguro. FERRAZ (1999).

Cabe às autoridades de trânsito e à sociedade desenvolver programas de incentivo à redução dos acidentes, como projetos de vias bem elaborados e executados, implantação de sinalização visível e compatível com o volume de veículos e via, redação de leis e regulamentos de disciplina no trânsito, implantação de dispositivos de proteção contra impactos, entre outros. Além disso, é de fundamental importância a implantação de programas de educação (formação, informação e conscientização) para o trânsito.

Isso posto, fica evidente a responsabilidade de cada membro da sociedade em relação à segurança de trânsito.

Uma política de circulação urbana integrada deve ser implementada pelos órgãos de transporte e trânsito conforme aponta SILVA (1999), devendo contemplar, entre outros:

- Prioridade aos investimentos no fortalecimento, expansão e competitividade do transporte público ante o transporte individual;
- Prioridade à circulação de pedestres, transporte não motorizado e transporte público no sistema viário;
- Restrição ao uso do automóveis;
- Preservação de áreas verdes e do patrimônio histórico.

2.3 Conflitos de Tráfego

Os estudos de conflitos de tráfego iniciaram da necessidade de se obter dados mais rápidos e concretos que pudessem ser utilizados para avaliação de uma interseção, um trecho de via ou uma área da cidade. DOMINGUES(2001).

Os dados de acidentes disponíveis não apresentam, geralmente, as causas dos acidentes, além de muitos destes registros não condizerem com a situação atual do cruzamento, devido as alterações no uso e ocupação do solo que ocorreram com o passar dos tempos.

PERKINS & HARRIS (1968) desenvolveram o primeiro estudo sobre conflitos de tráfego, visando obter indicadores que pudessem determinar a probabilidade de ocorrência de acidentes e os principais fatores causadores. Eles identificaram situações de acidentes potenciais, às quais chamaram de "conflitos de tráfego", que eram identificados pela ação evasiva executada pelos motoristas para evitar um acidente iminente, como uma freada brusca, desvios de trajetórias ou aceleração dos veículos.

Em seguida alguns eventos foram realizados por vários países com o objetivo de agregar informações, possibilitando troca de experiências entre os técnicos envolvidos. Destacam-se a França, Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha e Suécia.

Nesses eventos chegou-se a uma definição consensual de **Conflito de Tráfego**: *"Uma situação de interação entre dois usuários da via (ou entre um usuário e o ambiente) que conduzirá necessariamente a um acidente se algum dos protagonistas não efetuar uma manobra evasiva a fim de evitá-la."* GUEDES(1995).

Considerando os estudos realizados por PERKIN e HARRIS (1968), aceita-se a hipótese da existência de uma relação entre acidentes e conflitos de tráfego.

Daí pode-se inferir que o processo de um conflito severo é quase idêntico ao de um acidente, com exceção de não ocorrerem choques. Desta forma, a redução do número e gravidade dos conflitos promove a redução e gravidade dos acidentes.

Os conflitos são resultado de uma interação entre o usuário da via, o meio ambiente e o veículo. Um conflito severo é caracterizado pelo fato de um veículo estar envolvido numa situação em que a ação evasiva necessária é geralmente a frenagem brusca, mas pode também ser desvio repentino de trajetória ou aceleração, ou ainda uma combinação destes. HYDÉN (1987).

Os conflitos de tráfego podem ser classificados em:

1. **Abalroamento Transversal**: quando envolve veículos que trafegam em direção com um ângulo de 90º, geralmente em interseções, saídas de estacionamentos, etc.;
2. **Colisão Traseira**: quando envolve veículos que trafegam no mesmo sentido, com uma situação de colisão entre a frente de um veículo com a traseira do veículo à sua frente;
3. **Colisão Frontal**: quando envolve veículos que trafegam em sentidos opostos;
4. **Abalroamento Lateral**: quando envolve veículos que trafegam no mesmo sentido e um deles inicia uma conversão à esquerda ou à direita;
5. **Com pedestres/ciclistas (Atropelamento)**: quando um pedestre/ciclista ou animal se envolve num conflito com um veículo (motorizado ou não motorizado);

A Figura 2.2 apresenta cada um dos conflitos descritos acima.

Os conflitos também podem ser classificados de acordo com a severidade, conforme mostra a Figura 2.3.

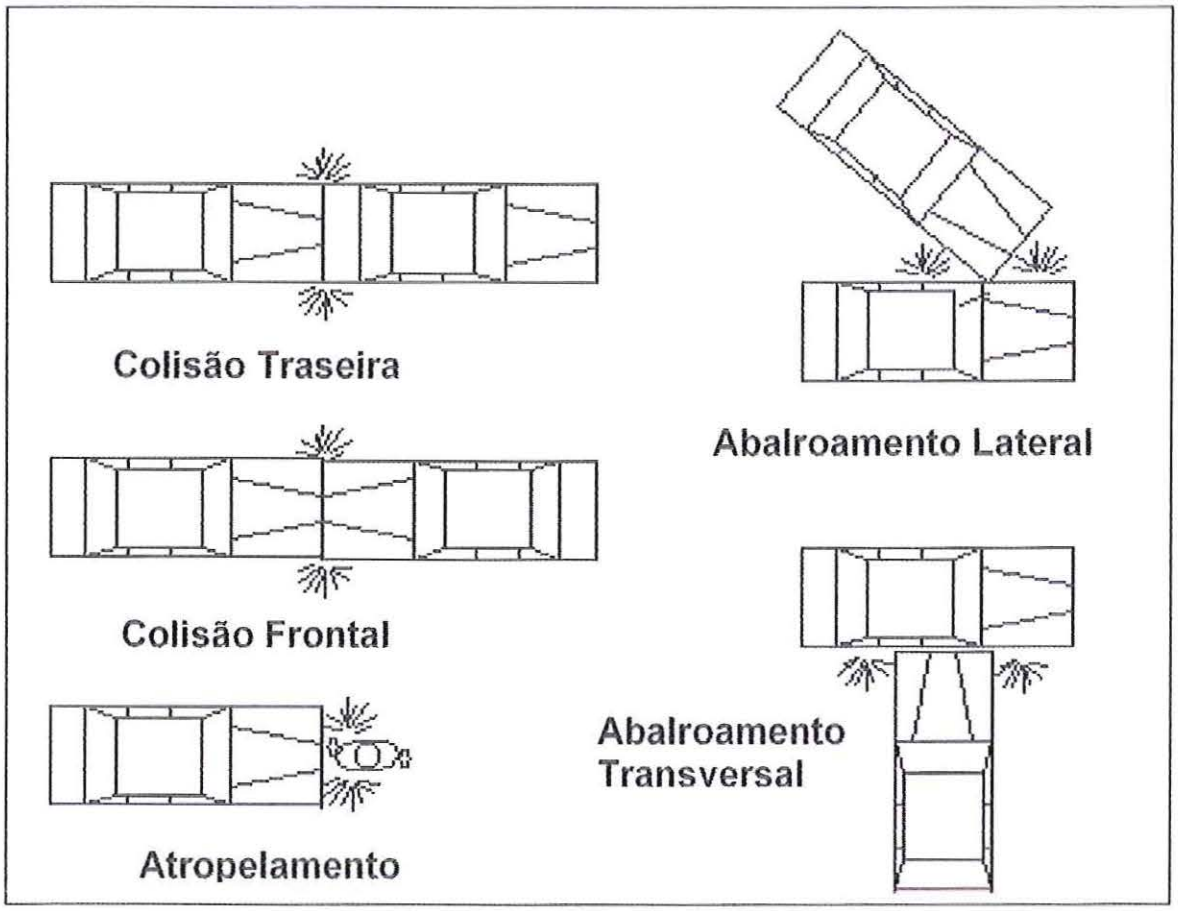


Figura 2.2 – Esquema dos conflitos possíveis ocorrer.

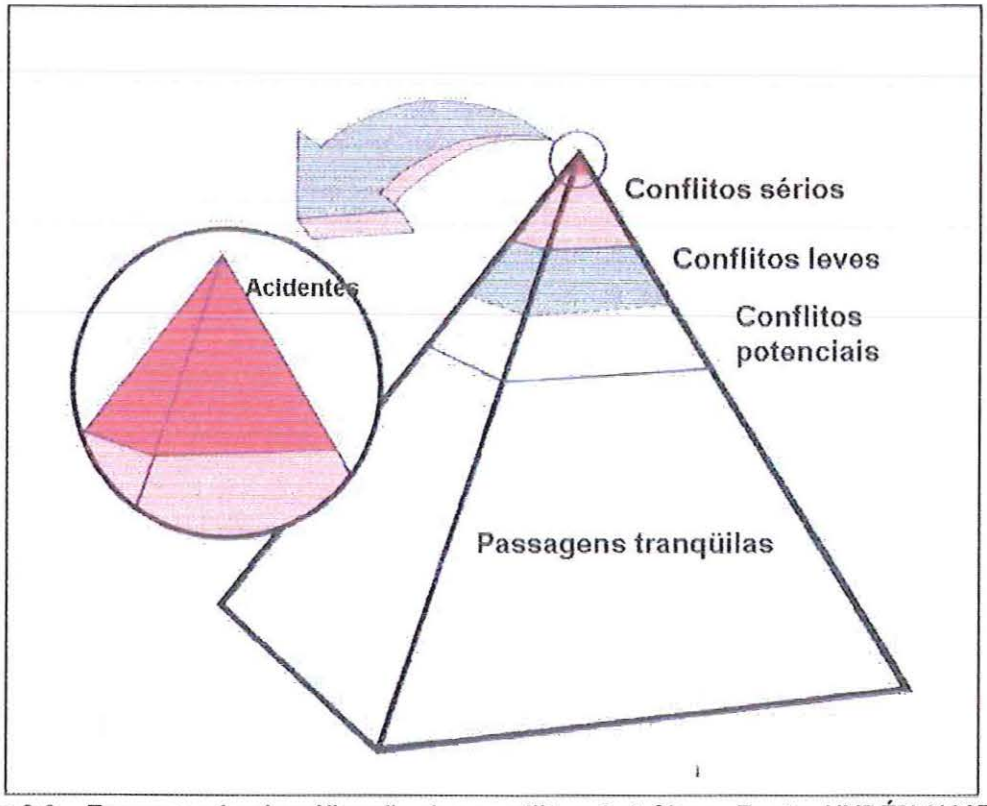


Figura 2.3 – Esquema da classificação dos conflitos de tráfego. Fonte: HYDÉN (1987).

O grau de severidade é determinado de formas diferentes para cada técnica de conflitos de tráfego. No caso da Técnica Sueca de Conflitos de Tráfego, é utilizado o parâmetro TA, Tempo de Acidente, que será definido no Item 4.

Para análise comparativa entre interseções, visando determinar prioridade de intervenções, pode-se utilizar a relação entre conflitos sérios por horas de observação em campo. O trecho que obtiver o resultado mais elevado é considerado o mais crítico.

$$CS / H = X$$

CS → Número de conflitos sérios

H → Número de horas de observações na interseção em estudo

X → Índice de comparação

Neste caso, considera-se que todos os conflitos severos, independentemente dos envolvidos, têm o mesmo peso.

Sabe-se, no entanto, que acidentes envolvendo pedestres e ciclistas possuem conseqüências mais graves aos usuários que os acidentes envolvendo dois veículos.

Desta forma pode-se determinar valores para cada tipo de conflito registrado, onde os valores maiores são adotados para conflitos envolvendo pedestres ou ciclistas.

$$(CSV + a * CSPB) / H = X$$

CSV → Número de conflitos sérios envolvendo somente veículos;

CSPB → Número de conflitos sérios envolvendo pedestres e bicicletas;

a → Coeficiente de peso para os acidentes envolvendo pedestres e bicicletas;

H → Número de horas de observações;

X → Índice de comparação;

Neste caso, o cruzamento que registrar um grande número de conflitos envolvendo pedestres ou ciclistas pode ter prioridade na intervenção por parte da administração pública.

Neste trabalho considerou-se que todos os conflitos de mesma severidade têm o mesmo peso, independentemente dos envolvidos. Para intervenções por parte dos órgãos de trânsito, deve-se adotar pesos diferenciados para cada caso, de modo a permitir avaliar mais claramente qual interseção têm prioridade de intervenção.

Não existem estudos científicos que relacionem pesos diferenciados para cada tipo de conflito e sua severidade.

2.4 As Técnicas de Conflitos de Tráfego

2.4.1 – Considerações Iniciais

As Técnicas de Conflitos de Tráfego (TCT) visam sistematizar os métodos de informações a respeito dos conflitos de tráfego, transformando-os em indicadores úteis e confiáveis para análise da periculosidade da interseção ou trecho em estudo. (DOMINGUES,2001).

Segundo MUHLRAD (1988), *uma Técnica de Conflitos de Tráfego pode ser definida como um conjunto de definições e procedimentos que permitem coletar dados de conflitos de trânsito e utilizá-los como indicadores de risco.* Compreende os seguintes elementos:

- descrição operacional dos conflitos suficientemente precisas para assegurar uma boa confiabilidade de detecção;
- definição de uma escala de severidade;
- procedimento de observação e recolhimento dos dados;
- programas de formação para observadores;
- programa de tratamento de dados;
- testes de validade da técnica;

Em combinação com outros fatores, as Técnicas de Conflitos de Tráfego produzem informações confiáveis sobre a segurança viária, num determinado local (interseção ou trecho da via).

Os dados de acidentes são a principal fonte de informações sobre segurança viária. No entanto, sabe-se que os registros dos acidentes são incompletos e pouco abrangentes, o que impede a análise técnica adequada do evento.

É fato que muitos acidentes não são registrados e as informações dos acidentes são coletadas para caracterização legal e jurídica do fato, não se atentando a finalidade técnica.

Além destes fatos, os dados de acidentes são coletados após a ocorrência do mesmo o que relata as conseqüências do fato e não a sua natureza.

As Técnicas de Conflitos de Tráfego são utilizadas como complemento à análise baseada em acidentes. Nos casos sem históricos de acidentes, constituem-se na única fonte de informações adequadas ao estudo de uma interseção ou trecho de via. DOMINGUES (2001).

OPPE (1985) observa que a análise da segurança viária deve realizada baseada no evento crítico e não no acidente. Assim, melhorar a segurança de trânsito implica em conhecer como o acidente ocorreu. As Técnicas de Conflitos de Tráfego, por exigirem a observação direta, permitem maiores informações a respeito desta questão do que os dados de acidentes.

É necessário encontrar soluções em sua totalidade e que apresentem resultados significativos de mudança de comportamento das pessoas envolvidas nos conflitos de tráfego, uma vez que os seres humanos são os elementos mais importante do processo.

2.4.2 - Aplicações

As Técnicas de Conflitos de Tráfego permitem estudar a segurança viária de uma forma relativamente simples.

Estas técnicas podem ter várias aplicações, dependendo dos estudos que se desejam realizar:

- estudos dos fatores envolvidos nos acidentes (permite a visualização das condições que o geraram);
- complemento dos dados de acidentes para avaliação de pontos críticos;
- estudos "antes" e "depois" para avaliação da implantação de medidas corretivas e/ou preventivas;
- avaliação do desempenho de motoristas.

Os dados coletados de acidentes indicam quais são os pontos críticos que devem receber intervenções viárias. Porém, estes dados podem, algumas vezes, não representar as interseções mais críticas atualmente. Tal fato deve-se as alterações no uso e ocupação do solo da região onde está localizada a interseção em estudo nos período de coleta de dados de acidentes.

A utilização das Técnicas de Conflitos de Tráfego permite determinar uma situação perigosa depois de 3 a 5 dias de estudos de conflitos de tráfego (aproximadamente 18 horas de observações), e em seguida propor soluções imediatas para eliminação/melhorias dos problemas verificados.

Desta forma, os dados obtidos estão relacionados a situação atual da ocupação e uso do solo, bem como do sistema de mobilidade do município.

O poder público tem papel importante no desenvolvimento das Técnicas de Conflitos de Tráfego apoiando os estudos, reconstruindo as interseções ou trechos após as conclusões dos estudos. Desta forma torna-se possível obter dados antes e depois da implantação do projeto e avaliar se as mudanças implantadas geraram os efeitos esperados.

2.4.3 - Descrição

Uma Técnica de Conflitos de Tráfego é um método onde a segurança e riscos não são somente descritos em termos matemáticos. Quando se estuda Engenharia de Tráfego é importante obter conhecimentos relativos à conduta humana.

As etapas na aplicação de uma Técnica de Conflitos de Tráfego podem ser resumidas conforme segue:

1. Escolha do local a ser estudado;
2. Definição dos objetivos do estudo em função das condições do local, dia e horários e outras particularidades;
3. Seleção do local onde ficará o pesquisador, de maneira que possa ver os conflitos sem influir no comportamento dos motoristas;

4. Plano de contagem de conflitos, atividade que exige grande concentração pois os pesquisadores têm de manter a atenção voltada para o tráfego;
5. Levantamento de campo dos conflitos e de outros dados (velocidade, fluxo de veículos, estacionamentos, geometria, etc.);
6. Graduação dos dados coletados segundo uma escala (tempo de acidente) e, estudo da gênese dos conflitos naquele local.

2.4.4 - Vantagens

As Técnicas de Conflitos de Tráfego são relativamente fáceis de serem utilizadas.

Após uma semana de treinamento, os técnicos já estão aptos a realizarem os levantamentos de campo. A simplicidade deste tipo de técnica é um ponto bastante importante pois podem ser utilizadas em países em desenvolvimento, onde os problemas são grandes e as equipes técnicas quase sempre escassas.

As Técnicas de Conflitos de Tráfego produzem dados mais confiáveis quando combinadas com outros estudos como, análise de acidentes, entrevistas com usuários da via, análise de velocidades, volumes de veículos e pedestres, entre outros.

Os aspectos favoráveis à sua aplicação podem ser resumidos assim:

- Facilidade de medição, rapidez e confiabilidade dos dados coletados;
- A análise dos conflitos permite a coleta de dados de um perigo potencial, enquanto que os dados de acidentes são referente a uma realização posterior, ou seja, há um caráter preventivo na utilização das Técnicas de Conflitos de Tráfego;
- São descritivas de forma a permitir uma boa compreensão das causas dos conflitos;
- Identificam os problemas operacionais e de segurança facilitando a seleção de medidas corretivas;

- As mudanças podem ser avaliadas imediatamente após cada intervenção não sendo necessário aguardar meses ou anos para obter novas estatísticas;
- Estudos de segurança podem ser realizados imediatamente em função da necessidade de diagnóstico.

2.4.5 - Limitações

As principais limitações na utilização das Técnicas de Conflitos de Tráfego são as seguintes:

- Necessidade de pesquisa em campo;
- A subjetividade envolvida na pesquisa pode comprometer seriamente o diagnóstico, razão pela qual o treinamento dos pesquisadores deve ser rigoroso;
- Contradições sobre definições de conflitos e suas subdivisões em graves, médios e leves ainda não estão perfeitamente definidas podendo ser conflitantes nos estudos;
- Qualidade dos avaliadores, independentemente do treinamento, uma vez que é necessário uma consciência dos mesmos de que levantamentos mal realizados podem comprometer toda a pesquisa;
- Falta de experiência dos pesquisadores para realização de pesquisas em campo;
- Falta de definição sobre o peso aplicado à severidade dos conflitos entre veículos e pedestres ou entre veículos, uma vez que as conseqüências, no caso de acidentes, do primeiro são muito mais críticas do que do segundo;
- Os dados de acidentes são fatos e sua correlação com os dados de conflitos ainda não foi perfeitamente definida. Para os estudos utilizando-se as Técnicas de Conflitos de Tráfego assume-se que os conflitos de tráfego possuem uma relação direta com os acidentes.

2.4.6 - Auditoria de Segurança Viária

A Auditoria da Segurança Viária é um processo prévio de avaliação criteriosa da via e de todos os seus componentes. Auxilia na identificação das possíveis deficiências no planejamento de projetos viários, sejam em projetos novos ou em

implantação ou mesmo na malha viária já existente, assegurando a seus usuários que operem de forma segura. SILVA (2002).

De acordo com NODARI & LINDAU (2001), este método tem como objetivo principal a redução da probabilidade de ocorrência de acidentes de trânsito por meio de vistorias periódicas ao trecho com foco nas questões de segurança.

A Engenharia de Tráfego sempre trata a segurança viária através do atendimento aos pontos críticos, implantando medidas corretivas. A Auditoria de Segurança Viária, bem como as Técnicas de Conflitos de Tráfego se mostram como ferramentas preventivas de segurança viária.

A aplicação da Auditoria de Segurança Viária permite outros benefícios como: redes viárias mais seguras; aprimoramento das técnicas e da experiência; redução das obras corretivas; melhoria da segurança viária e formação de uma cultura corporativa pela segurança NODARI & LINDAU (2001).

Percebe-se que existe muito em comum entre a Auditoria de Segurança Viária e as Técnicas de Conflitos de Tráfego, de tal forma que pode-se afirmar que as Técnicas de Conflitos de Tráfego são uma forma de Auditoria de Segurança Viária.

2.4.7 - Considerações Finais

Considerando que nos países em desenvolvimento os dados disponíveis são incompletos ou inexistem, impossibilitando uma avaliação precisa dos problemas de segurança no trânsito, as Técnicas de Conflitos de Tráfego tornam-se uma ferramenta bastante importante para diagnóstico da segurança viária de um local.

As Técnicas de Conflitos de Tráfego terão posição importante na linha de frente no futuro, tanto teoricamente quanto praticamente nas análises de segurança viária, pois permitem a obtenção de dados rápidos e precisos para análises localizadas.

Desenvolvimentos futuros destes métodos deverão incluir a utilização maciça de vídeos, processamento automático dos dados, entre outras inovações, que possibilitarão estudos ainda mais precisos e rápidos.

Outros métodos para avaliação da segurança viária estão sendo utilizados e apresentando resultados satisfatórios como a Auditoria de Segurança Viária.

Os dados de acidentes devem continuar sendo coletados, pois são indispensáveis como fonte de dados para análise de segurança de uma malha viária em seu contexto global.

Além disto, os índices de acidentes são empregados para análise comparativa entre diversos contextos, permitindo verificar a qualidade do trânsito de cada local (países, estados ou municípios).

3 A ENGENHARIA DE TRÁFEGO

3.1 Considerações Iniciais

Segundo a ABNT, *"Engenharia de Tráfego é a parte da Engenharia que trata do planejamento do tráfego e dos projetos das vias públicas e de suas áreas adjacentes, assim como do seu uso para fins de transportes, sob o ponto de vista da SEGURANÇA, conveniência e economia."*

Como podemos enfrentar as demandas por vias mais rápidas, com menor número de obstáculos, mas que ao mesmo tempo possam oferecer segurança e conforto aos usuários? Como projetar ou adequar vias para satisfação de todos? Cabe à Engenharia de Tráfego buscar soluções para tais questões.

A Engenharia de Tráfego é área fundamental para aumentar a segurança viária, juntamente com o esforço legal (fiscalização e punição) e a educação de trânsito.

A Engenharia de Tráfego é importante no planejamento das cidades e nos projetos dos espaços urbanos e da mobilidade.

O Planejamento refere-se ao conhecimento e análise do espaço urbano: evolução, ocupação do solo, tendências de crescimento, sistema viário disponível para políticas de transportes e trânsito, traçados das vias, etc.

Permite obter conhecimento da cidade e planejar as futuras intervenções no sistema viário, viabilizando a demanda de crescimento esperado com fluidez, segurança e ambiente de tráfego adequados.

Na área de projetos são definidas as políticas de deslocamentos (mobilidade), prioridade das vias, além de projetos específicos voltados à segurança, educação, operações de trânsito (estacionamentos rotativos, operações de carga e descarga, campanhas educativas, etc.).

Para elaboração de estudos em Engenharia de Tráfego é necessário um extenso levantamento de dados que deverão ser analisados em conjunto no sentido de se permitir uma perfeita visualização dos problemas apresentados.

Para tanto são elementos essenciais: mapa de localização das interseções em estudo e área de abrangência da interseção.

Também essencial é a descrição da circulação e dos movimentos permitidos no local, bem como volume de veículos e pedestres que executam cada um dos movimentos, sobretudo nos horários de pico onde, geralmente, os problemas de fluidez e segurança são mais acentuados.

As contagens de volumétricas de veículos devem ser classificadas, uma vez que um alto número de veículos pesados pode obrigar a tratamentos diferenciados, pois influenciam diretamente a capacidade da via ou cruzamento.

Deve-se realizar levantamentos sobre interferências na circulação de veículos e pedestres que possam contribuir para a insegurança do local, bem como da sinalização existente. Neste caso deve-se observar se a sinalização existente é suficiente, se está atendendo seu propósito e se os motoristas e pedestres estão percebendo a informação que se deseja passar.

Outros dados fundamentais para a elaboração de projetos de Engenharia de Tráfego são: levantamento do uso e ocupação do solo nas proximidades do cruzamento em análise; número e gravidade dos acidentes e neste caso os horários que os mesmos são mais freqüentes; velocidades desenvolvidas pelos veículos no local, etc.

SILVA (1999) observa que o desenvolvimento urbano e as formas de uso e ocupação do solo tem relação direta com as condições de circulação na cidade, seja a pé, seja por meios motorizados (públicos ou privados) ou não (bicicleta, tração animal, etc.).

O levantamento das velocidades é primordial ao desenvolvimento do projeto, pois, como visto, é o principal fator na gravidade dos acidentes.

Identificados os pontos críticos da cidade ou região e de posse dos dados citados, é possível direcionar as políticas de investimentos em segurança viária.

Através dos projetos de Engenharia de Tráfego pode-se reduzir drasticamente o número e a gravidade dos acidentes. Dependendo da situação e do projeto desenvolvido pode-se inclusive eliminar as ocorrências de certos tipos de acidentes.

3.2 Pontos Críticos

Define-se ponto crítico como o local que apresenta grande insegurança aos usuários da via, sobretudo naqueles onde o número de acidentes de trânsito é elevado.

Ponto crítico ou local crítico de trânsito significa uma interseção ou trecho entre interseções consecutivas que apresenta uma freqüência de acidentes excepcionalmente elevada, se comparada com as demais interseções ou trechos entre interseções da malha viária. Ministério dos Transportes (2002).

Segundo GOLD (1998), pode-se definir diferentes tipos de pontos críticos, em função do aspecto de análise:

- Pontos críticos de acidentes em geral;
- Pontos críticos de acidentes com vítimas (incluindo-se atropelamentos);
- Pontos críticos de acidentes fatais;
- Pontos críticos de atropelamentos;
- Pontos críticos de acidentes com motocicletas;
- Pontos críticos de acidentes que envolvem crianças, idosos, deficientes físicos.

As intervenções adequadas para reduzir os pontos críticos dependem da análise dos dados de campo. Locais caracterizados com o mesmo tipo de ponto crítico podem demandar diferentes.

Em alguns cruzamentos, pequenas intervenções como melhoria da sinalização, proibição de estacionamento ou conversões podem trazer resultados muito positivos na redução do número e gravidade dos acidentes.

Em outros casos é necessário a elaboração de projetos mais complexos, como levantamentos planialtimétricos, sondagens, levantamentos diversos de campo, etc.

Entre as experiências relevantes que adotaram a estratégia de análise através dos pontos ou locais críticos, destaque-se o Programa de Segurança Viária e de Trânsito de Curitiba, implementado no período de 1998/1999. Ministério dos Transportes (2002).

GOLD (1998) sugere algumas propostas para identificação dos pontos críticos de uma cidade ou região, classificando-os pelo tipo:

- Locais com maior freqüência de acidentes: pontos com maiores índices de acidentes de todos os tipos;
- Locais de maior periculosidade: pontos onde a proporção de acidentes pelo volume de veículos (índice de periculosidade) é mais acentuada.

Para realizar esta comparação entre o primeiro critério e o segundo, GOLD, (1998), elaborou a Tabela 3.1, onde apresenta-se uma inversão da prioridade dos pontos críticos.

TABELA 3.1 – Periculosidade relativa de locais onde ocorrem acidentes. Fonte: GOLD (1998).

Local n.º	Freqüência	Volume	Índice de Periculosidade	Ordem decrescente	
	(acidentes/ano)	(veículos/ano)	(Acidentes/10^5 veículos)	Freqüência	Periculosidade
1	2	10.000	20	3	1
2	20	500.000	10	2	2
3	100	2.000.000	5	1	3

- Locais de maior aumento no número de acidentes: São locais onde a taxa de freqüência de acidentes é extremamente alta, provavelmente, devido a algum tipo de alteração no uso ou ocupação do solo daquela região ou intervenção mal sucedida no cruzamento ou trecho de estudo;

- Reclamações da população: Como são sempre de pessoas que vivem o dia a dia da cidade, estão sempre passando por cruzamentos perigosos. Geralmente as reclamações são pertinentes.

Após realizado o levantamento dos principais pontos críticos existente numa determinada região, deve-se determinar prioridade de intervenções, de forma que os investimentos tenham o maior retorno à população.

Segundo GOLD (1998), os pontos críticos que apresentam os maiores índices de acidentes, ou maior número de conflitos severos, devem ser priorizados, sobretudo aquele com altos índices de atropelamentos e com presença de crianças.

Em seguida, deve-se priorizar os locais onde o índice de acidentes tem crescimento acelerado, pois a causa pode estar em alguma mudança realizada recentemente, e desta forma de fácil percepção, facilitando a elaboração do projeto corretivo. GOLD (1998).

Após estas intervenções, os investimentos devem ser aplicados em locais onde os número de conflitos é alto, motivados por um motivo comum, uma vez que um único projeto é capaz de eliminar grande parte destes acidentes ou conflitos.

Destaque especial deve ser dado ao Programa de Redução de Acidentes - PARE, do Ministério dos Transportes.

Este programa propõe e implementa o Projeto de Capacitação de Equipes de Órgãos Locais com o propósito de preparar os técnicos municipais para o tratamento adequado do acidente de trânsito. Ministério dos Transportes (2002).

A metodologia deste programa inicia-se com a identificação dos pontos críticos em termos de acidentes de trânsito, enfatizando-se a severidade das ocorrências.

Em seguida procura-se identificar os fatores contribuintes para a ocorrência dos acidentes, o que é chamado de diagnóstico. Em seguida determinam-se medidas de engenharia que possam eliminar ou reduzir os problemas diagnosticados. Estas seriam as recomendações.

Após realiza-se a seleção dos locais que proporcionam melhores retornos à segurança viária do local, ponderando-se os fatores econômicos envolvidos na implantação das medidas corretivas. Daí parte-se para a fase de elaboração dos projetos executivos da solução propostas onde são realizados os estudos de viabilidade – análise econômica. Em seguida são estabelecidas as bases para monitoramento dos resultados daquela intervenção.

3.3 Elementos de intervenções em Pontos Críticos

Muitos são os dispositivos utilizados para eliminar ou minimizar os problemas de trânsito em trechos ou cruzamentos críticos da malha viária.

As intervenções podem ser bastante simples, como implantação de sinalização, até projetos bastante complexos, como execução de viadutos ou obras de arte para adequação do cruzamento.

A seguir apresenta-se alguns dispositivos que normalmente são utilizados em Engenharia de Tráfego para intervenções em trechos e dispositivos de vias urbanas.

A. Ilhas de Canalizações de Movimentos:

Os objetivos das ilhas de canalizações são:

- Controlar os ângulos de cruzamentos de fluxos;
- Reduzir as áreas de conflitos nos cruzamentos;
- Facilitar conversões permitidas e dificultar conversões proibidas;
- Oferecer proteção para travessia de pedestres;
- Criar espaços para implantação de dispositivos de sinalização;
- Ordenar fluxos de veículos;
- Reduzir velocidades;

As ilhas podem ser basicamente de três tipos: Direcionais, Divisórias ou de Refúgio.

As ilhas direcionais são utilizadas para controlar e orientar os fluxos de veículos, enquanto que as ilhas divisórias são usadas para separar correntes de fluxos e as ilhas de refúgio servem como pontos de apoio à travessia de pedestres, conforme apresentado na Figura 3.1.

FIGURA 3.1 – Refúgios para pedestres com sinalização noturna (tachões). Av. Bruno Ruggiero Filho. São Carlos – SP.

B. Estreitamento das Faixas de Rolamento

A largura das faixas de rolamento de cada via pode determinar aumento ou redução da velocidade dos veículos.

Faixas mais estreitas, conforme apresentado na Figura 3.2, criam atritos laterais que causam maior insegurança aos motoristas quando em velocidades elevadas, proporcionando uma redução de velocidade.

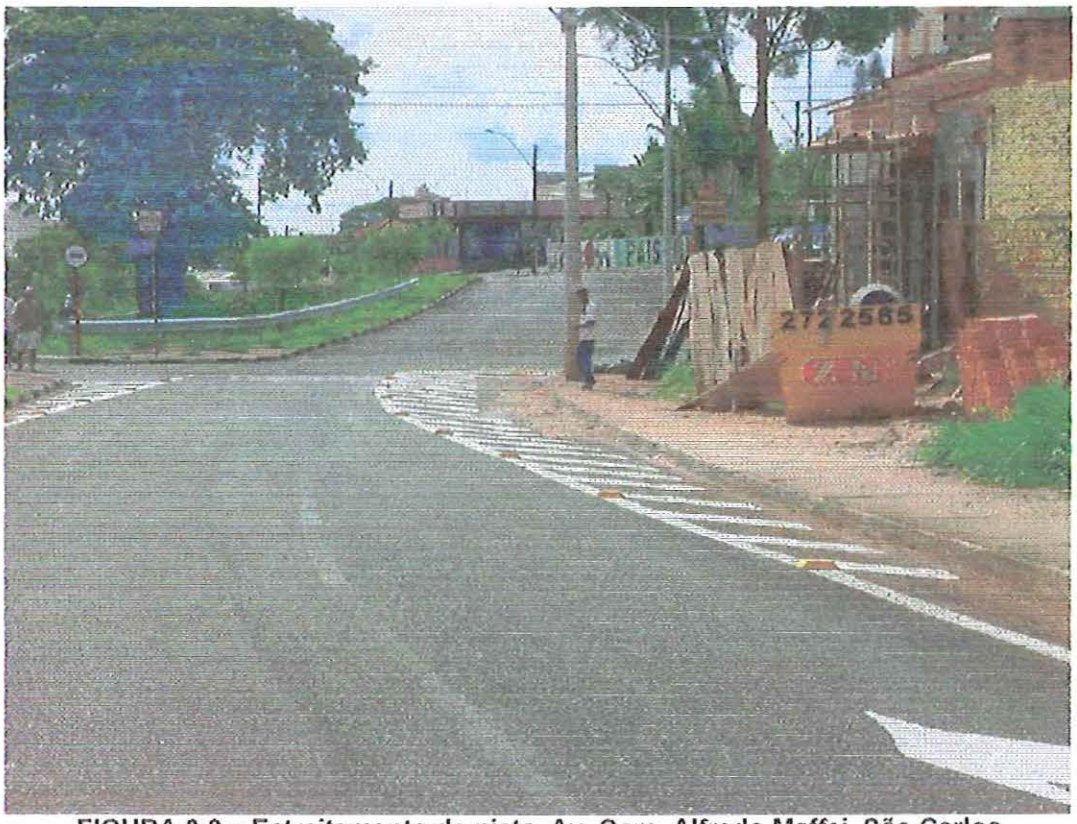


FIGURA 3.2 – Estreitamento de pista. Av. Com. Alfredo Maffei. São Carlos.

C. Raios de curva

Os raios de curva em interseções são determinantes para o desenvolvimento da velocidade dos veículos ao executarem as conversões, bem como para a visibilidade dos pedestres e tempos de travessia da via em referência.

Quanto maior o raio, maiores serão as velocidades dos veículos ao executarem conversões e pior será a visibilidade dos pedestres para enxergarem os veículos, bem como será maior a insegurança na travessia da via, pois a distância entre as calçadas será maior, conforme mostra a Figura 3.3.

Por outro lado raios muito pequenos causam grande insegurança aos motoristas, principalmente em vias de duplo sentido de circulação, pois obrigam os veículos a ocuparem a faixa contrária para executar as conversões.

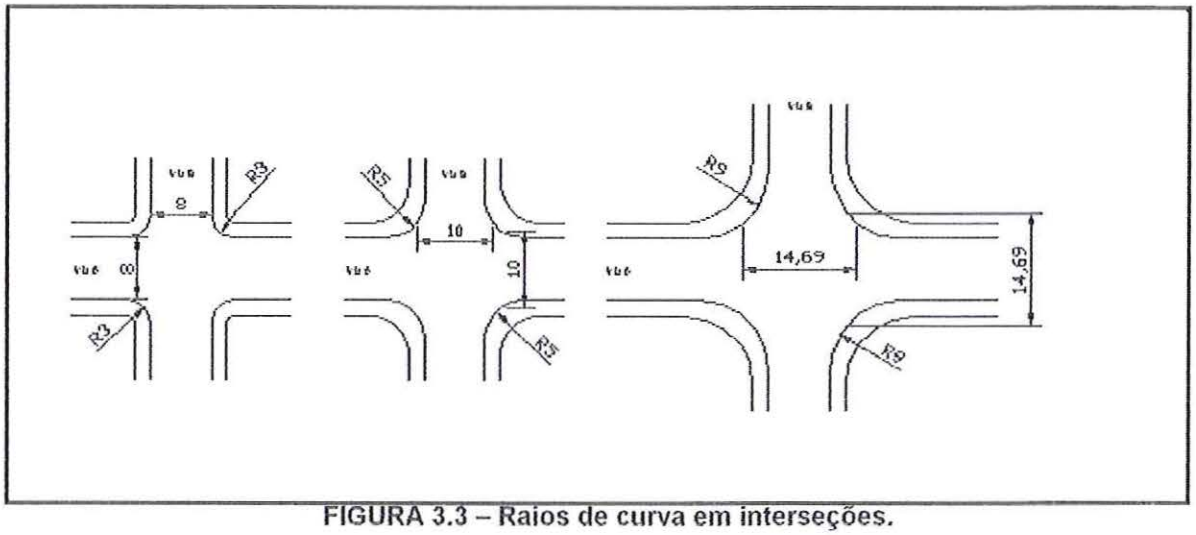


FIGURA 3.3 – Raios de curva em interseções.

D. Sinalização

Melhorias na sinalização em alguns cruzamentos são suficiente para redução drástica no número de acidentes ou conflitos.

Estudos mostram que a implantação de sinalização horizontal e de legendas no pavimento trazem uma maior percepção por parte dos motoristas sobre as informações que se pretende passar, pois não há necessidade de desviar o olhar da via para receber a informação.

Por outro lado, a sinalização vertical permite o recebimento da mensagem em locais com grande movimento de veículos, em dias de chuva, etc.

A implantação da sinalização vertical e horizontal em conjunto proporcionam uma mensagem perfeita aos motoristas em qualquer situação.

A Figura 3.4 apresenta via sinalizada utilizando em conjunto sinalização horizontal e vertical.

FIGURA 3.4 – Via sinalizada na cidade de São Carlos.
Av. Bruno Ruggiero Filho.

E. Avanços de Calçadas

Este tipo de dispositivo, conforme apresentado na Figura 3.5, permite redução na distância e no tempo de travessia das vias por parte dos pedestres. Além disto também induzem a redução de velocidade dos veículos devido ao estreitamento da via.

Nos casos onde este tipo de dispositivo é aplicado em interseções, a redução do raio obriga os veículos a transitarem com velocidade reduzidas e os pedestres tem uma visibilidade melhor.

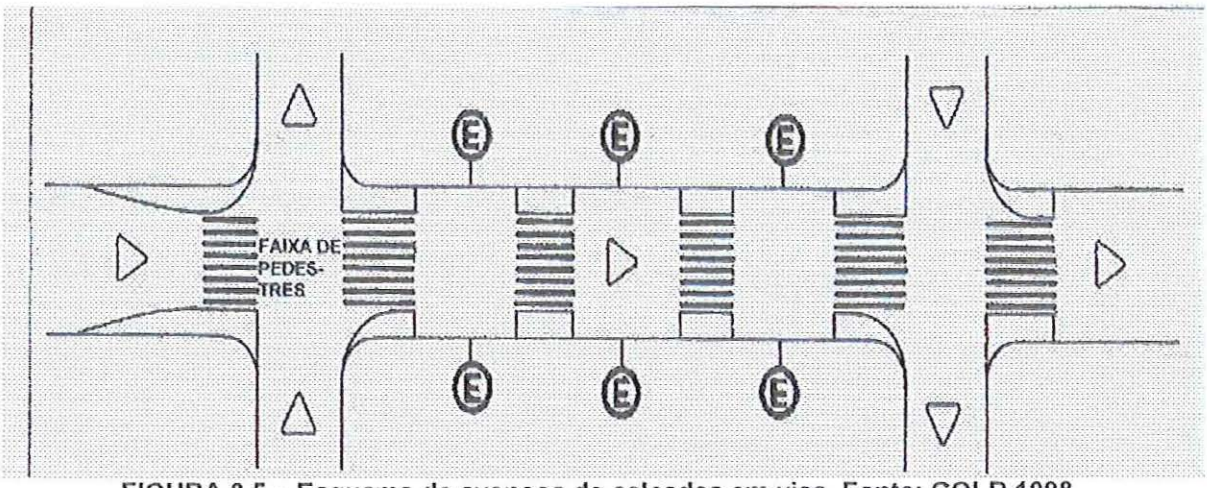


FIGURA 3.5 – Esquema de avanços de calçadas em vias. Fonte: GOLD 1998.

Este dispositivo também é utilizado nos locais destinado à parada dos ônibus, permitindo que os mesmos se mantenham na corrente de tráfego facilitando seu retorno ao fluxo de veículos. Tal situação causa interrupção do fluxo de veículos numa faixa de tráfego, podendo trazer prejuízos à fluidez de veículos no local. Permitem ainda a segregação dos pedestres que aguardam a chegada do ônibus daqueles que estão transitando pela calçada, conforme representado na Figura 3.6.

Em muitos casos, os avanços de calçadas também servem para implantação de abrigos nos pontos de parada de ônibus e para implantação de equipamentos urbanos, principalmente nos locais onde as calçadas não possuem largura adequadas ao movimento da via.

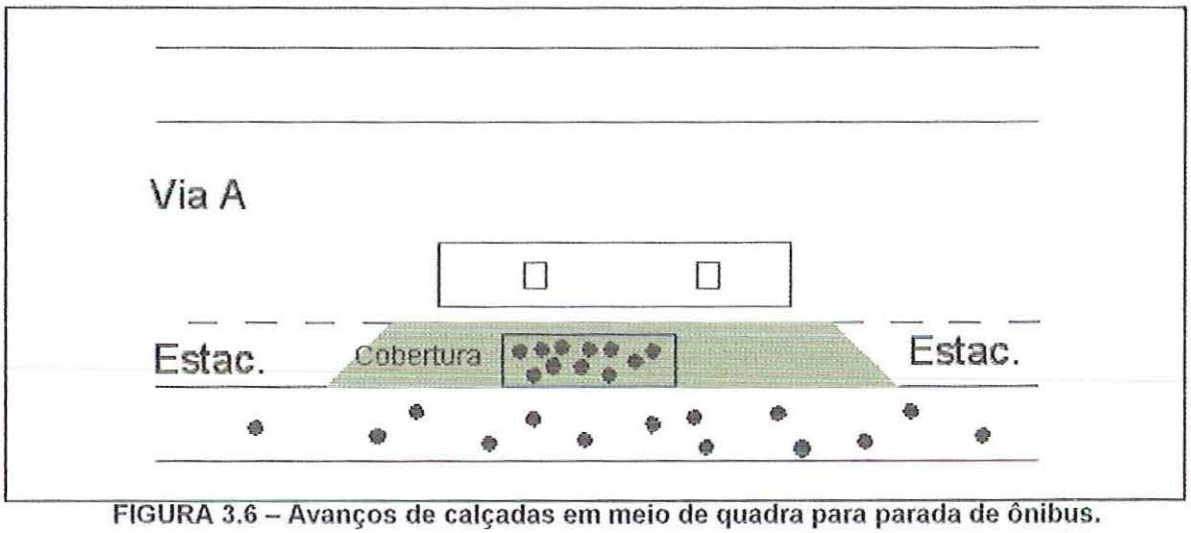


FIGURA 3.6 – Avanços de calçadas em meio de quadra para parada de ônibus.
Fonte: FERRAZ & TORRES, 2001)

F. Calçadões

É uma medida radical onde separa-se os pedestres dos veículos, pois proibi-se o trânsito de veículos.

Nestes casos os estudos devem prever os impactos causados na mobilidade da cidade, bem como no comércio e acesso às residências localizadas nas quadras que formam os calçadões.

A Figura 3.7 apresenta calçadão implantado na cidade de São Carlos.

FIGURA 3.7– Calçadão na cidade de São Carlos. Rua General Osório.

G. Faixas para Adequação de Velocidades (Aceleração e Desaceleração):

Tem como objetivo principal permitir que os veículos entrem ou saiam de uma via com segurança para si e para os demais veículos que circulam pela via, conforme apresentado na Figura 3.8.

São dispositivos comumente usados em rodovias, onde as velocidades desenvolvidas nas alças de acesso dos dispositivos são muito menores que aquelas desenvolvidas no tronco da rodovia.

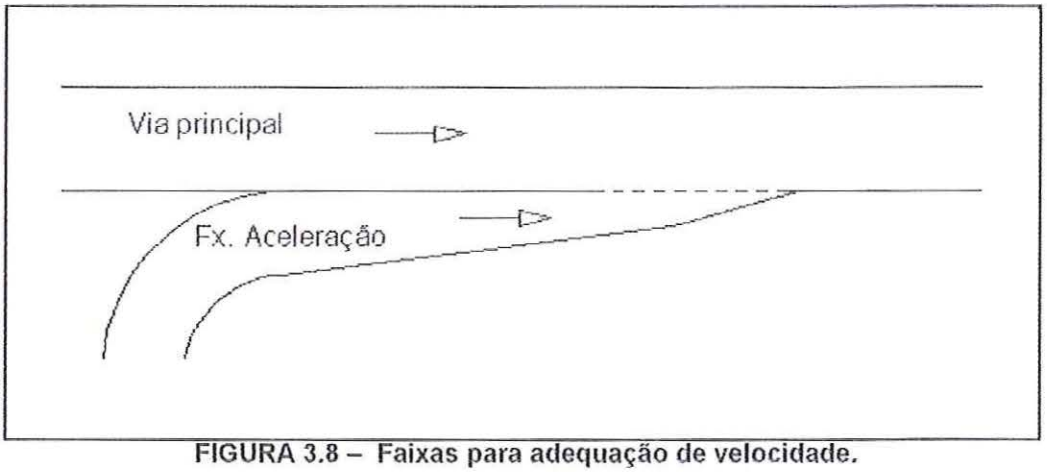


FIGURA 3.8 – Faixas para adequação de velocidade.

Em trechos urbanos somente são utilizadas em algumas vias com altos volumes de veículos e com poucas interferências na via.

H. Adequação dos Ângulos nos Cruzamentos

O ângulo do cruzamento entre duas vias pode ser tal que os motoristas não possuam visibilidade suficiente para entrarem ou atravessarem a outra via com segurança, sem a utilização de controladores de tráfego.

Em alguns casos, a adequação deste ângulo pode ser a solução mais adequada para melhoria da interseção. A Figura 3.9 ilustra a possibilidade de adequação do ângulo entre duas.

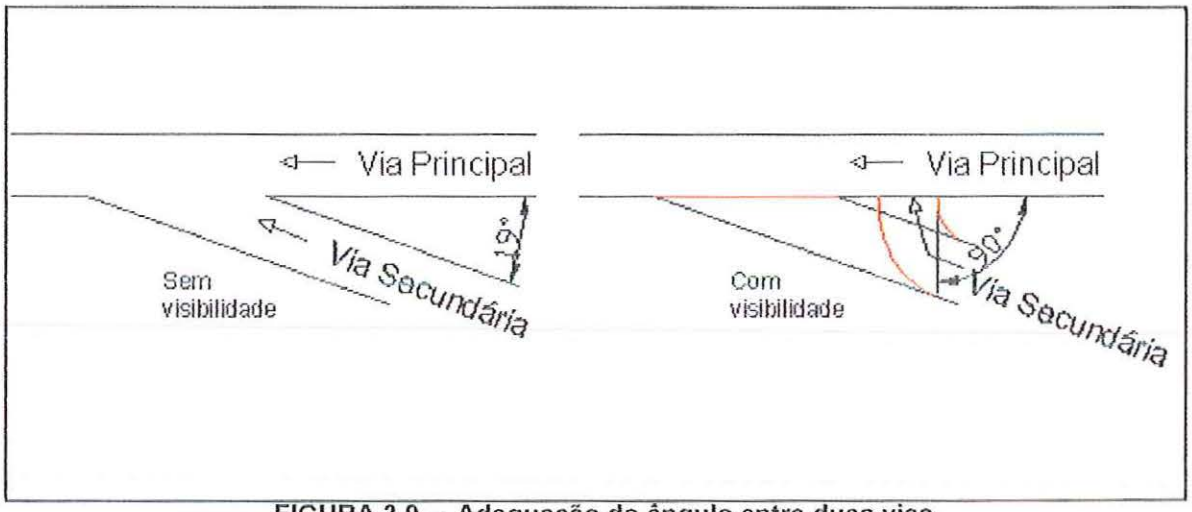


FIGURA 3.9 – Adequação do ângulo entre duas vias.

I. Semáforos

Em várias situações, a solução que atende às necessidades de segurança, visibilidade, travessia segura de pedestres, entre outras, somente é conseguida através da implantação de semáforos. Estes dispositivos, conforme apresentado na Figura 3.10, permitem determinação de tempos variados para cada aproximação em diferentes horários do dia e são utilizados onde os fluxos de veículos ou pedestres são elevados.

Algumas situações onde, por exemplo, a visibilidade não é suficiente para permitir o trânsito seguro, o semáforo pode ser implantado.

FIGURA 3.10 – Semáforo em cruzamento da cidade de São Carlos. Rua Walter de Camargo Schultzer x R. Capitão Luiz Brandão

J. Minirrotatórias

Conforme ilustrado na Figura 3.11, são dispositivos utilizados em cruzamentos onde é necessário manter a permissão de todos os movimentos possíveis e o volume de veículos não é tão elevado.

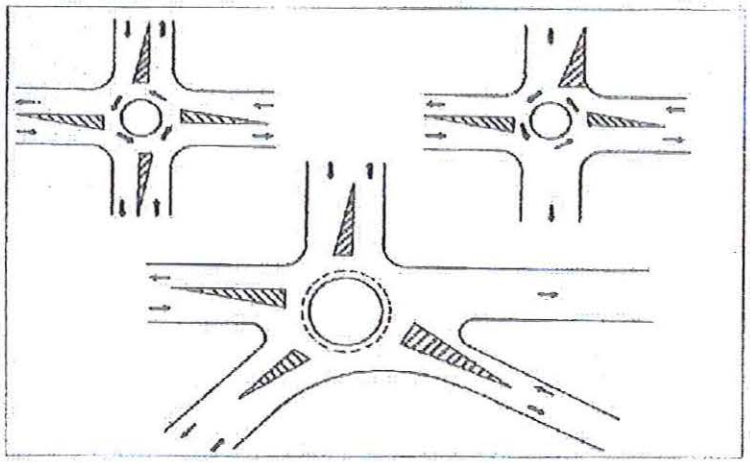


FIGURA 3.11 – Exemplos de Minirrotatórias. Fonte: GOLD (1998).

Tem como pontos positivos a eliminação dos conflitos em "cruz", transformando estes conflitos em ângulos, que são menos graves. Obrigam a redução das velocidades para realizar as conversões.

A Figura 3.12 mostra a aplicação deste dispositivo em cruzamento de via na cidade de São Paulo.

Em locais onde o fluxo de veículos ou pedestres é muito alto este dispositivo tem restrição do uso.

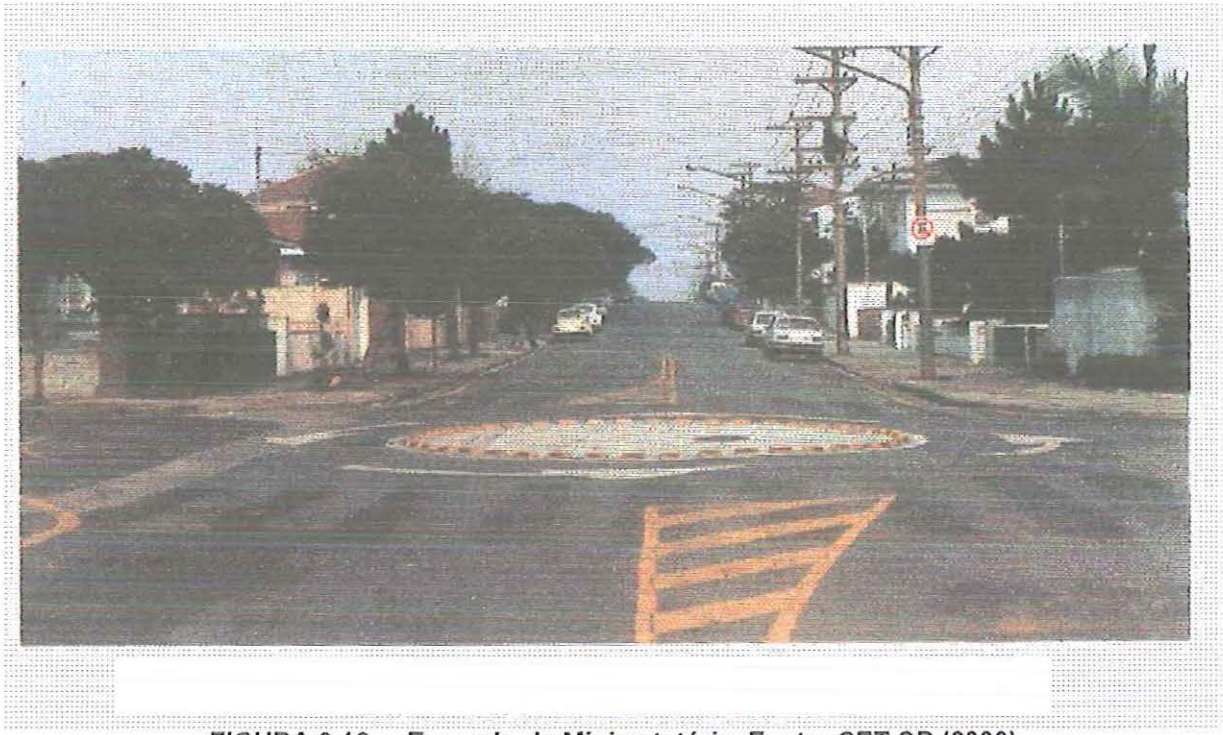
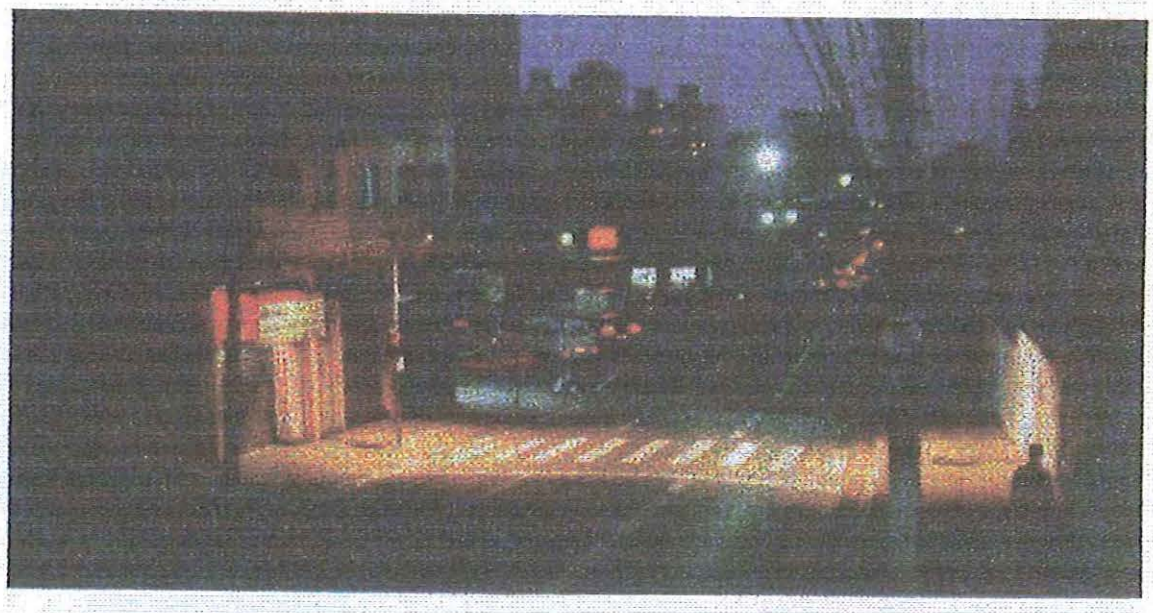


FIGURA 3.12 – Exemplo de Minirrotatória. Fonte: CET-SP (2000).

K. Iluminação nas Faixas de Pedestres

Estudos realizados pela CET-SP apontam para redução significativa no número e gravidade dos atropelamentos após a iluminação das faixas de travessia, apresentada na Figura 3.13, sobretudo no período noturno.

Segundo dados da CET-SP, houve uma redução de 50% no número de atropelamentos em faixas iluminadas já no primeiro ano da implantação deste dispositivo em 103 faixas de pedestres.



- Rua Cardeal Arco Verde, em frente ao Cemitério São Paulo

FIGURA 3.13 – Faixa de pedestre iluminada. Fonte: CET-SP (2000).

L. Fiscalização Eletrônica de Velocidade

A fiscalização de velocidade através de aparelhos eletrônicos (radares e lombadas) se mostraram muito eficientes quando bem localizados e sinalizados, proporcionando reduções significativas nas velocidades desenvolvidas pelos motoristas, conforme apresentado no gráfico das Figuras 3.14 e 3.15.

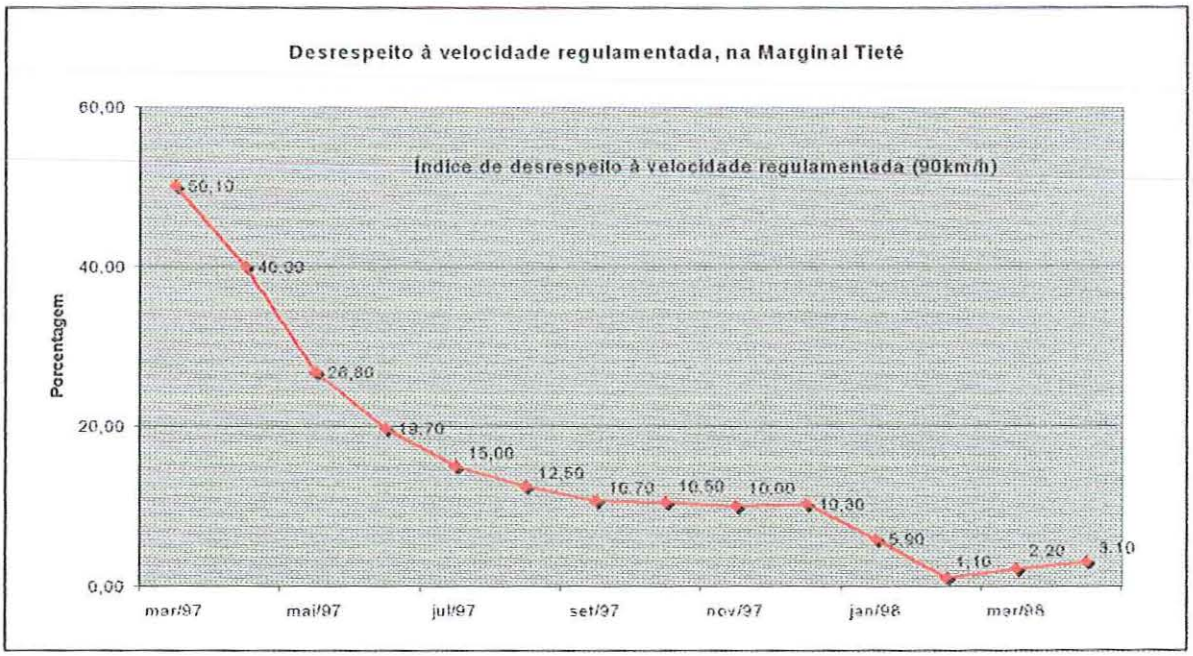


FIGURA 3.14 – Gráfico de desrespeito a velocidade na Marginal Tietê. Fonte: CET-SP (2000).

Observa-se que após Fevereiro de 1998 existe uma pequena elevação no índice de desrespeito à velocidade regulamentada pela via, o que era esperado devido existirem motoristas que não respeitam o limite de velocidade, permanecendo estável neste nível.

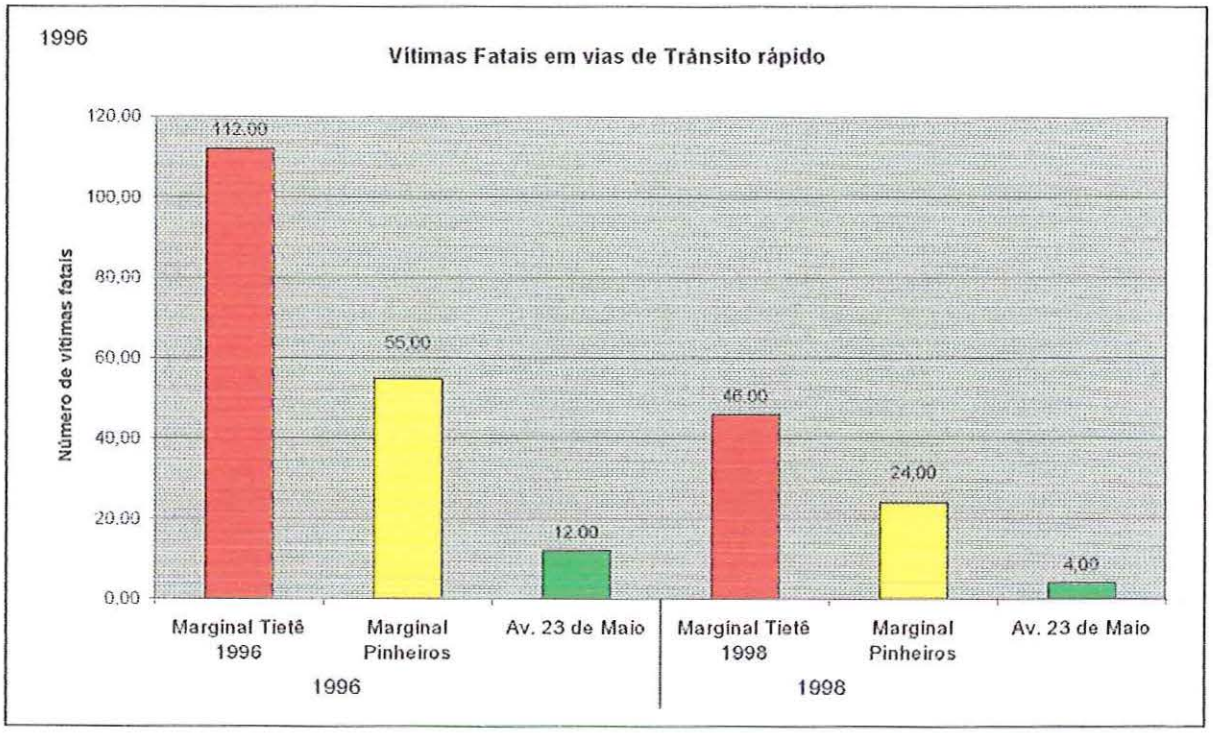


FIGURA 3.15 – Gráfico de vítimas fatais em vias de trânsito rápido. Fonte: CET-SP (2000).

M. Redutores de Velocidade

Estes dispositivos podem ser considerados os mais eficazes no sentido de obrigar a redução de velocidade no trecho.

Existem três tipos de redutores de velocidade: a lombada tipo I (dimensões de 1,50 x até 0,08 metros) para velocidades de até 20 km/h, a lombada tipo II (dimensões de 3,70 x até 0,10 m) para velocidades de até 30 km/h, conforme mostra a Figura 3.16 e os sonorizadores que somente devem ser utilizados nos casos de obras na via, principalmente para alertar o motorista de que alguma obra na via está sendo executada.

Existem ainda as valetas, que são depressões no pavimento que obrigam a redução de velocidade, usadas para drenagem superficial da via.

Não são e não devem ser utilizadas como dispositivos para redução de velocidade, pois são de difícil visualização podendo causar acidentes graves.

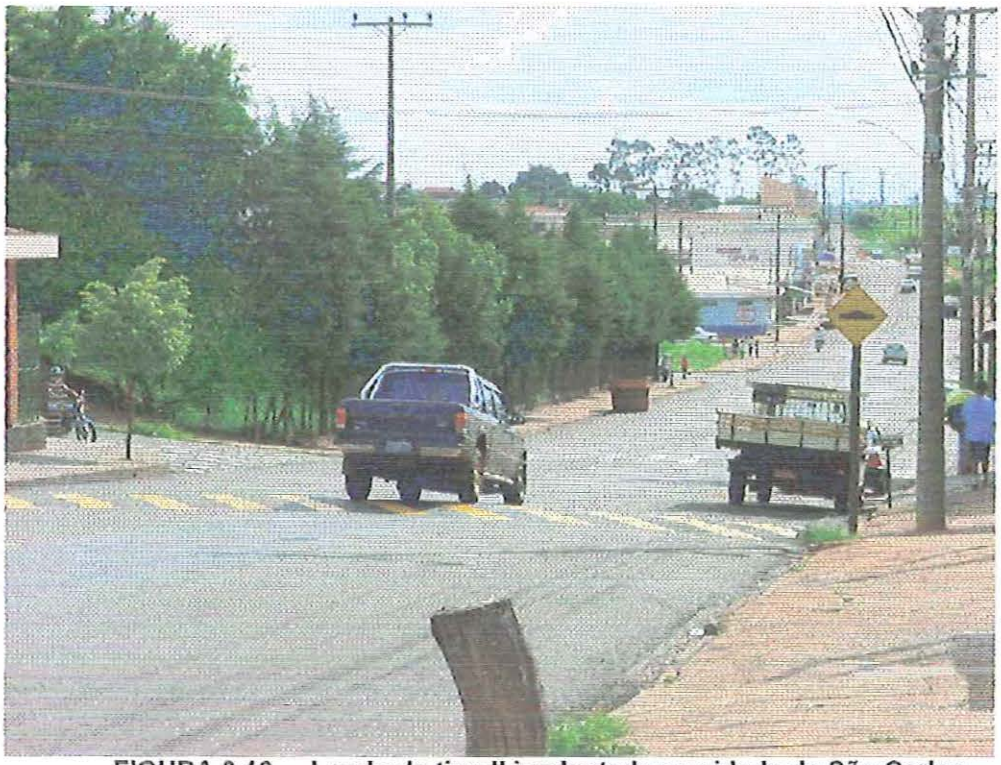


FIGURA 3.16 – Lombada tipo II implantada na cidade de São Carlos. Av. José Pereira Lopes

N. Rotatórias

As rotatórias ou rótulas seguem os mesmos conceitos das minirrotatórias, porém projetadas para permitir maiores velocidades e suportar maior fluxo de veículos. A Figura 3.17 apresenta rotatória implantada na cidade de São Carlos.

Quando bem dimensionadas trazem resultados bastantes favoráveis, principalmente quando todas as conversões são permitidas e a organização do trânsito necessária.

A grande vantagem deste tipo de dispositivo é permitir a realização de todos os movimentos, de forma organizada, nos cruzamentos de várias vias.

Quando há trânsito intenso de pedestres, a implantação deste dispositivo deve ser avaliada criteriosamente.

FIGURA 3.17 – Rotatória implantada na cidade de São Carlos.
Av. Getúlio Vargas x Rua Raimundo Corrêa x Av. Germano Fehr Júnior

O. Platôs – Travessias Elevadas

São elevações que se estendem pela largura da via, mantendo a mesma altura das calçadas, conforme mostrado na Figura 3.18. Seu comprimento é maior que os das lombadas, podendo chegar a 5 metros.

O ponto mais positivo deste dispositivo é proporcionar a travessia da via sem enfrentar degraus. Isto permite que os pedestres, principalmente os cadeirantes possam realizá-la sem nenhuma dificuldade.

É interessante que o piso destas elevações seja diferenciado para permitir a identificação por parte dos cegos de saberem estar atravessando a via e dos motoristas para perceberem que estão transitando num local de travessia de pedestres.

FIGURA 3.18 – Platô – Travessia Elevada.
Rua da Imprensa defronte escola. Cidade de São Carlos.

P. Almofadas

As almofadas são elevações que se estendem em apenas uma parteda via, de forma que os veículos mais largos (ônibus e caminhões) e os mais estreitos (motos e bicicletas) não sofram interferências, conforme mostrado na Figura 3.19.

FIGURA 3.19 – Esquema de uma Almofada. Fonte: BHTrans (1999).

3.4 Considerações Finais

Este item apresentou como a Engenharia de Tráfego é capaz de solucionar problemas de segurança de trânsito, sobretudo nos cruzamento entre vias.

Foram abordados os levantamentos básicos necessários para identificação dos pontos críticos e os dados necessários para mapeamento dos problemas apresentados em cada ponto crítico.

Também apresentou-se como priorizar pontos críticos e os tipos de dispositivos que podem ser utilizados visando melhoria da segurança viária.

Uma descrição mais detalhada de cada um destes dispositivos e suas possíveis aplicações geraria um trabalho bastante extenso, não sendo escopo deste estudo.

GOLD (1998) dedica um capítulo exclusivo para descrição detalhada de vários dispositivos que podem ser implantados para aumentar a segurança viária, inclusive apresentando exemplos de aplicação.

4 A TÉCNICA SUECA DE CONFLITOS DE TRÁFEGO

4.1 Considerações Iniciais

4.1.1 - Dados de Tráfego e Vias da Suécia

A rede viária da Suécia totaliza 420.000km. Dois terços consistem em rodovias privatizadas, inicialmente vias não pavimentadas dentro de parques e florestas. A maioria das rodovias privadas estão abertas ao público. A extensão total das vias públicas é de 98.000km, enquanto que as estradas municipais e redes urbanas totalizam 40.000km.

Na Suécia, em Março de 2000, havia aproximadamente 3,9 milhões de veículos registrados, 354.000 caminhões, 15.000 ônibus e 120.000 motocicletas. Como a população era de 8,9 milhões de habitantes, o índice de motorização era de 44 veículos para cada 100 habitantes.

Atualmente, a velocidade básica limite é de 70km/h. Em áreas construídas, normalmente a velocidade máxima permitida é de 50km/h. Em áreas onde há fluxo de veículos, pedestres e ciclistas, é comum que as velocidades limites sejam de 30km/h. Nas vias expressas de alto padrão, a velocidade limite é de 90km/h e nas rodovias com acessos controlados (freeways), a velocidade é de 110km/h.

4.2 Visão Zero: Nenhum Acidente Fatal

O projeto denominado Visão Zero foi aprovado pelo Parlamento Sueco em 1997 e tem como objetivo principal a não ocorrência de mortes ou acidentes graves com vítimas no trânsito da Suécia. O programa reconhece que nem todos os acidentes poderão ser evitados, pois as pessoas cometem erros.

Por outro lado, avalia-se que é possível prevenir acidentes graves e, nestes casos, minimizar as conseqüências dos mesmos, baseados nos dados de acidentes graves já registrados.

Vias e veículos podem ser fabricados com maior segurança e as pessoas devem ser informadas sobre a importância de seu comportamento na segurança de trânsito.

De acordo com este projeto, cada usuário deve compartilhar sua responsabilidade no trânsito, para que se possa alcançar a segurança desejada. Policiais, planejadores, empresas de conservação das vias, fabricantes de veículos, projetistas, empresas de transportes e cada um dos usuários da via tem sua parcela de responsabilidade no desenvolvimento do Projeto Visão Zero.

4.2.1 - Medidas para Diminuir os Acidentes Fatais

Antes de pensar no projeto Visão Zero, a Suécia realizou um conjunto de medidas de segurança de tráfego. Durante o ano de 1999, aproximadamente 570 pessoas morreram devido a acidentes de trânsito e mais 4.000 pessoas sofreram acidentes graves na Suécia. Isto significou um aumento dos índices, se comparado a 1998, quando foram registrados 531 mortes e 3.883 pessoas que sofreram acidentes graves.

Diante deste fato, algumas medidas foram tomadas para redução destes números:

- Lei exigindo o uso de pneus de inverno a partir de outubro de 1999 nas vias onde ocorrem nevadas. Esperava-se com essa medida uma redução de 5 a 7 mortes e de 30 a 60 acidentes graves por ano;
- Medidas criando dispositivos de segurança nas vias. Espera-se, com esta atitude, uma redução de 4 a 7 pessoas mortas e de 30 a 40 acidentes graves por ano;
- Redução nos limites de velocidades nas vias e redução ainda maior em trechos de rodovias, durante o inverno, devido a presença de gelo nas pistas. Espera-se uma redução de 3 mortes e de 10 acidentes graves por ano.

Para tanto, na primavera de 1999, o Governo Sueco apresentou 11 medidas para aumentar a segurança viária naquele País:

1. Ênfase nas rodovias mais perigosas.

Concentração dos esforços nos trechos críticos das rodovias, com a eliminação de colisões frontais através da implantação de barreiras físicas no canteiro central. Outra prioridade é a remoção de obstáculos perigosos próximos à via;

2. Segurança de tráfego em áreas construídas.

Durante o ano de 1999, 102 municípios analisaram suas redes viárias e verificaram a possibilidade de reconfiguração geométrica das vias. Estes esforços ainda continuam;

3. Ênfase nas responsabilidades dos usuários da via.

Um aumento do respeito às leis de tráfego é necessário. Particularmente importante são o respeito aos limites de velocidades, utilização de dispositivos de segurança no veículo (cinto de segurança, iluminação, extintores, *air-bag*, etc.), e eliminação de motoristas que dirigem sobre a influência de álcool ou drogas;

4. Segurança no trânsito de bicicletas.

Padrões de segurança de ciclistas tem sido introduzidos, tais como obrigatoriedade do uso de capacetes;

5. Garantia da qualidade nos transportes.

A qualidade dos serviços de transportes deve ser garantida, além da segurança do tráfego e do impacto ambiental, possibilitando a troca do transporte individual pelo transporte coletivo;

6. Utilização de pneus especiais durante o inverno.

Uma Lei obriga o uso de pneus especiais durante o inverno entre 01 de Dezembro e 31 de Março;

7. Utilização de novas tecnologias.

A introdução de novas tecnologias para melhorar a segurança de tráfego será acelerada, como desenvolvimento de dispositivos de segurança, dispositivos de ajustes de velocidades limites e que avaliam o teor alcoólico no sangue do motoristas;

8. Responsabilidade dos projetistas dos sistemas de transportes.

Uma comissão foi implementada para apresentar uma proposta clara sobre as responsabilidades do setor público e das empresas para a segurança de tráfego. A comissão poderá propor o estabelecimento de uma inspetoria independentemente sobre os envolvidos na segurança de tráfego;

9. Respostas públicas para violações do tráfego.

Uma comissão reavaliará o desrespeito às leis de trânsito e poderá propor mudanças na legislação, com perspectiva de atingir os objetivos do Projeto Visão Zero;

10. As funções das ONGs.

Proposta de trabalhos em conjunto entre o poder público e as ONGs.

11. Formas alternativas de financiamento de novas rodovias.

Estudo sobre alternativas potenciais de suplementação financeira pública através de outras formas de financiamento para projetos de vias maiores.

4.2.2 - Leis e Regulamentos Importantes

Um princípio básico do Projeto Visão Zero, e assim do trabalho de segurança de tráfego sueca, é que as pessoas deveriam avaliar a segurança das vias tão severamente que os mesmos se comportariam naturalmente como usuários responsáveis e seguiriam as regras de trânsito.

Por muitos anos, a Suécia adota políticas restritivas na venda e consumo de bebidas alcoólicas. Isto também é refletido na legislação de segurança viária.

A seguir apresenta-se as principais leis e regulamentos já aprovados na Suécia. No tocante a dirigir alcoolizado, os índices máximos são:

0,02% de álcool no sangue → suspensão da habilitação do motoristas;
0,01% de álcool no sangue → suspensão da habilitação do motoristas e novo exame para obter a habilitação novamente.

No Brasil o Código de Trânsito Brasileiro trata que um motorista que dirigir um veículo automotor sob a influência de álcool, em nível superior a 6 decigramas por litro de sangue, ou de qualquer substância entorpecente ou que determine dependência física ou psíquica estará cometendo uma infração considerada gravíssima, levando à suspensão do direito de dirigir.

Se o motorista expor a dano potencial a incomulidade de outrem, é considerado crime, cuja pena é detenção, de seis meses a três anos, multa, suspensão ou proibição de se obter a permissão ou a habilitação para dirigir veículo automotor.

Estas regras são rígidas se comparadas internacionalmente, mas são bem aceitas pelo público geral. Dirigir um veículo sob a influência de álcool é considerado crime grave.

O cinto de segurança é dispositivo exigido para todos os passageiros. Para crianças pequenas é obrigatório o uso de assentos especiais. Tais assentos são extensamente utilizados na Suécia e por este motivo o número de crianças mortas ou gravemente feridas, enquanto dentro dos carros, caiu nitidamente. Atualmente a Suécia está trabalhando internacionalmente, junto à União Européia, visando aumentar o uso destes assentos.

Todos os motociclistas e passageiros são obrigados a utilizar dispositivos de segurança (capacetes) e roupas adequadas. Essa lei que reduziu as fatalidades e conseqüências graves em acidentes envolvendo motociclistas.

4.3 A Técnica Sueca

A primeira versão da Técnica Sueca de Conflitos de Tráfego foi desenvolvida por HYDÉN (1987) no Departamento de Engenharia de Tráfego da Universidade de Lund – Suécia. As características desta técnica são: utilizar somente uma unidade (Tempo de Acidente) para mensurar a severidade dos conflitos e estudar somente os conflitos sérios.

A hipótese básica para aplicação desta Técnica é que exista uma relação direta entre conflitos de tráfego e acidentes de trânsito.

A Técnica Sueca de Conflitos de Tráfego vem sendo aprimorada nos últimos 20 anos pelo Departamento de Engenharia e Planejamento de Tráfego da Universidade de Lund, na Suécia. Em combinação com outros métodos de avaliação, esta técnica fornece informações sobre a segurança no tráfego, principalmente nas áreas urbanas.

Constitui uma das técnicas mais desenvolvidas, e parte do princípio que este estudo é mais valioso do que os estudos de acidentes, por mostrar a gênese dos acidentes, ou seja, revela dados que normalmente os boletins de registros de acidentes não revelam. DOMINGUES (2001).

É aplicável no contexto urbano para diagnóstico de segurança e em estudos "antes de depois" de intervenções no sistema de tráfego.

Possibilita também o estudo dos problemas de tráfego com certa facilidade (entre 3 e 5 dias estudos) e os dados coletados permitem indicar se o local em estudo pode ser considerado crítico ou não, etc.

Nos estudos de vários cruzamentos, também permite determinar qual a interseção mais crítica, possibilitando o direcionamento dos recursos a serem investidos.

Portanto, torna-se possível propor contra medidas apropriadas para melhorias na segurança viária do cruzamento em estudo.

Possibilita também realizar uma avaliação imediata após a implementação das correções propostas e avaliar os resultados obtidos com esta implantação.

A Técnica Sueca de Conflitos de tráfego foi extensamente usada nos países escandinavos e outros países europeus. A Técnica foi introduzida e estudos de segurança viária realizados em Uganda, Tanzânia, África do Sul, Tailândia, Sri Lanka, Turquia, Costa Rica, Jamaica, Brasil e Bolívia. HERNÁNDEZ (2002).

4.3.1 - Facilidades da Técnica de Conflitos

A principal facilidade é que não demanda utilização de equipamentos para realizar os estudos e os observadores, após uma semana de treinamento, podem conduzir os estudos.

A simplicidade deste método permite a realização de trabalhos de segurança de trânsito nos países em desenvolvimento, onde as equipes são pequenas ou inexistentes.

Obtém-se melhores resultados se utilizar a Técnica de Conflitos de Tráfego em conjunto com outros estudos como, por exemplo, volumes de tráfego, estudos de conduta dos usuários, análises de acidentes, estudos de interação, pesquisa com usuários entre outros.

4.3.2 - Aplicações Práticas

Esta Técnica é aplicável no contexto urbano para diagnóstico de segurança e em estudos "antes e depois" de intervenções no sistema viário.

Com o decorrer dos anos, problemas de diferentes tipos e natureza podem ser avaliados. A utilização desta Técnica permite estudar locais com sinalização semafórica, rotatórias, rampas, etc.

Após a implantação das correções definidas pelo projeto, imediatamente pode-se realizar novos estudos para avaliar os resultados obtidos.

As avaliações de "antes de depois" são de grande importância para verificar a aceitação das mudanças implantadas por parte dos usuários e para avaliação das medidas implantadas.

4.3.3 - Coleta de Dados

A aplicação da Técnica Sueca de Conflitos de Tráfego inicia pela escolha do local a ser estudado baseado em reclamações da população, índices de acidentes, conhecimento prévio por parte dos técnicos, etc.

Em seguida os observadores vão a campo para realizar os estudos.

A tarefa do observador é detectar e registrar os conflitos, bem como determinar a distância e velocidade no momento em que um veículo realiza uma manobra para evitar um possível acidente.

Os observadores detectam, avaliam e registram a manobra conflituosa de forma padronizada. A avaliação dos conflitos baseia-se no julgamento subjetivo por parte dos observadores do tempo restante para o acidente (denominado TA), supondo que os usuários continuem com velocidades e direções inalteradas, contados a partir do momento do início da manobra evasiva.

Caso mais de um usuário tenha realizado uma manobra evasiva, deve-se considerar a classificação com base no menor valor de TA, calculado para os dois usuários.

Um equipamento que pode ser utilizado juntamente com os observadores é a câmera de vídeo. A utilização deste equipamento permite comparação dos conflitos registrados em campo e sua averiguação no escritório.

Isto permite um controle mais preciso dos dados coletados além da utilização em treinamentos de novos observadores.

Não é recomendável somente a utilização das câmeras, pois muitos conflitos podem ocorrer por fatores que estão fora do alcance das mesmas.

Recomenda-se que os observadores se posicionem entre 10 e 30 metros da interseção, para que possam ter uma visão completa da mesma e de forma a não influenciarem o comportamento dos motoristas.

Os dados coletados são lançados em formulário padrão simples e completo para facilitar o preenchimento e evitar a perda de informações importantes.

São anotados o dia e período da observação, hora do conflito, condições atmosféricas e do pavimento, eventuais problemas de circulação, os usuários envolvidos, distância do ponto de colisão, tipo da manobra evasiva, diagrama da manobra e trajetórias que são desenhadas sobre o "*croquis*" do local, previamente incluído no formulário de campo, conforme apresentado na Figura 4.1.

Outras informações que os observadores julguem pertinentes para a boa compreensão do conflito, como idade e sexo dos envolvidos (nos casos onde há a parada dos veículos envolvidos ou em acidentes), geometria da interseção e usuários secundários envolvidos na ocorrência do conflito devem ser anotadas.

O preenchimento do formulário padrão deve ser realizado imediatamente após a verificação do conflito de trânsito. Anota-se os veículos envolvidos, a velocidade aproximada do veículo que efetuou a manobra para evitar a colisão bem como a distância do mesmo ao possível ponto de colisão.

Cada planilha refere-se a um evento isolado.

DEPARTMENT OF TRAFFIC PLANNING AND ENGINEERING
LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LUND UNIVERSITY

FOLHA DE REGISTRO DE CONFLITO ©

Observador:_____ Data:_____ Horário:_____ Número:_____

Cidade:_____

Intersecção:_____

Condições de Tempo: Sol ☐ Encoberto ☐ Chuva ☐

Superfície: Seca ☐ Molhada ☐

Intervalo de Tempo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ..... Norte

	Usuário I	Usuário II	Envolvido secundário III
Veículo	☐	☐	☐
Bicicleta	☐	☐	☐
Pedestre	☐	☐	☐
Outro	_____	_____	_____
Sexo (ped.)	M☐ F☐	M☐ F☐	M☐ F☐
Idade (ped.)	_____	_____	_____
Velocidade	_____ km/h	_____ km/h	_____ km/h
Distância do ponto de colisão	_____ ms	_____ ms	
Valor do TA	_____ seg	_____ seg	
Ação de evitar			
Frenagem	☐	☐	
Desvio	☐	☐	
Aceleração	☐	☐	
Possibilidade de desviar	sim ☐ não ☐	sim ☐ não ☐	

	sim	não
.....	☐	☐
.....	☐	☐

Descrição das causas do evento:

.....

Continua do outro lado: ☐ ⇒

CROQUI INCLUINDO A POSIÇÃO DO USUÁRIO ENVOLVIDO.

POR FAVOR, MARQUE SUA POSIÇÃO COM ⊗

(SE UMA VÍDEO FILMADORA ESTIVER SENDO USADA, MARQUE A POSIÇÃO DA CÂMARA COM)

Veículo particular, Caminhão, Ônibus

Bicicleta, Motocicleta

Pedestre

Figura 4.1 – Formulário padrão de registro de conflitos.

O treinamento para formação dos observadores estende-se por 5 dias, podendo ser realizado em grupos de 8 a 12 pessoas.

Compreende uma parte técnica onde são apresentados os conceitos básicos da Técnica, vídeos sobre conflitos e como preencher o formulário padrão.

Em seguida é realizado um treinamento prático, em campo, onde os observadores aprendem a realizar medidas aproximadas de distância e velocidade. Analisam-se alguns conflitos que são registrados por uma câmera filmadora e em seguida compara-se os dados colhidos pelos observadores com os dados da filmagem, para aperfeiçoamento dos observadores.

Numa última etapa, o treinador acompanha o grupo de observadores numa interseção e realizam os estudos em conjunto, de forma a aprimorar os resultados obtidos. A partir daí, os observadores estão aptos a desenvolverem os estudos de conflitos de tráfego.

4.3.4 - Análise dos Dados

Os conflitos de tráfego observados tem os dados anotados para cálculo do Tempo de Acidente (TA), conforme esquema apresentado na Figura 4.2.

- **Tempo para o Acidente (TA)**: tempo restante do início da ação evasiva até a possível ocorrência da colisão, se os usuários da via tivessem continuado sem mudança de velocidade e direção. O valor de TA é obtido através dos valores de D e de V;

- **Distância do ponto de colisão (D)**: distância entre o início da ação evasiva e do ponto da possível colisão;

- **Velocidade (V)**: velocidade estimada do veículos no início de sua ação evasiva;

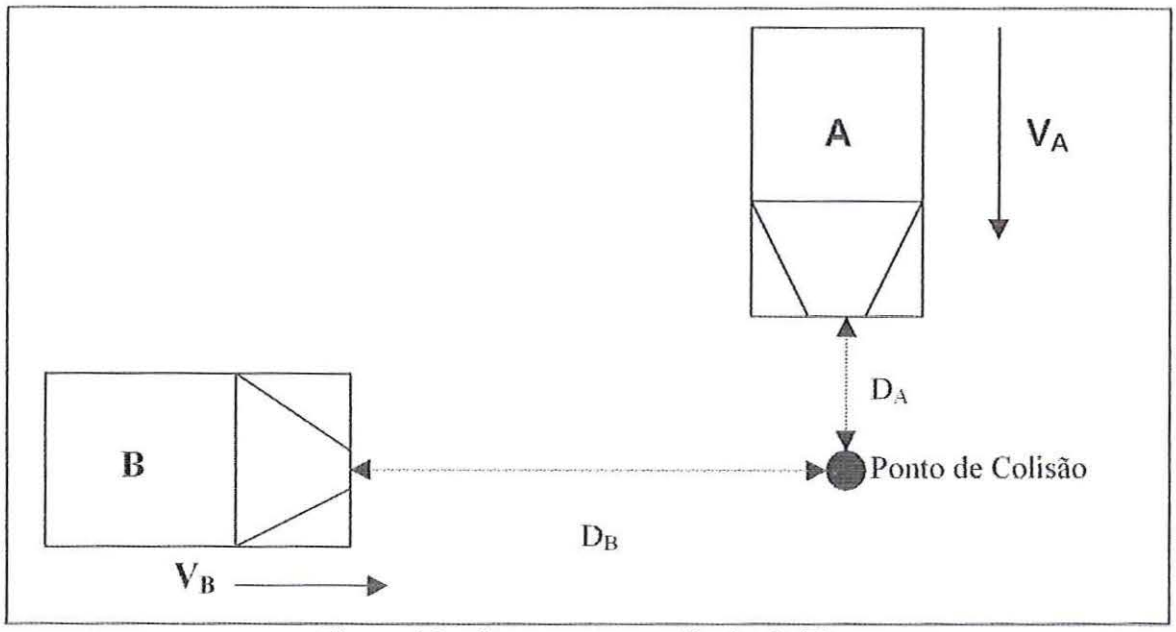


Figura 4.2 – Esquema para cálculo de TA.

As distâncias e velocidades são estimadas pelos observadores.

Os conflitos são anotados na folha de registro conforme já apresentado, de forma que os dados estejam claros para os cálculos de Tempo de Acidente e a classificação do respectivo conflito.

Os valores da velocidade e distância até o ponto de conflito são lançados no ábaco, apresentado na Figura 4.3, onde é determinado o valor de TA.

$$TA = D / V$$

TA = Tempo de Acidente;
D = Distância do ponto de acidente (m);
V = Velocidade (m/s);

Após classificar os conflitos em colisão traseira, abalroamento transversal, colisão frontal, abalroamento lateral (no mesmo sentido ou em sentido contrário) ou atropelamentos, os mesmos são agrupados de acordo com sua severidade.

A Figura 4.4 apresenta um exemplo prático de classificação dos conflitos quanto a sua severidade.

Veloc		Distância																								
km/h	m/s	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100
5	1,4	0,4	0,7	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2														
10	2,8	0,2	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	5,4	7,2	9,0											
15	4,2	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6								
20	5,6	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9					
25	6,9	0,1	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2	7,9	8,6				
30	8,3	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,2	8,4	9,6		
35	9,7	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,7	6,2	7,2	8,2	9,3	
40	11,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0
45	12,5		0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,6	6,4	7,2	8,1
50	13,9		0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2
55	15,3		0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5
60	16,7		0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0
65	18,1		0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5
70	19,4		0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1
75	20,8		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9	3,4	3,8	4,3	4,8
80	22,2		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5
85	23,6		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	3,0	3,4	3,8	4,2
90	25,0		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
95	26,4		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,7	3,0	3,4	3,8
100	27,8		0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6

Conflitos Não Sérios

Conflitos de Severidade A

Conflitos Não Sérios | Limite entre Conflitos de Severidade B e C | Conflitos de Severidade A

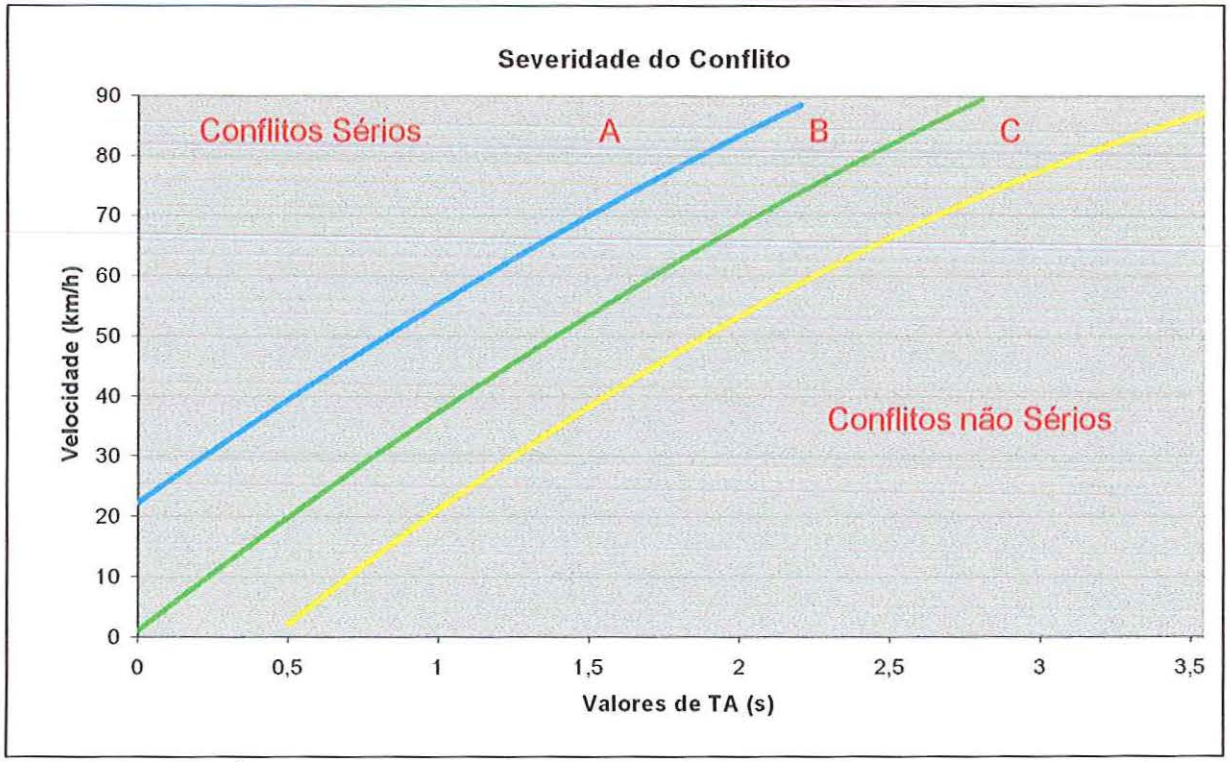


Figura 4.3 – Ábaco para cálculo dos valores de TA e gráfico para separação do grau de severidade dos conflitos.

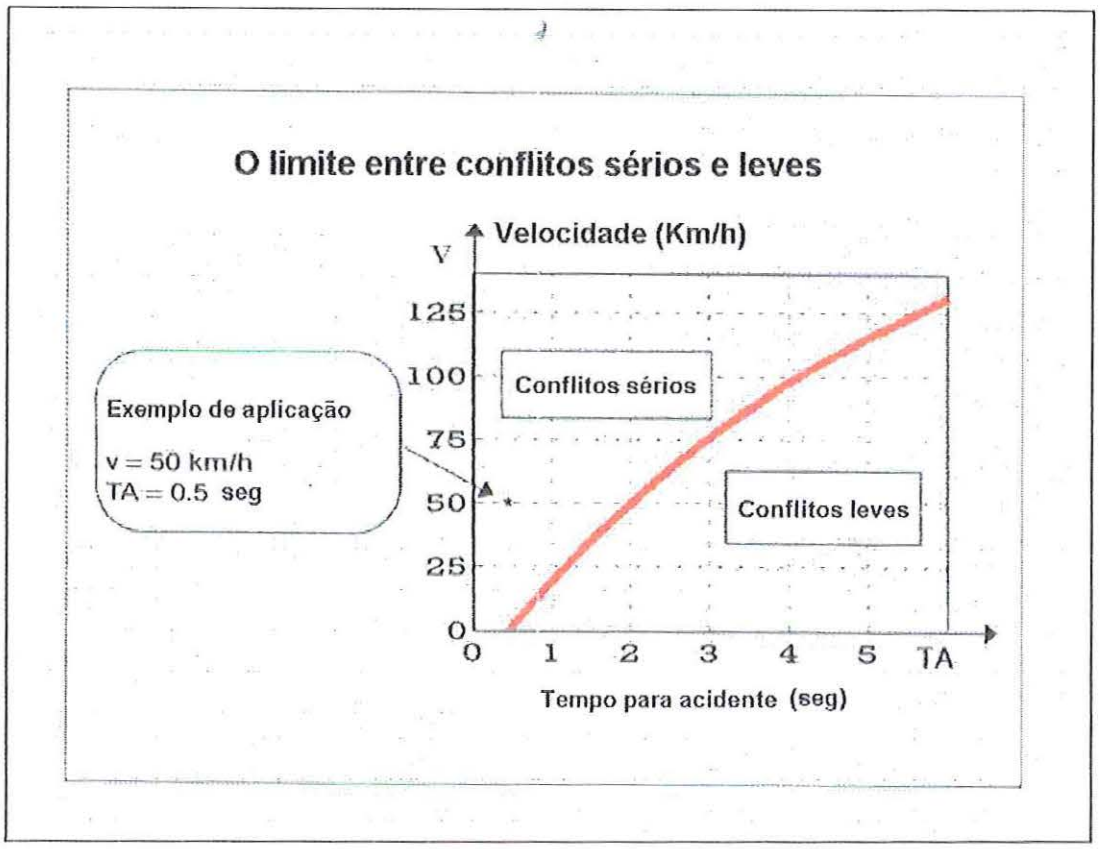


Figura 4.4 – Exemplo de classificação de conflito severo através de gráfico. Fonte: HYDÉN (1987).

Eliminam-se da análise os conflitos que não apresentam gravidade, ou seja, os conflitos que não são classificados como graves, pois pressupõe-se que exista uma relação direta entre risco de acidentes e conflitos graves.

Pode-se também, com certas ressalvas, analisar os conflitos através de uma ponderação onde os conflitos graves têm peso maior que os conflitos leves.

Também pode-se determinar pesos diferentes conforme os envolvidos no conflito, considerando que os conflitos envolvendo pedestres/ciclistas tenham conseqüências de 10 a 20 vezes mais graves de que aqueles envolvendo apenas veículos.

4.4 Considerações Finais

A utilização exclusiva dos dados de acidentes não se caracteriza como uma boa descrição das situações de segurança de tráfego. Um dos problemas é que o número de acidentes em locais específicos é normalmente pequeno, o que gera grandes variações de dados.

Para se ter um bom retrato da situação são necessários muitos anos de estudos. Isto faz com que muitas mudanças ocorridas durante o tempo maquiem os dados de acidentes, pois as alterações do uso e ocupação do solo alteram o comportamento do trânsito, fazendo com que os dados de acidentes disponíveis não representem as causas atuais dos mesmos.

Procurou-se dados de acidentes das interseções estudadas junto com a Polícia Militar e ao Departamento de Transportes e Trânsito da Prefeitura Municipal. Nenhum dos dois órgãos possuem banco de dados de acidentes que pudessem fornecer tais dados.

Esse é um problema enfrentado em vários municípios do Brasil, o que traz grandes dificuldades para determinar quais são as interseções mais críticas. Nessas situações, a utilização de Técnicas de Conflitos de Tráfego é fundamental para avaliar a insegurança da interseção em estudo.

Outro grande problema é que muitos acidentes não são registrados pela polícia e os dados dos registros policiais não trazem detalhes da ocorrência do acidente.

Além disso, a análise da segurança de tráfego baseada exclusivamente nos dados de acidentes impedem uma avaliação rápida das medidas implementadas pois será necessário aguardar alguns anos para se ter dados de acidentes suficientes para avaliação naquele local.

A análise é realizada após o fato, ou seja, os dados disponíveis, em muitos casos, são apenas das conseqüências e não das causas do acidente.

O número de conflitos registrados após alguns dias de estudos é muito maior que o número de acidentes registrados durante alguns anos. Daí a precisão dos dados de conflitos é maior em muito menos tempo.

A Técnica de Conflitos de Tráfego, em combinação com outros dados, é um instrumento efetivo quando se trata de analisar os problemas de segurança no trânsito e também para encontrar rapidamente medidas efetivas de correção dos problemas verificados.

A Técnica de Conflitos de Tráfego permite a análise da segurança viária em interseções ou trechos de vias de forma rápida e precisa.

5 APLICAÇÃO DA TÉCNICA SUECA DE ANÁLISE DE CONFLITOS DE TRÁFEGO

5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Técnica Sueca de Conflitos de Tráfego para avaliação da segurança viária em interseções da cidade de São Carlos foi escolhida devido à necessidade de obtenção de dados que pudessem fornecer subsídios, de forma rápida e precisa, para elaboração de propostas de solução dos problemas apresentados.

O treinamento, bem como aplicação dos conceitos da Técnica Sueca de Conflitos de Tráfego foi possível através da Disciplina Tópicos Especiais em Engenharia de Transportes – Segurança de Tráfego.

Esta disciplina foi ministrada pelos professores Lars Ekman, Sverker Almqvist e Christer Hydén, do Departamento de Engenharia e Planejamento de Tráfego da Universidade de Lund, Suécia.

A participação no curso de observadores possibilitou a consolidação dos conceitos aprendidos, discussão dos resultados obtidos e das propostas para as soluções das respectivas interseções.

5.2 INTERSEÇÕES ESTUDADAS

5.2.1 A cidade de São Carlos

A cidade de São Carlos está localizada na região Central do Estado de São Paulo. Possui aproximadamente 198.000 habitantes, podendo ser considerada uma cidade de porte médio.

É considerada a Capital da Tecnologia devido a presença de indústrias de alta tecnologia e a presença de duas Universidades públicas: a Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo e a Universidade Federal de São Carlos.

Também é considerada a cidade dos doutores, pois existe uma grande concentração de doutores que residem em São Carlos.

Além das duas Universidade públicas, ainda existem duas faculdades particulares: a Faculdade de Direito de São Carlos e a ASSER/UNICEF, que congregam vários cursos.

Devido à presença dessas instituições de ensino e das grandes indústrias, São Carlos possui um grande número de pessoas que exercem suas atividades na cidade, porém residem em outras cidades.

De acordo com dados de 2001, essa situação gera uma frota de veículos "flutuante", estimada em torno de 20.000 veículos. Somados aos 75.000 veículos registrados em São Carlos no ano de 2001 mais os veículos não registrados, estima-se que a frota da cidade de São Carlos chegue próximo a 100.000 veículos.

Como a cidade não possuí um Plano Diretor de desenvolvimento que permite o desenvolvimento organizado e racional da cidade, muitos bairros tem vias descontínuas e, estreitas. Em muitas vias as calçadas também são estreitas.

A cidade de São Carlos também possuí regiões de relevo acidentado e é cortada por grande quantidade de cursos d'água, além de possuir grande número de nascentes em seu perímetro urbano. Tal situação cria dificuldades de ligação do sistema viário, gerando problemas de continuidade do sistema de mobilidade da cidade.

A falta de políticas estruturadas ao longo dos anos na área de transporte e trânsito, geraram na cidade trechos e cruzamentos com altos índices de acidentes e com um elevado grau de periculosidade.

Os córregos que cortam a cidade, mais a ferrovia, que também corta a cidade, somadas ao fato de São Carlos ser circundada por rodovias, além dos limites naturais do relevo e as grandes áreas na região central que criam descontinuidade nas suas vias, tornam o trânsito de São Carlos bastante complexo, se comparado com outras cidades de mesmo porte.

5.2.2 Critérios para escolha das interseções

Os critérios utilizados para a escolha das interseções a serem objeto de estudo da aplicação da Técnica Sueca de Conflitos de Tráfego foram as reclamações dos usuários das vias do Município de São Carlos.

A escolha também baseou-se na experiência dos técnicos da Prefeitura Municipal de São Carlos. Outro fator que influenciou a escolha das interseções foi sua diversidade, de forma a permitir a aplicação da técnica em cruzamentos com características diferentes entre si.

5.2.3 Interseções Estudadas.

As interseções onde foi aplicada a Técnica Sueca de Conflitos de Tráfego foram:

a) Interseção: Avenida Getúlio Vargas x Rua Santa Filomena x Rua Padre Joaquim Botelho da Fonseca;

b) Interseção: Rua Coronel Leopoldo Prado x Avenida Grécia s Avenida Theodureto de Camargo;

c) Interseção: Dispositivo de acesso à USP na Avenida Trabalhador Sãocarlense – Antes da implantação de medidas corretivas e após a implantação das medidas corretivas;

d) Interseção: Avenida São Carlos x Avenida Eugênio de Andrade Egas;

e) Interseção: Avenida Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni;

Os estudos de conflitos de tráfego nas interseções a, b e c foram realizados em conjunto com Eng. Mario Rivera Hérnandez, que apresentou os resultados dos estudos em sua dissertação de Mestrado na Universidade de Tecnologia Lulea, Suécia. HERNÁNDEZ (2001).

A Figura 5.1 mostra o mapa da cidade de São Carlos apontando as interseções estudadas.

FIGURA 5.1 – Mapa da cidade de São Carlos com as interseções estudadas.

5.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

Foram realizados os seguintes levantamentos de campo:

1. **Dados da geometria das interseções estudadas;**

Foram levantados os dados de largura das vias e dos canteiros centrais, bem como os ângulos de cruzamento entre as vias que compõem a interseção. Para tanto foi utilizada uma trena comum e a base cartográfica digital da Prefeitura Municipal de São Carlos.

Com estes dados desenhou-se os *croquis* de cada interseção em estudo para avaliação das possíveis propostas de melhorias.

2. **Dados de velocidade dos veículos que transitam nas vias preferências ou principais da interseção em estudo;**

Foram levantados os dados de velocidade dos veículos que transitam pelas vias preferenciais. Nas interseções semaforizadas, os dados de velocidade foram levantados nas vias principais.

Quando não definia-se a via principal, considerava-se as duas vias que compõem a interseção como vias principais. Dessa forma as velocidades foram medidas em ambas as vias.

Para realização desses estudos determinou-se 2 (dois) pontos de controle, distantes entre si de 30 (trinta) metros e mediu-se, através de um cronômetro digital, o tempo gasto para cada veículo percorrer o espaço em referência. Através da relação espaço/tempo, determinou-se as velocidades dos veículos. Estas velocidades foram medidas nas proximidades de cada interseção.

Foram registrados os tempos para percorrer os 30 metros de 120 (cento e vinte) veículos, para que se pudesse ter uma boa amostra das velocidades desenvolvidas nas respectivas vias.

Procurou-se realizar este estudos nos horários de pico (das 07:00h às 09:00h, das 11:00h às 14:00h e das 16:30h às 18:30h). O tempo de estudo em cada interseção foi variável de acordo com o volume veicular.

Nos casos onde percebeu-se altos volumes de veículos, tentou-se analisar as velocidades nos períodos onde o fluxo de veículos aparentava ser mais crítico.

Para determinação do período de maior fluxo de veículos realizou-se um estudo prévio, investigativo, para determinação do respectivo período.

Assim, têm-se elaborado gráfico de velocidades para cada uma das vias estudadas. No caso de estudo de velocidade em vias de sentido duplo de circulação, elaborou-se um gráfico para cada sentido.

3. Análise da sinalização viária existente nos cruzamentos;

A análise da sinalização deu-se através de auditoria de campo, onde verificou-se a sinalização existente na interseção em estudo e a sinalização precedente a cada uma das interseções.

Este estudo visou analisar se a sinalização existente era respeitada pelos motoristas. No caso da sinalização precedente ao cruzamento, o estudo visou analisar se o comportamento do motorista era alterado devido a sinalização existente.

4. Estudo do fluxo de veículos;

Para realização dos estudos de fluxo de veículos, realizou-se contagem manual de cada movimento permitido na interseção. Os movimentos proibidos não foram considerados.

Considerou-se, para cálculo do volume equivalente, os fatores 2,0 para ônibus e caminhões e 0,5 para motos. No caso dos carros, pedestres e bicicletas, utilizou-se o fator 1,0.

Os estudos de volume de veículos se concentraram no período de 2 (duas) horas, contadas nos períodos das 07:00h às 09:00h e das 11:00h às 14:00h.

Para análise da interseção utilizou-se os dados de maior fluxo horário dentro dos períodos de estudo.

5. Estudo dos conflitos de tráfego;

A realização da análise dos conflitos de tráfego deu-se conforme já colocado no item 4 da Introdução.

Antes de iniciar os estudos, determinou-se os pontos de posicionamento dos observadores, de forma que os mesmos pudessem ver a interseção e se proteger do sol.

Procurou-se realizar os estudos de conflitos de tráfego nos horários de pico. As observações foram realizadas entre as 07:00h e 09:00h, entre 11:00h e 14:00h e entre 16:00h e 18:30h.

Em cada interseção foram realizadas 18 horas de análise de conflitos de tráfego, com exceção da interseção 1, onde foram realizadas 17 horas de estudos.

Para tanto, foram necessários, em cada interseção, 3 (três) dias de estudos para completar 18 (dezoito) ou 17 (dezessete) horas.

Os conflitos de tráfego verificados foram anotados no formulário padrão, conforme apresentado na Figura 4.1.

A partir desses dados, calculou-se os Tempo de Acidentes (TA) para verificar a severidade dos conflitos anotados. Os conflitos não severos foram

desconsiderados da análise e os conflitos severos foram divididos de acordo com sua severidade.

Foram elaborados "croquis" com a localização aproximada dos conflitos estudados, determinando a severidade de cada um deles. Também elaborou-se gráficos das severidades dos conflitos para cada uma das interseções estudadas.

6. Proposta de melhoria da segurança viária nas interseções;

Com todas as informações processadas e analisadas, foram elaboradas propostas para melhorias das interseções em estudo.

Procurou-se desenvolver três alternativas de intervenção em cada interseção. Cada uma delas é apresentada em um "*croquis*", tentando determinar aquela considerada a mais eficiente para a interseção em estudo.

No caso da interseção 3 (dispositivo de acesso à USP pela Av. Trabalhador Sãocarlense), onde uma das propostas foi implantada, realizou-se estudos antes e depois. Dessa forma, foi possível verificar se os dados coletados após a implantação da proposta estavam próximo dos esperados.

5.4 Resultados

5.4.1 Interseção Avenida Getúlio Vargas x Rua Santa Filomena x Rua Padre Joaquim Botelho da Fonseca

A interseção em referência é apresentada na Figura 5.2.

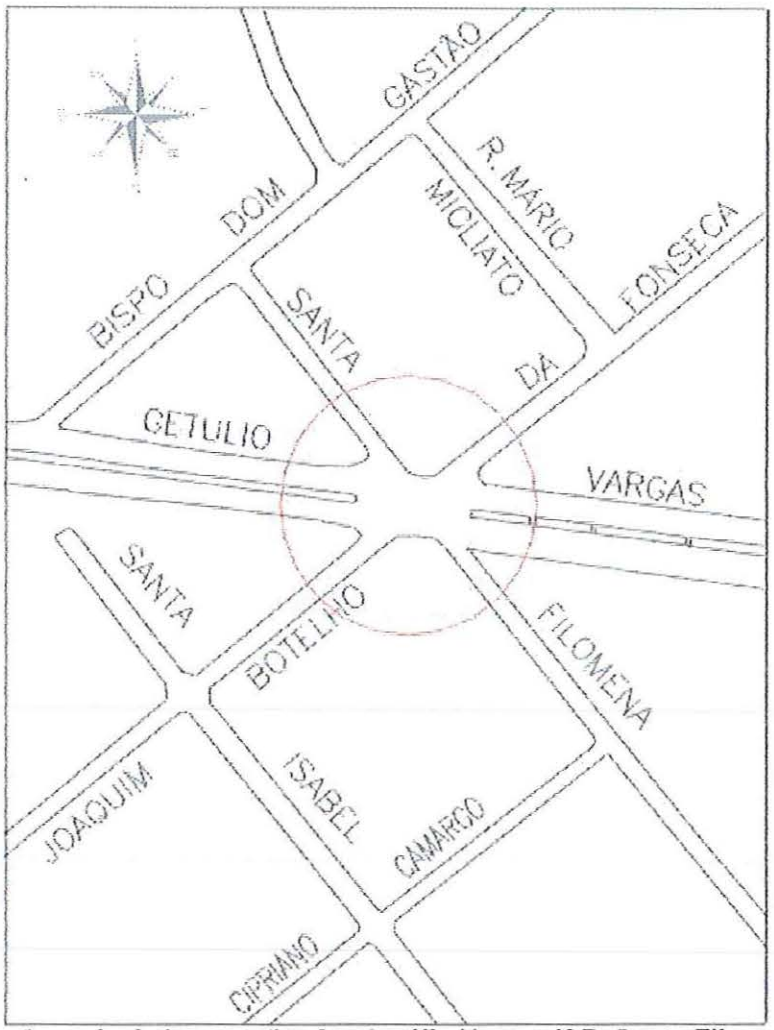


FIGURA 5.2 – Croquis da interseção: Av. Getúlio Vargas X R. Santa Filomena x Rua Padre Joaquim Botelho da Fonseca.

Nota-se que existe um espaço bastante amplo no centro da interseção que causa grande desconforto aos motoristas devido a inexistência de disciplina dos movimentos veiculares.

Na Figura 5.3 são apresentados os volumes veiculares e de pedestres na hora pico.

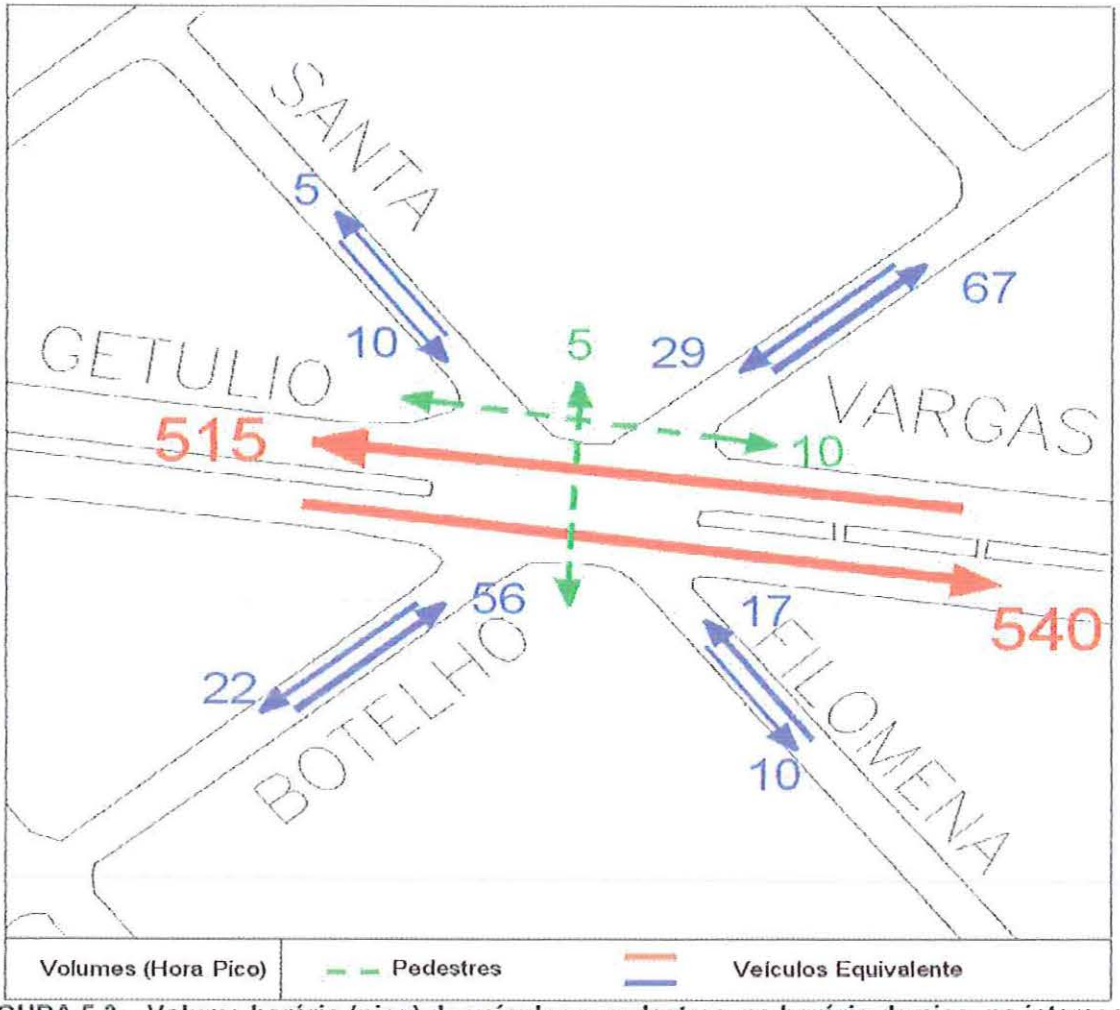


FIGURA 5.3 – Volume horário (pico) de veículos e pedestres, na horário de pico, na interseção da Av. Getúlio Vargas x Rua Santa Filomena.

Observa-se claramente que o volume de veículos que transitam pela Av. Getúlio Vargas é muito superior ao volume de veículos que transitam pelas ruas transversais.

Isso ocorre porque a Av. Getúlio Vargas é via estrutural do sistema de mobilidade da cidade de São Carlos, que interliga vários bairros, além de ser uma das principais vias de entrada e saída do município.

O gráfico da Figura 5.4 apresenta apenas as velocidades observadas na Avenida Getúlio Vargas, nos dois sentidos, pois esta é a via preferencial no cruzamento.

Observa-se na Figura 5.4 que no sentido Bairro - Centro, aproximadamente 64% dos veículos desenvolvem velocidades igual ou acima de 60 km/h, limite máximo permitido para a via.

No sentido Centro - Bairro, aproximadamente 46% dos veículos desenvolvem velocidades igual ou acima de 60 km/h.

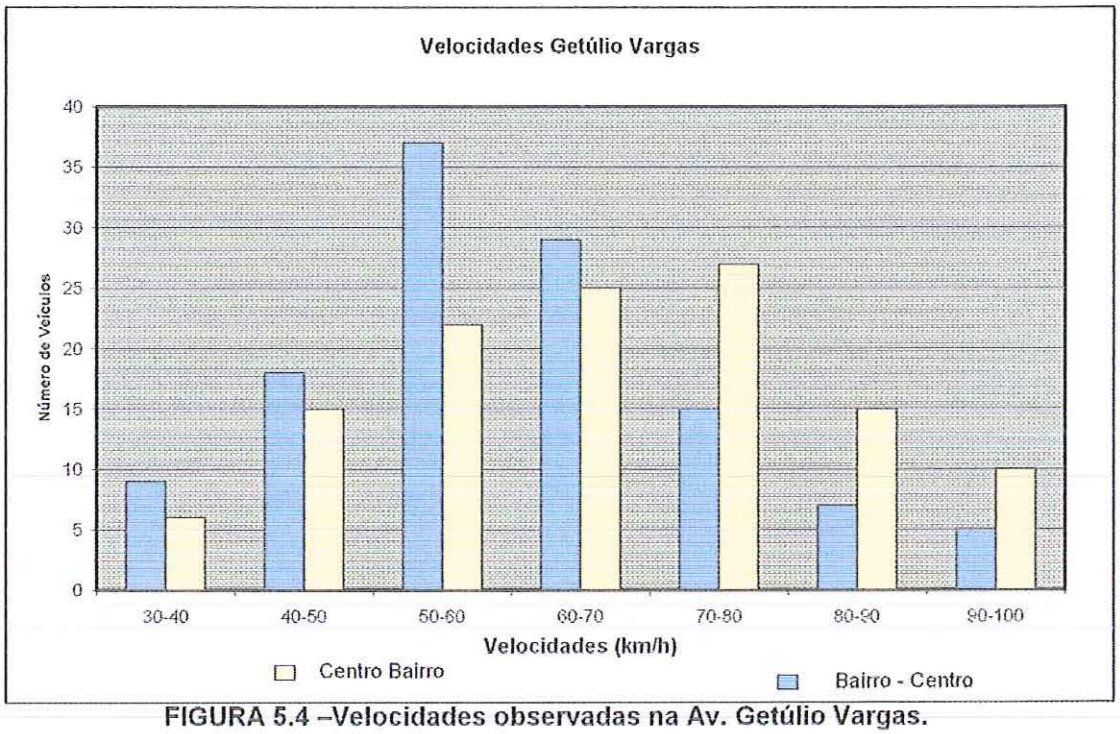


FIGURA 5.4 –Velocidades observadas na Av. Getúlio Vargas.

Esta diferença de velocidades deve-se, principalmente, ao fato de ser uma via de acesso à cidade. Dessa forma, os motoristas que transitam pela via ainda mantém as velocidades desenvolvidas na rodovia.

Outro fato que influencia nesta diferença é que no sentido Bairro – Centro a via apresenta um longo trecho em declive que induz ao aumento de velocidade.

Além disso, no sentido oposto existe um semáforo 250 metros antes do cruzamento, o que proporciona uma redução de velocidade.

A Tabela 5.1 apresenta os dados coletados em campo referente aos conflitos de tráfego.

Tabela 5.1 – Dados Coletados: Av. Getúlio Vargas x Rua Santa Filomena.

Horas de observações	17
Total de conflitos observados	20
Conflitos Severos	15
Conflitos Severos / Horas de observação	0,88
Conflitos Severos Abalroamento Transversal	3
Conflitos Severos Colisão Traseira	4
Conflitos Severos Colisão Frontal	2
Conflitos Severos Abalroamento Lateral	5
Conflitos Severos com Pedestres / Ciclistas (Atropelamento)	1
Conflitos de Severidade "A"	5
Conflitos de Severidade "B"	4
Conflitos de Severidade "C"	7

A Figura 5.5 mostra os conflitos verificados, posicionando-os dentro da interseção em estudo. Esta figura é particularmente importante pois permite verificar claramente a "Zona de Conflitos" da interseção em estudo.

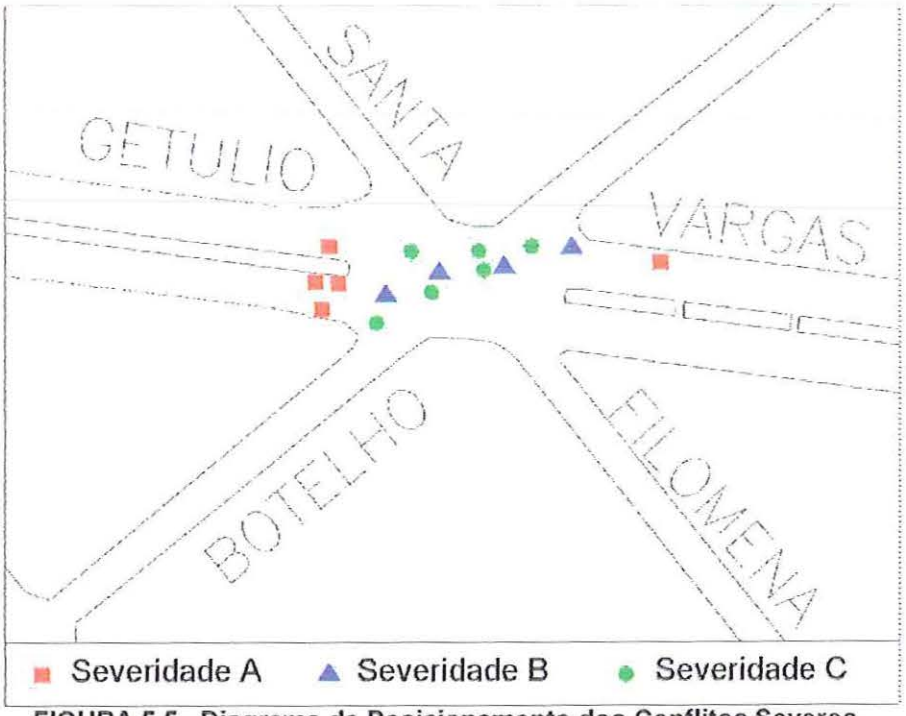


FIGURA 5.5 –Diagrama de Posicionamento dos Conflitos Severos.

Observa-se que grande parte dos conflitos de tráfego registrados na interseção ocorrem em decorrência das conversões à esquerda, principalmente pelo fato do canteiro central não possuir largura suficiente para armazenar um veículo e pela falta de disciplina dos motoristas na área central da interseção.

Apresenta-se na Figura 5.6 o gráfico de Tempo de Acidente dos conflitos registrados.

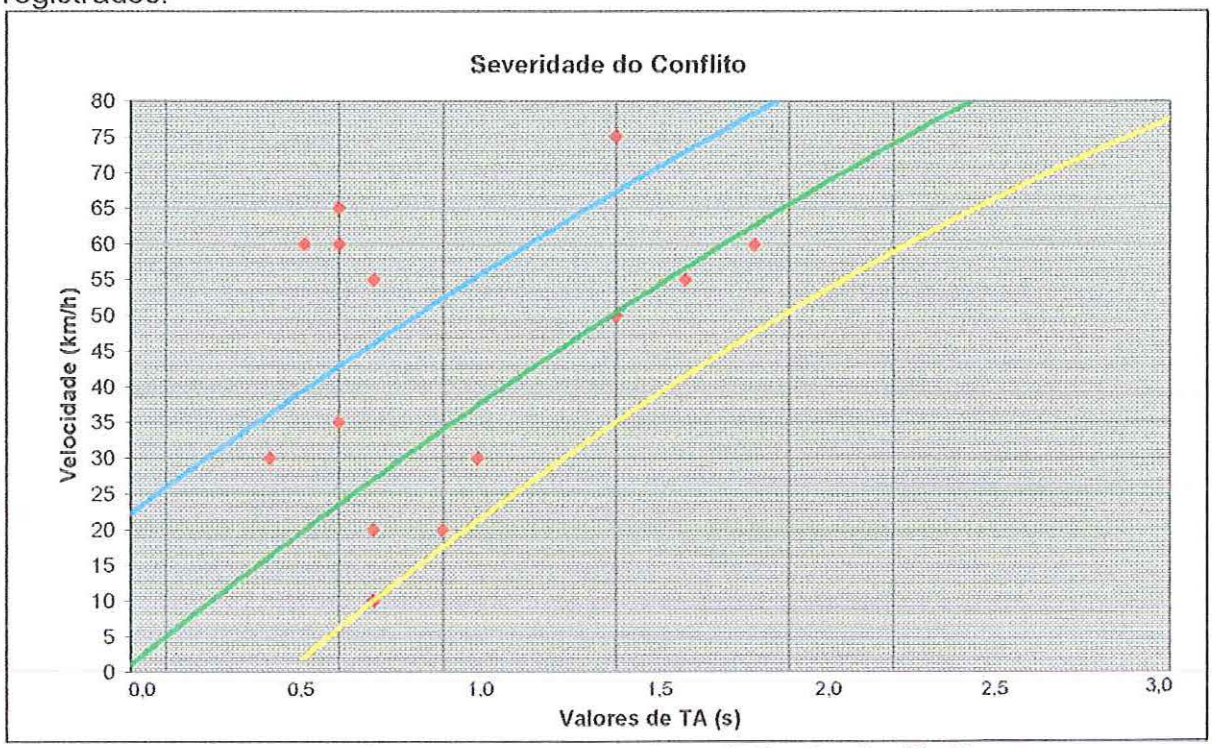


FIGURA 5.6 –Gráfico do Tempo de Acidente (TA) – Av. Getúlio Vargas.

Os principais problemas verificados na interseção em estudo foram:

a) A geometria da interseção não deixa claro aos usuários sobre quem tem a prioridade de movimento;
b) Para realizarem as conversões à esquerda, os veículos ocupam um trecho da faixa de rolamento;
c) Altas velocidades desempenhadas pelos veículos que transitam pela Av. Getúlio Vargas;
d) Grande tempo de espera dos motoristas que transitam pelas ruas transversais, obrigando-os a realizarem manobras inseguras para conseguirem atravessar a via;

e) As aberturas existentes no canteiro central da Av. Getúlio Vargas para facilitar a travessia não é utilizada pelos pedestres, que participam dos conflitos na interseção;
f) Más condições de travessia para pedestres e ciclistas devido às altas velocidades dos veículos;

Para solução dos problemas apresentados foram geradas três alternativas de intervenção.

a) Primeira Alternativa: Fechamento do Canteiro Central.

A alternativa mais radical seria o fechamento do cruzamento com o prolongamento do canteiro central da Av. Getúlio Vargas, obrigando todos os veículos a procurarem outros locais para realizarem a travessia da avenida.

Dessa forma, todos os conflitos seriam eliminados, porém proporcionaria aumento da velocidade dos veículos que transitam pela Av. Getúlio Vargas, prejudicando ainda mais a travessia de pedestres e ciclistas. A mobilidade veicular seria bastante prejudicada.

Como alternativa para redução de velocidade dos veículos, poderiam ser implantados sonorizadores ou faixas de estímulo a redução de velocidade.

Seria mantida a passagem de pedestres e ciclistas no canteiro central. Dessa forma, os resultados esperados seriam:

- Melhoramento da geometria da interseção;
- Eliminação dos conflitos no cruzamento;

b) Segunda Alternativa: Ordenamento viário sem utilização de semáforo.

Neste caso seriam proibidas todas as conversões à esquerda, obrigando os veículos a contornarem a quadra.

As vantagens dessa medida seriam: canalização dos fluxos, melhoramentos da geometria, redução dos conflitos por cruzamento da Av. Getúlio Vargas, eliminação dos conflitos frontais e melhoramento das condições de travessia dos pedestres.

Para forçar a redução de velocidade, propõe-se a implantação de radar fixo nas proximidades do cruzamento.

Um problema que não seria solucionado, é a necessidade de ocupação das faixas de rolamento pelos veículos que realizarem as conversões à esquerda ou que fossem cruzar a Av. Getúlio Vargas.

c) Terceira Alternativa: Ordenamento viário com implantação de semáforo.

Nesse caso todos os problemas seriam eliminados, uma vez que seriam proibidas as conversões à esquerda e a travessia da Av. Getúlio Vargas seria realizada de uma vez, sem a necessidade de aguardar junto ao canteiro central.

Os problemas com o excesso de velocidade seriam amenizados devido a presença do semáforo, porém não solucionados. A implantação de radar fixo nas proximidades do cruzamento é medida proposta para forçar a redução de velocidade.

Um problema que seria enfrentado com a implantação do semáforo seria a interrupção do fluxo de veículos na Av. Getúlio Vargas mesmo quando não houvessem veículos ou pedestres para cruzarem a via. Para tanto propõe-se a implantação de semáforo atuado pelo tráfego, de forma a minimizar os atrasos na interseção devido ao baixo volume de veículos nas vias transversais.

A Figura 5.7 ilustra a solução proposta, implantando-se sentido único de circulação em todas as vias que compõe o novo sistema de trânsito.

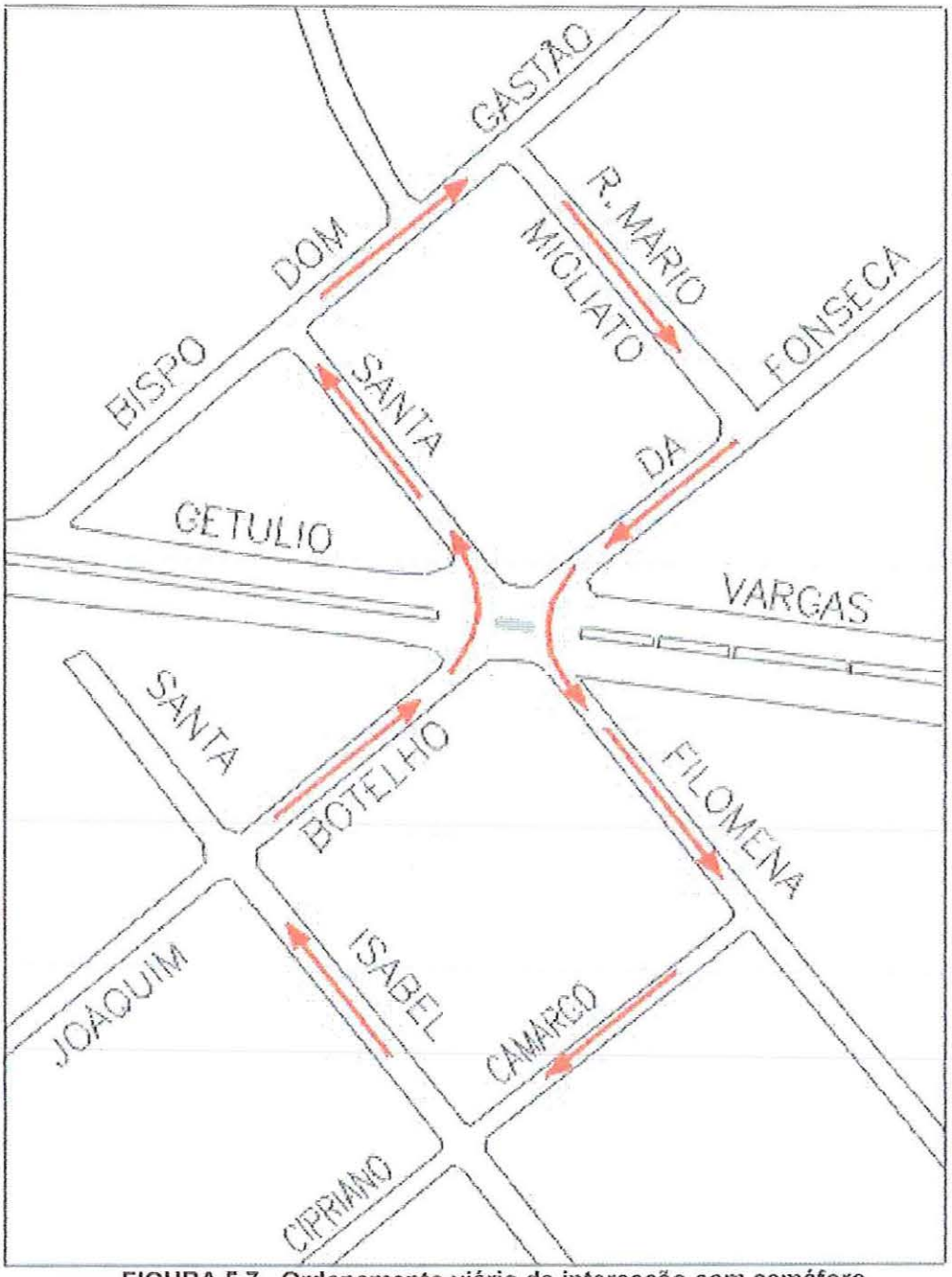


FIGURA 5.7 –Ordenamento viário da interseção com semáforo.

A Figura 5.8 apresenta detalhes da interseção que deverá receber ilha no canteiro central para disciplinar os movimentos dos veículos e dar suporte para travessia de pedestres, além do aumento do canteiro central existente para reduzir as faixas de rolamento.

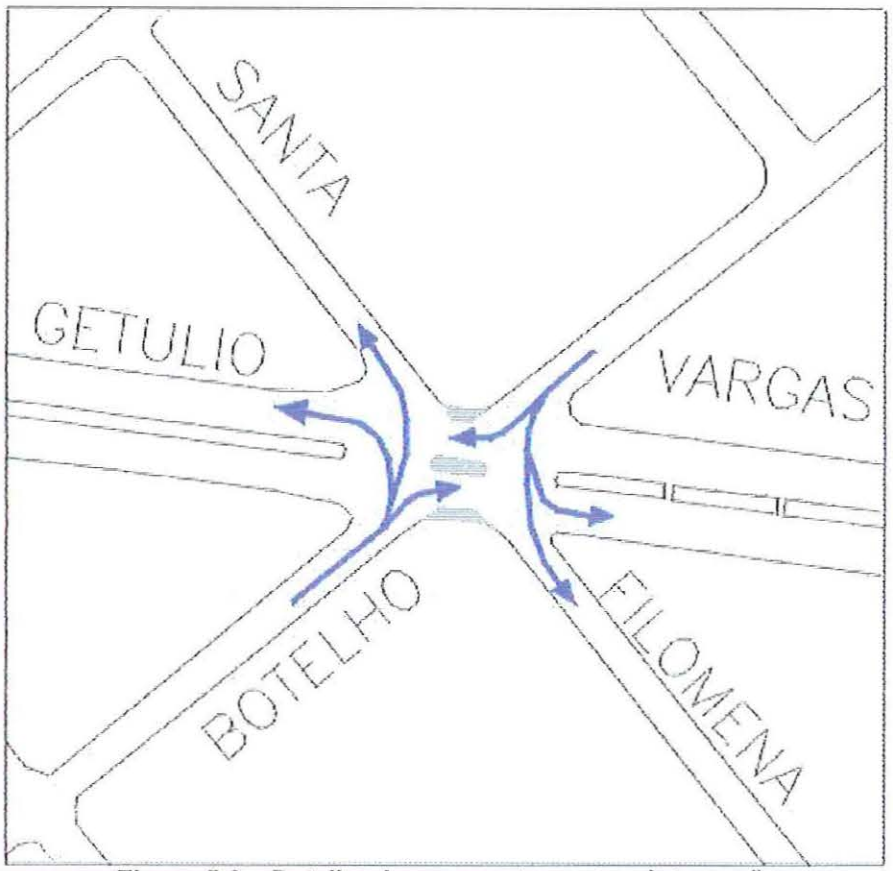


Figura 5.8 – Detalhe das propostas para a interseção.

Essa proposta é a que apresenta a melhor solução para os problemas verificados, pois permite travessia mais segura para pedestres e possibilita a redução de velocidade dos veículos, mantendo a acessibilidade aos bairros adjacentes e organizando o trânsito na interseção, deixando claro a prioridade de tráfego no local.

O custo de implantação é elevado, uma vez que se faz necessária a aquisição de conjunto semafórico e radar.

5.4.2 Interseção Rua Coronel Leopoldo Prado x Avenida Grécia x Avenida Theodureto de Camargo

A interseção em referência é apresentada na Figura 5.9.

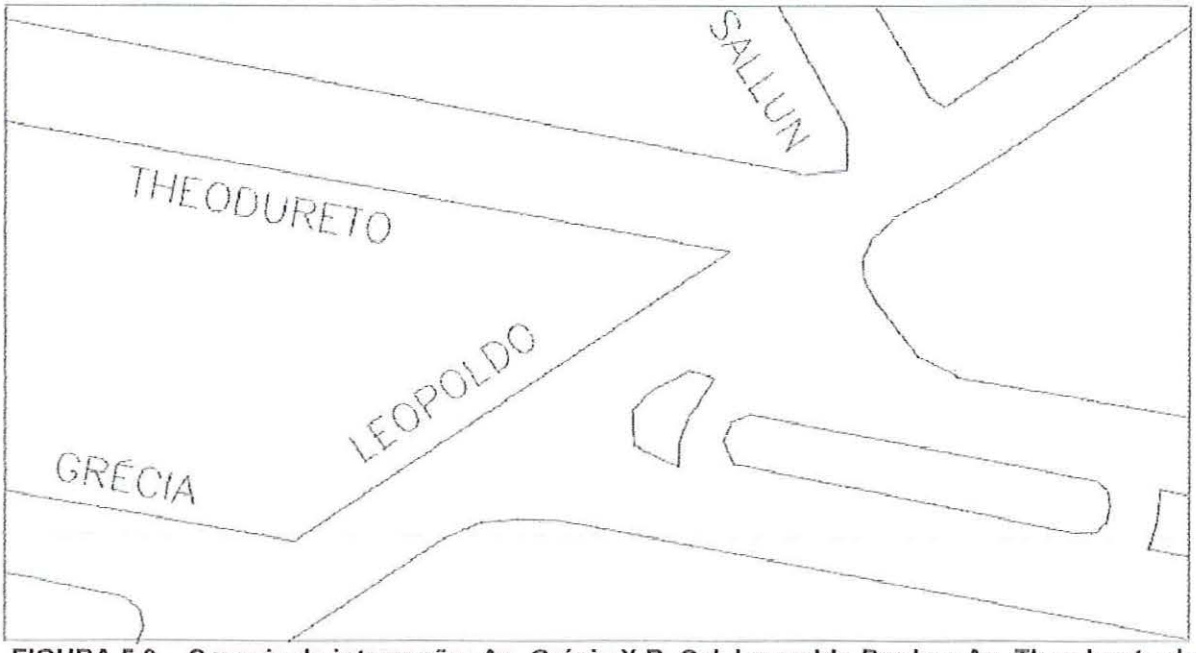


FIGURA 5.9 – Croquis da interseção: Av. Grécia X R. Cel. Leopoldo Prado x Av. Theodureto de Camargo.

Nota-se que a interseção é bastante extensa e que não há continuidade das Avenidas Grécia e Theodureto de Camargo, Verifica-se que a Avenida Sallun está localizada próxima a interseção, causando grandes problemas devido a possibilidade de acesso à mesma pela Rua Cel. Leopoldo Prado nos dois sentidos.

A Figura 5.10 apresenta os volumes de veículos e pedestres na hora pico, onde observa-se que o volume de veículos na Av. Grécia e Av. Theodureto de Camargo, bem como da Rua Cel. Leopoldo Prado são bastante elevados.

Os volumes de veículos nas vias que formam a interseção são elevados causando grandes atrasos aos veículos que circulam pelas Av. Grécia e Av. Theodureto de Camargo, uma vez que a preferência de passagem é dos veículos que transitam pela Rua Cel. Leopoldo Prado.

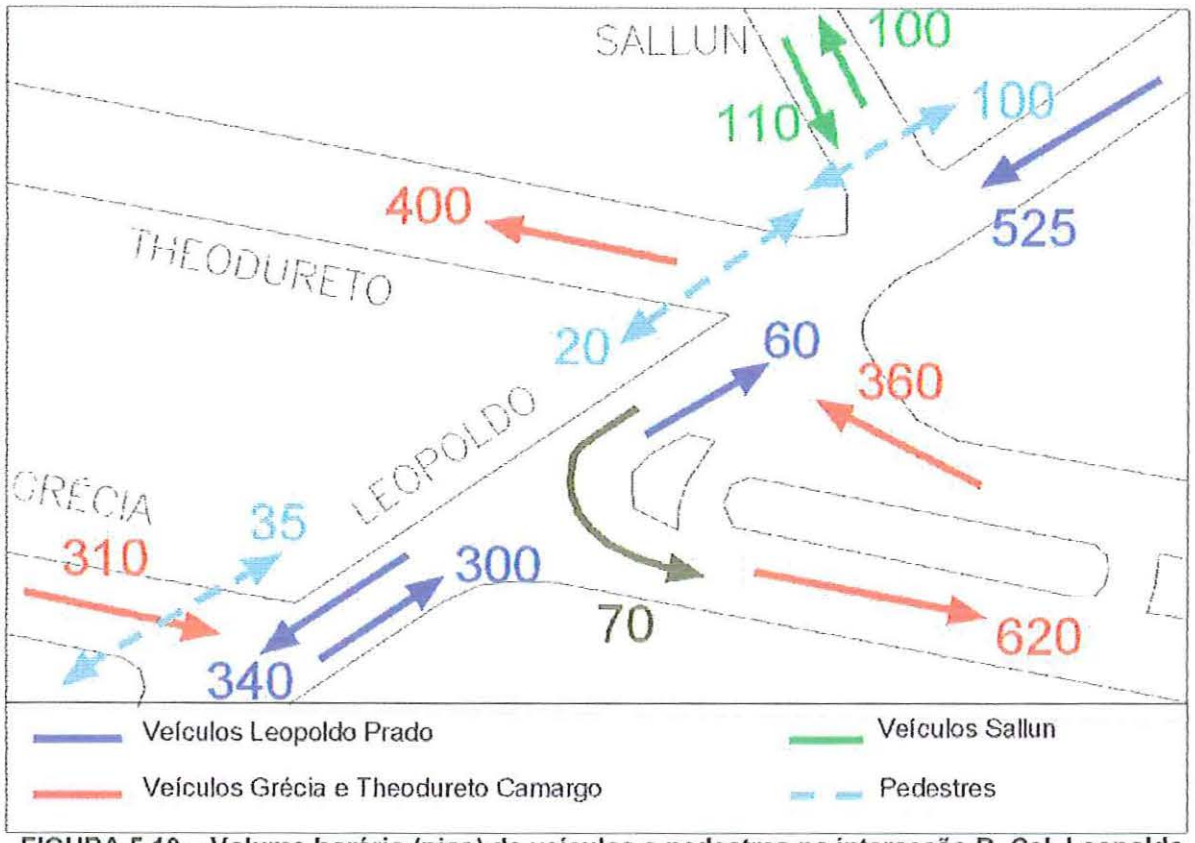


FIGURA 5.10 – Volume horário (pico) de veículos e pedestres na interseção R. Cel. Leopoldo Prado x Av. Grécia.

O grande volume veicular deve-se ao fato de que as Avenidas Grécia e Theodureto de Camargo interligarem uma região industrial com a Vila Prado, área mais populosa do município, e com o Shopping Center Iguatemi possibilitando ainda acesso expresso a vários bairros.

A Rua Cel. Leopoldo Prado é caracterizada como uma via coletora que interliga vários bairros da cidade, sendo a única opção em traçado retilíneo e contínuo.

Como a preferência de passagem no cruzamento é dos veículos que transitam pela Rua Coronel Leopoldo Prado, o levantamento das velocidades somente foi realizado para esta via.

O gráfico da Figura 5.11 apresenta as velocidades observadas na Rua Coronel Leopoldo Prado, nos dois sentidos.

Nota-se que em ambos os sentidos aproximadamente 69% dos veículos desempenham velocidades de até 50 km/h, compatível com a via.

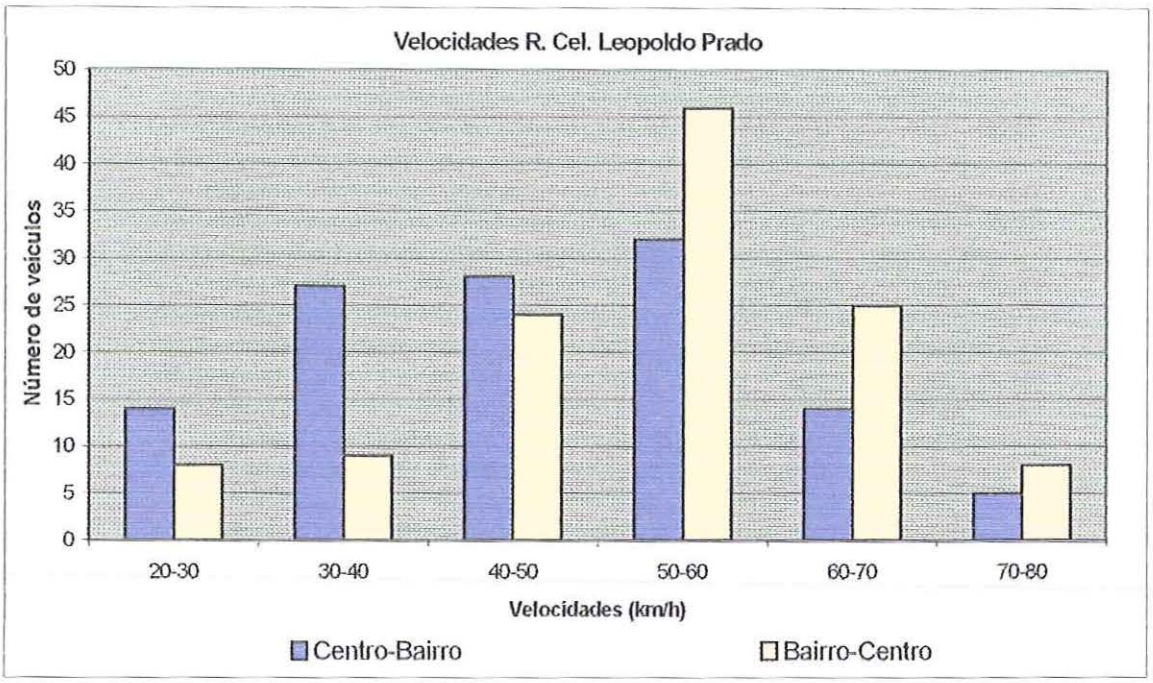


FIGURA 5.11 –Velocidades observadas na Rua Coronel Leopoldo Prado.

A partir dos dados apresentados pelo gráfico da Figura 5.12 pode-se verificar que os conflitos graves são bem menores se comparados com os conflitos verificados na Av. Getúlio Vargas apresentados na Figura 5.5. Nesta interseção o problema mais grave são as conversões à esquerda permitidas em todas as direções.

Nota-se ainda que a geometria do cruzamento, principalmente na região formada pela R. Cel. Leopoldo Prado, Av. Theodureto de Camargo e Av. Sallun, aumenta a indecisão dos motoristas, sendo o local onde ocorrem a maior parte dos conflitos.

Apresentam-se na Tabela 5.2 os dados coletados em campo.

Tabela 5.2 – Dados Coletados: Rua Cel. Leopoldo Prado x Av. Grécia x Av. Theodureto de Camargo.

Horas de observações	18
Total de conflitos observados	25
Conflitos Severos	20
Conflitos Severos / Horas de observação	1,11
Conflitos Severos Abalroamento Transversal	7
Conflitos Severos Colisão Traseira	5
Conflitos Severos Colisão Frontal	0
Conflitos Severos Abalroamento Lateral	1
Conflitos Severos com Pedestres / Ciclistas (Atropoelamento)	7
Conflitos de Severidade "A"	1
Conflitos de Severidade "B"	4
Conflitos de Severidade "C"	15

A Figura 5.12 apresenta as severidades dos conflitos que ocorreram na interseção em estudo, mostrando a região mais crítica do cruzamento.

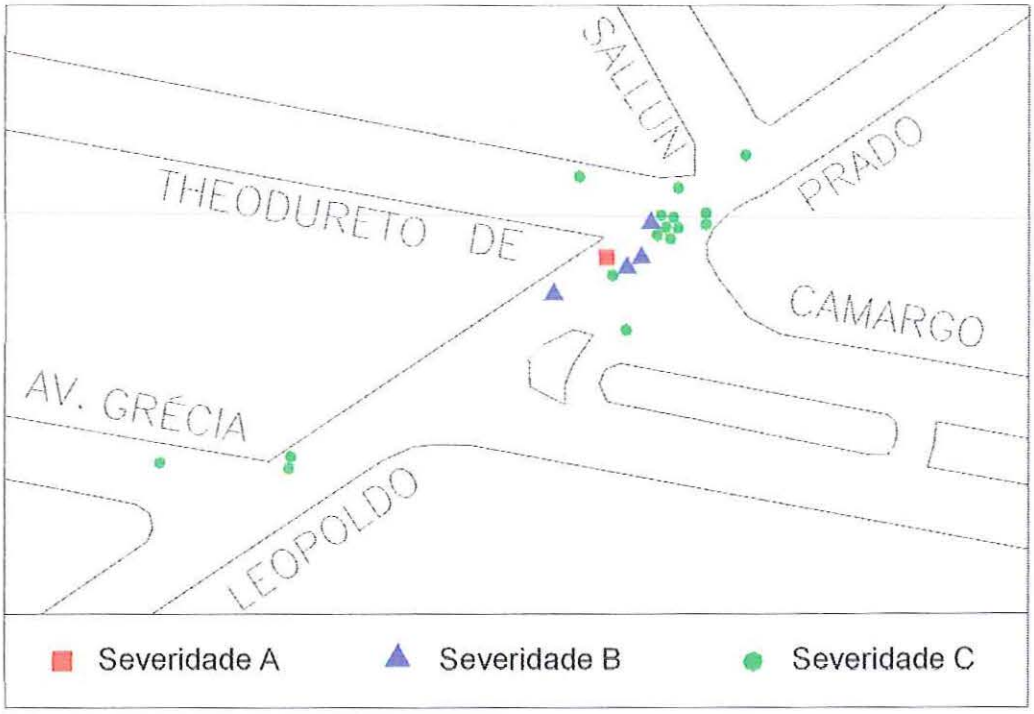


FIGURA 5.12 – Localização e severidade dos conflitos na interseção da Rua Cel. Leopoldo Prado x Av. Theodureto de Camargo.

Na Figura 5.13 apresenta-se o gráfico de Tempo de Acidente dos conflitos registrados no cruzamento.

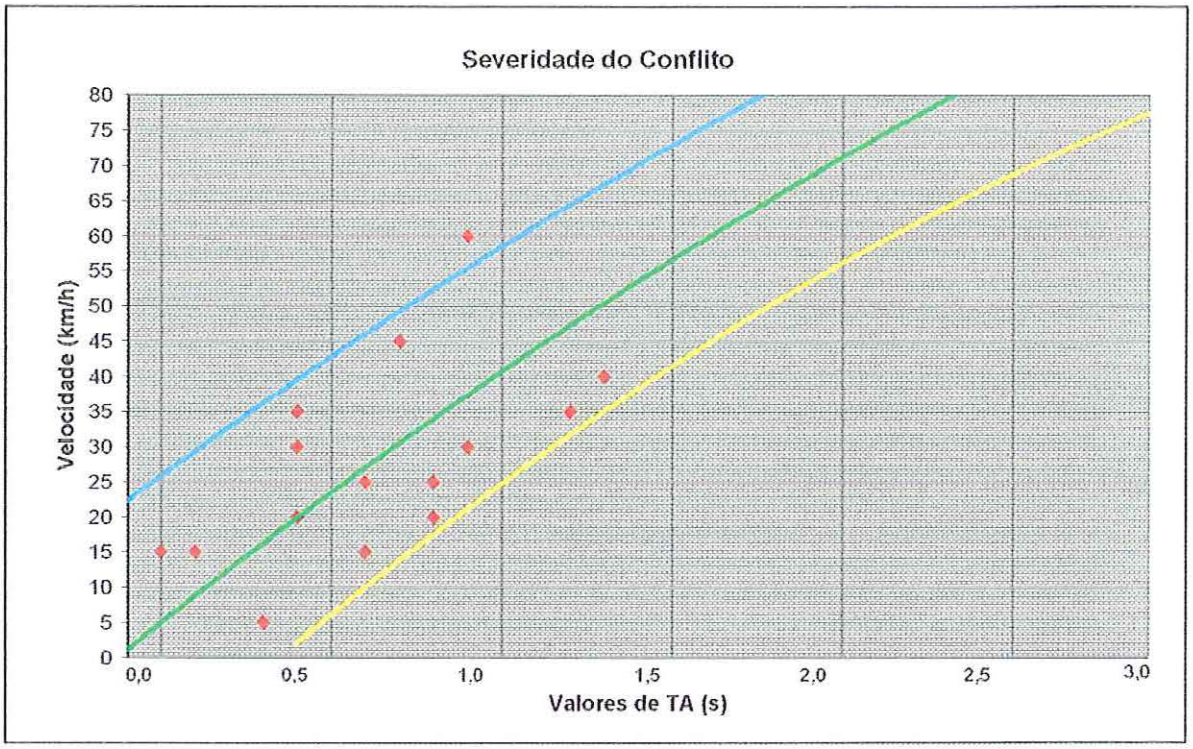


FIGURA 5.13 –Gráfico do Tempo de Acidente (TA).

A seguir estão relacionados os principais problemas verificados.

a) Conversões à esquerda interrompem a faixa de rolamento;
b) Grande quantidade de movimentos conflitantes;
c) Grande espera dos motoristas que transitam pelas Av. Grécia, Sallun e Theodureto de Camargo, obrigando-os a realizarem manobras inseguras para conseguirem atravessar a via;
d) Desobediência às regras de trânsito dos veículos que transitam pela Rua Cel. Leopoldo Prado;
e) Péssimas condições de travessia para pedestres e ciclistas devido ao grande número de movimentos e condições geométricas da via;
f) Falta de sinalização adequada;
g) Péssima condição de visibilidade para os motoristas, principalmente aqueles que trafegam pela Av. Grécia para atravessarem a R. Cel. Leopoldo Prado.

Para solução dos problemas apresentados, foram geradas três alternativas de intervenção.

a) Primeira Alternativa: Ordenamento do tráfego sem utilização de semáforos.

Esta medida visa um ordenamento do fluxo de veículos simplificando os movimentos possíveis, canalizando os veículos, eliminando os conflitos por manobras ilegais em desobediência a sinalização e melhorando a travessia dos pedestres.

Não seria eliminado o tempo de espera dos veículos que transitam pelas Av. Grécia e Theodureto de Camargo, além dos problemas sérios de falta de visibilidade no local.

b) Segunda Alternativa: Implantação de Rotatória.

Neste caso seria utilizado uma parte do canteiro central existente entre a Av. Grécia e a Av. Theodureto de Camargo para implantação da rotatória.

As vantagens dessa medida seriam a canalização dos fluxos, melhoramentos da geometria, redução dos conflitos, aumento da visibilidade dos motoristas, diminuição do tempo de espera dos usuários do cruzamento. Não seria solucionado o problema da travessia dos pedestres e esta intervenção requer grandes investimentos por parte da Municipalidade.

c) Terceira Alternativa: Ordenamento viário com implantação de semáforo.

Nesse caso o ordenamento seria idêntico ao proposto pela primeira alternativa, com implantação de semáforo para controle da interseção.

As vantagens da implantação dessa medida seriam a democratização do tempo de espera, a melhoria da travessia dos pedestres, organização do fluxo de veículos na interseção e redução drástica dos conflitos.

A grande desvantagem seria o aumento do atraso médio dos usuários, principalmente nos horários de entre picos. Para tanto propõe-se implantar planos especiais para tais horários visando a redução dos atrasos.

Outra desvantagem é o desvio de tráfego da rua Cel. Leopoldo Prado que transitam no sentido Bairro - Centro, obrigando-os a passarem duas vezes pelo cruzamento para acessar a Rua Theodureto de Camargo.

Na Figura 5.14 apresenta-se os movimentos possíveis propostos para o cruzamento e referência.

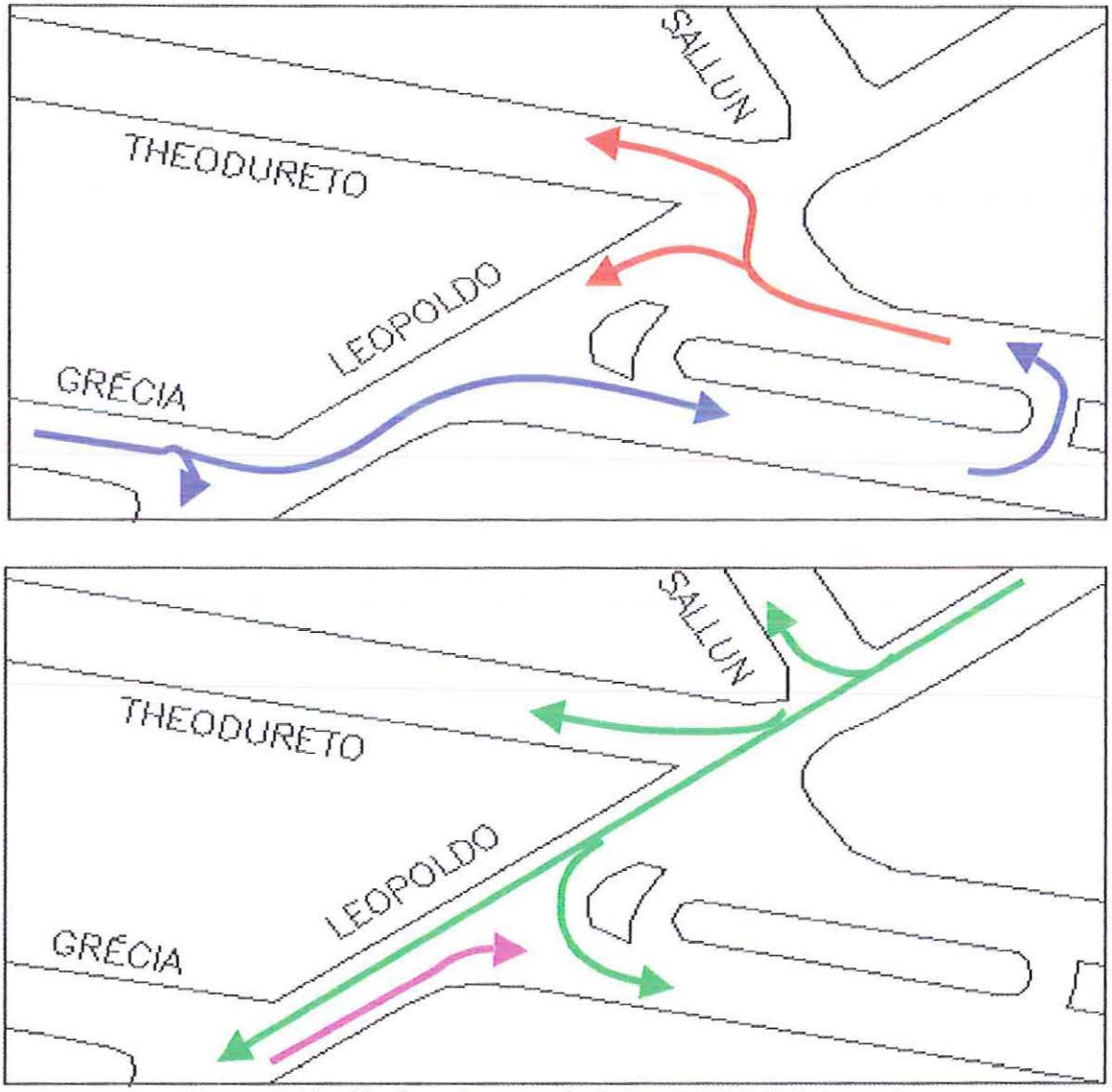


Figura 5.14 – Movimentos possíveis propostos da interseção.

A terceira opção apresenta-se, a princípio, como a mais adequada para o atendimento aos problemas verificados, pois permite o cruzamento dos veículos e pedestres de forma protegida, eliminando os problemas de visibilidade e organizando o fluxo de veículos.

Como já descrito anteriormente apenas o acesso à Av. Sallun ficará prejudicado, porém como o de veículos de conversão e retorno é relativamente baixo se comparado com o volume de veículos que utilizam a interseção.

5.4.3 Interseção Dispositivo de acesso a USP na Avenida Trabalhador Sãocarlense.

A interseção em referência é apresentada na Figura 5.15.

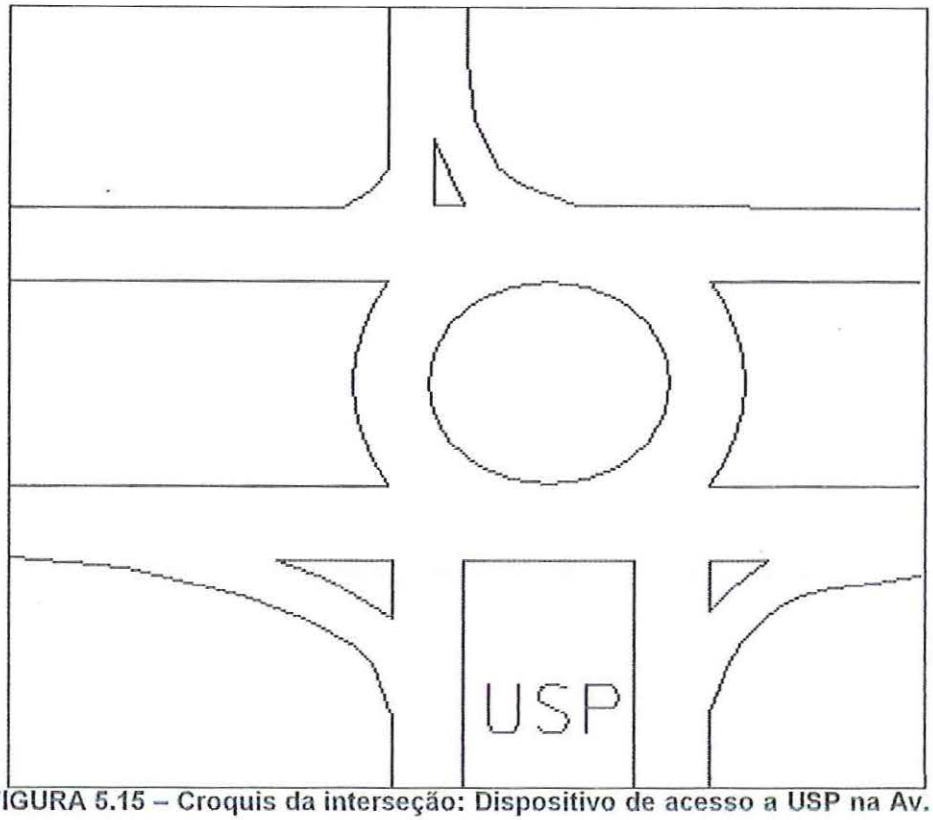


FIGURA 5.15 – Croquis da interseção: Dispositivo de acesso a USP na Av. Trabalhador Sãocarlense.

Nota-se que a interseção não se configura como uma rotatória e sim como um dispositivo de acesso/retorno. Isto fica bastante claro quando se está transitando pela Av. Trabalhador Sãocarlense, pois os veículos não são obrigados a realizar deflexão para transpor o dispositivo, incentivando a continuidade da velocidade em que estavam transitando.

Devido ao pequeno raio do dispositivo se faz necessária a obrigatoriedade de parada aos veículos que transitam pela Avenida Trabalhador Sãocarlense, pois a caixa de acomodação dos veículos neste dispositivo é pequena.

A Figura 5.16 apresenta os volumes de veículos na hora pico.

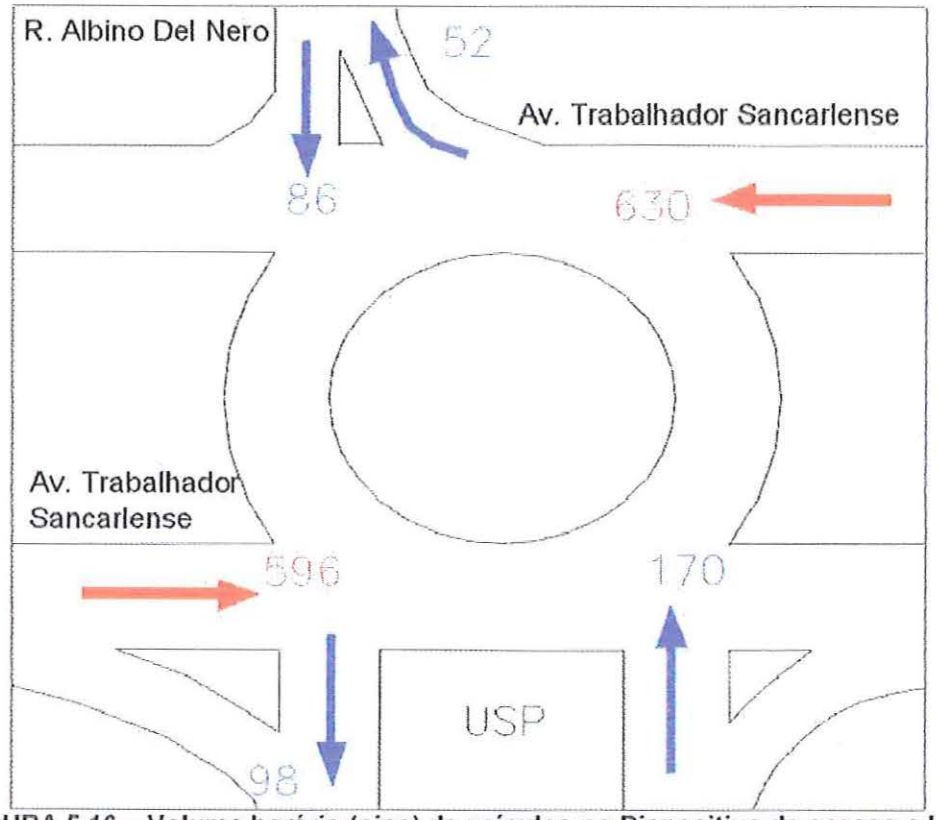


FIGURA 5.16 – Volume horário (pico) de veículos no Dispositivo de acesso a USP na Av. Trabalhador Sãocarlense.

O fluxo de pedestres e ciclistas é apresentado na Figura 5.17.

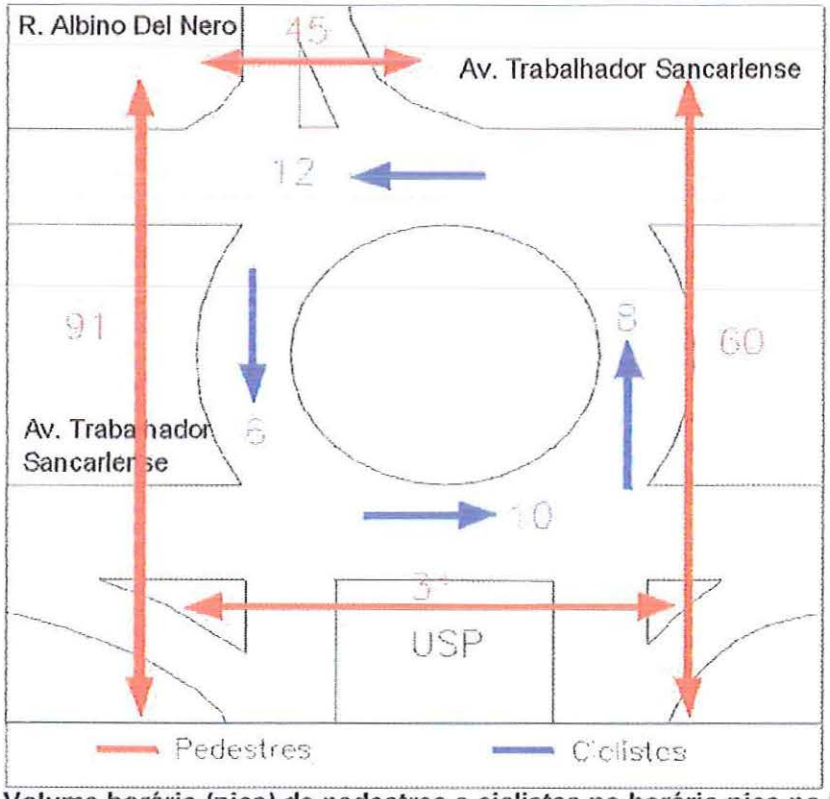


FIGURA 5.17 – Volume horário (pico) de pedestres e ciclistas no horário pico no Dispositivo de acesso a USP.

A Figura 5.16 mostra que o volume de veículos que transitam pela Av. Trabalhador Sãocarlense é muito maior que os demais. Isto deve-se ao fato dessa avenida se caracterizar como uma via arterial que interliga a rodoviária ao Shopping Center Iguatemi.

Por se caracterizar como a principal entrada da USP, existem na região da interseção inúmeros prédios de estudantes, bem como repúblicas. Este fato gera um fluxo elevado de pedestres e ciclistas que se dirigem à universidade.

Devido à configuração geométrica da interseção, procedeu-se o levantamento das velocidades dos veículos que transitam pela Av. Trabalhador Sãocarlense, uma vez que os veículos que transitam entrando ou saindo da USP desenvolvem velocidades muito baixas.

Os gráficos das Figuras 5.18,e 5.19 apresentam as velocidades observadas na Av. Trabalhador Sãocarlense, tanto no sentido Rodoviária – Shopping como no sentido Shopping - Rodoviária, numa distância de aproximadamente 30 (trinta) metros e na área de conflito da interseção.

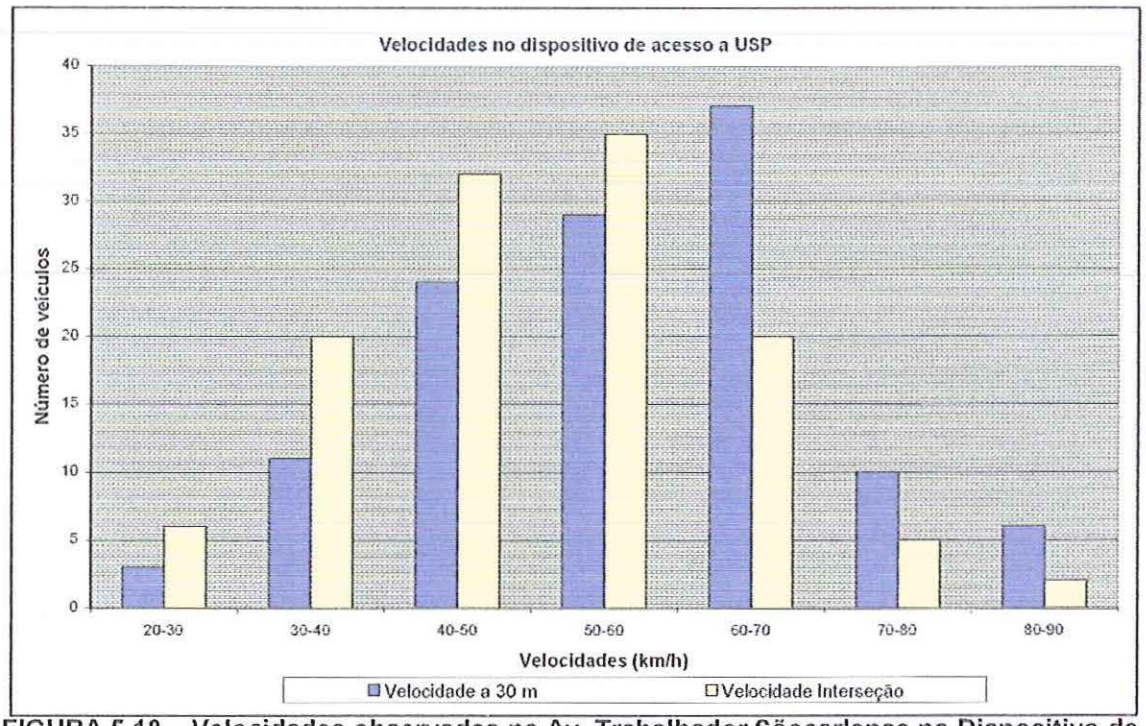


FIGURA 5.18 – Velocidades observadas na Av. Trabalhador Sãocarlense no Dispositivo de acesso a USP: Sentido Rodoviária – Shopping Center.

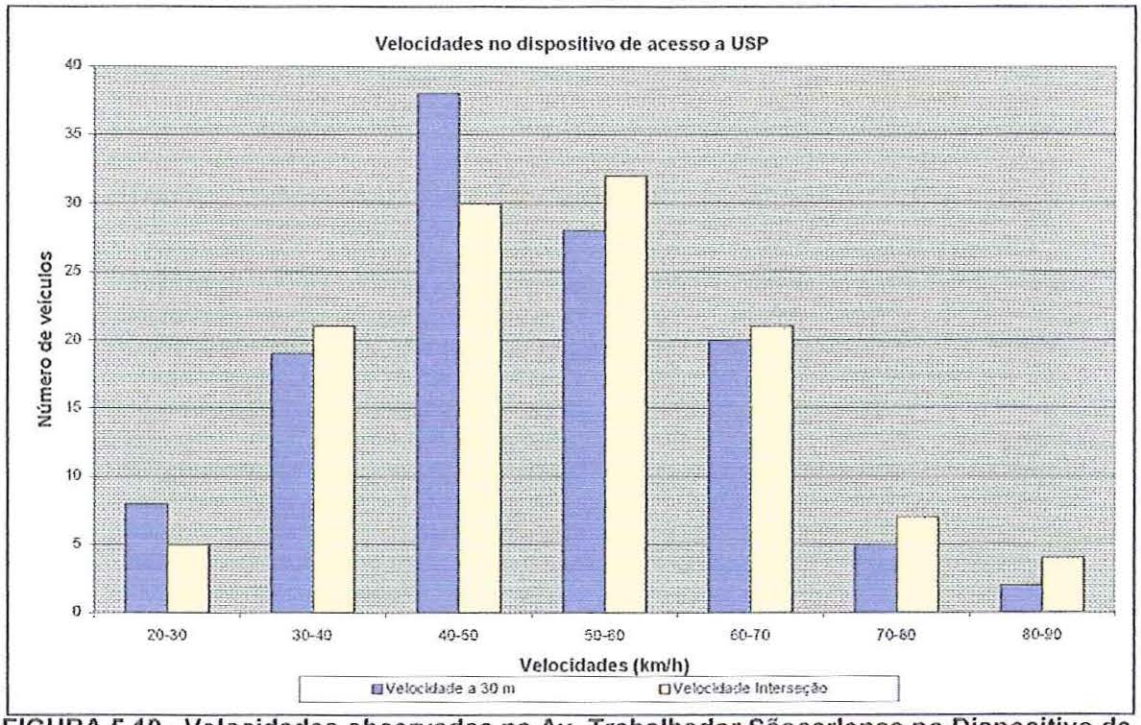


FIGURA 5.19 –Velocidades observadas na Av. Trabalhador Sãocarlense no Dispositivo de acesso a USP: Sentido Shopping Center – Rodoviária.

Observa-se que existe uma redução de velocidade dos veículos ao transitarem pela interseção, em ambos os sentidos, devido a sinalização de PARE existente, porém mesmo com esta redução, são desenvolvidas velocidades muito elevadas na área de conflito, onde 44% dos veículos que transitam no sentido Rodoviária – Centro e 23% dos veículos que transitam no sentido contrário circulam com velocidades acima de 60km/h.

Este fato ocorre devido a existência de uma curva acentuada, com duplo sentido de circulação, antes da chegada ao dispositivo, no sentido Shopping Center – Rodoviária.

Na Tabela 5.3, são mostrados os dados coletados em campo.

Tabela 5.3 – Dados Coletados: Dispositivo de acesso a USP.

Horas de observações	18
Total de conflitos observados	40
Conflitos Severos	26
Conflitos Severos / Horas de observação	1,44
Conflitos Severos Abalroamento Transversal	8
Conflitos Severos Colisão Traseira	2
Conflitos Severos Colisão Frontal	0
Conflitos Severos Abalroamento Lateral	10
Conflitos Severos com Pedestres / Ciclistas (Atropelamento)	6
Conflitos de Severidade "A"	4
Conflitos de Severidade "B"	16
Conflitos de Severidade "C"	6

Os dados apresentados mostram que não existem conflitos frontais e que a maioria dos conflitos são perpendiculares, envolvendo ciclistas e pedestres, e em ângulo, envolvendo dois veículos. Estas são características básicas dos conflitos que ocorrem em rotatórias.

Nota-se que os conflitos ocorrem em decorrência da desobediência da sinalização de PARE e do excesso de velocidade com que os veículos transitam dentro do dispositivo.

Contribui para o grande número de conflitos na interseção, a Rua Albino Del Nero, pois cruza a Av. Trabalhador Sãocarlense em declive.

Apresenta-se na Figura 5.20 as regiões onde ocorrem os conflitos de maior gravidade e na Figura 5.21 é apresentado o Gráfico de Tempo de Acidente da referida interseção.

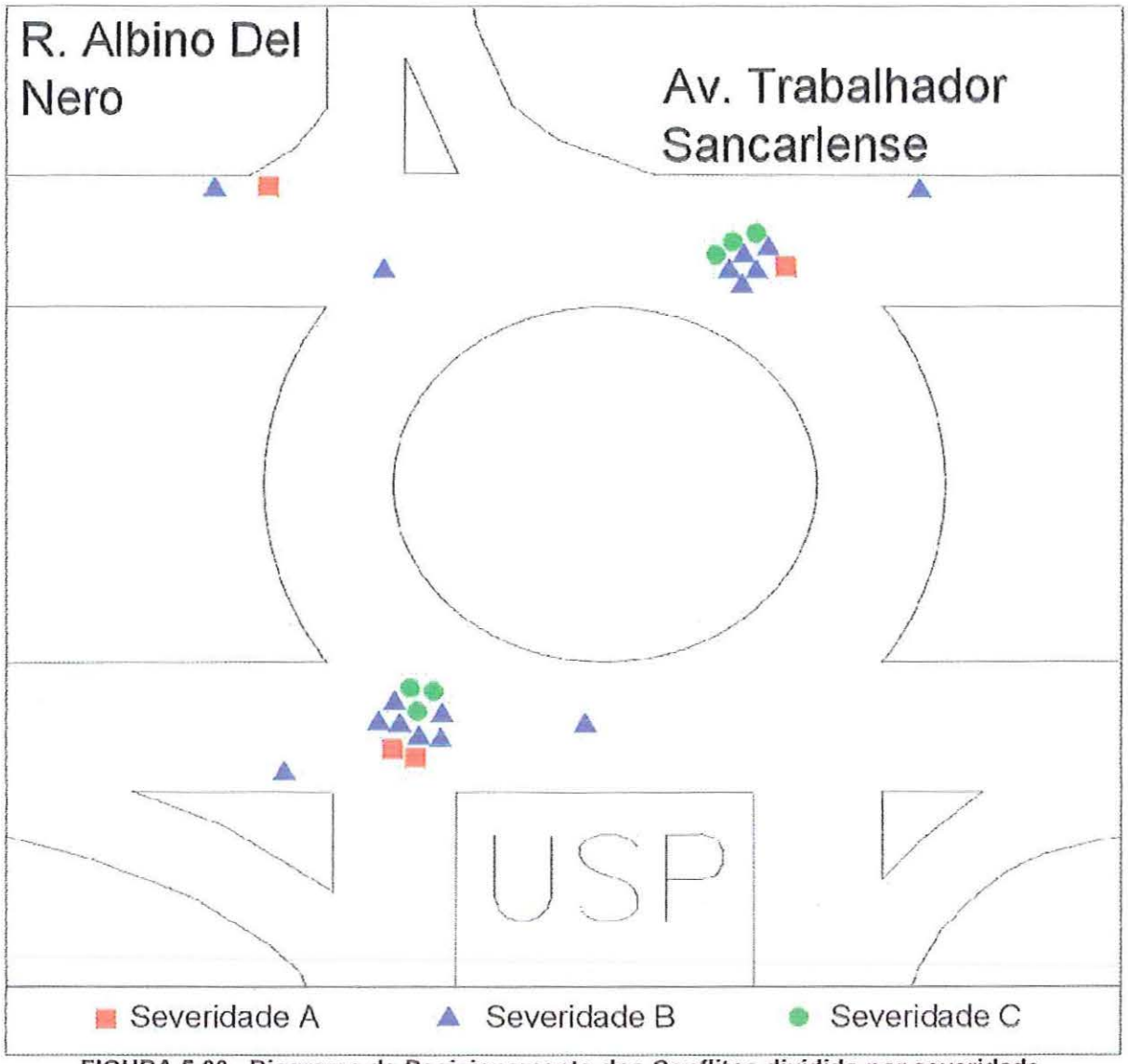


FIGURA 5.20 –Diagrama de Posicionamento dos Conflitos dividido por severidade.

Os principais problemas verificados foram:

a) A geometria da interseção estimula a continuidade da velocidade dos veículos que transitam pela Av. Trabalhador Sãocarlense, dando pouca definição dos movimentos aos usuários;
b) A sinalização de PARE não é respeitada pelos motoristas;
c) Altas velocidades desenvolvidas pelos motoristas dificultam a obediência do sinal de PARE;
d) Os motoristas não sabem utilizar o dispositivo;
e) Péssimas condições de travessia para pedestres e ciclistas devido às altas velocidades e desatenção dos pedestres, ciclistas e motoristas.

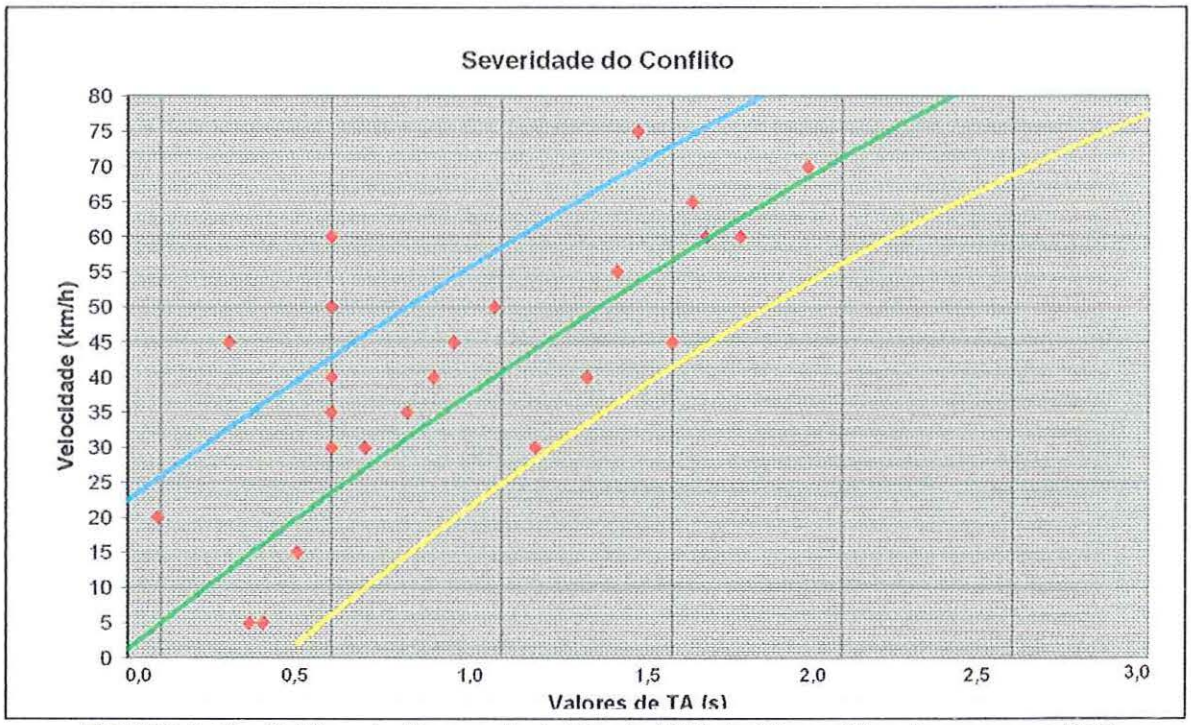


FIGURA 5.21 –Gráfico do Tempo de Acidente (TA) do Dispositivo de acesso a USP.

Para solução dos problemas apresentados, foram geradas três alternativas de intervenção.

a) Primeira Alternativa: Fechamento de uma das alças do Dispositivo.

Esta medida solucionaria os conflitos existentes no cruzamento da Av. Trabalhador Sãocarlense com a Rua Albino Del Nero.

Tal proposta, além de obrigar todos os veículos a se deslocar para o próximo dispositivo, também induziria o desenvolvimento de velocidade ainda mais elevadas, pois criaria sensação aos usuários da Av. Trabalhador Sãocarlense de total preferência de passagem no cruzamento. Este fato prejudicaria ainda mais a travessia de pedestres.

Nota-se que o fechamento do acesso causaria grandes conflitos no dispositivo seguinte além de obrigar os veículos a percorrerem grandes distâncias para retornar ao mesmo local.

b) Segunda Alternativa: Implantação de lombadas na Av. Trabalhador Sãocarlense.

A vantagem dessa medida é proporcionar a redução de velocidade para todos os usuários, facilitando a obediência ao sinal de PARE. Tal fato permitirá a criação de espaçamento suficiente para travessia de pedestres e ciclistas.

A Figura 5.22 apresenta a solução proposta. Além das lombadas, propõe-se a implantação de faixas de sinalização horizontal de forma a orientar os veículos e reduzir a largura das alças do dispositivo. Também propõe-se a implantação de sonorizadores na Rua Albino Del Nero.

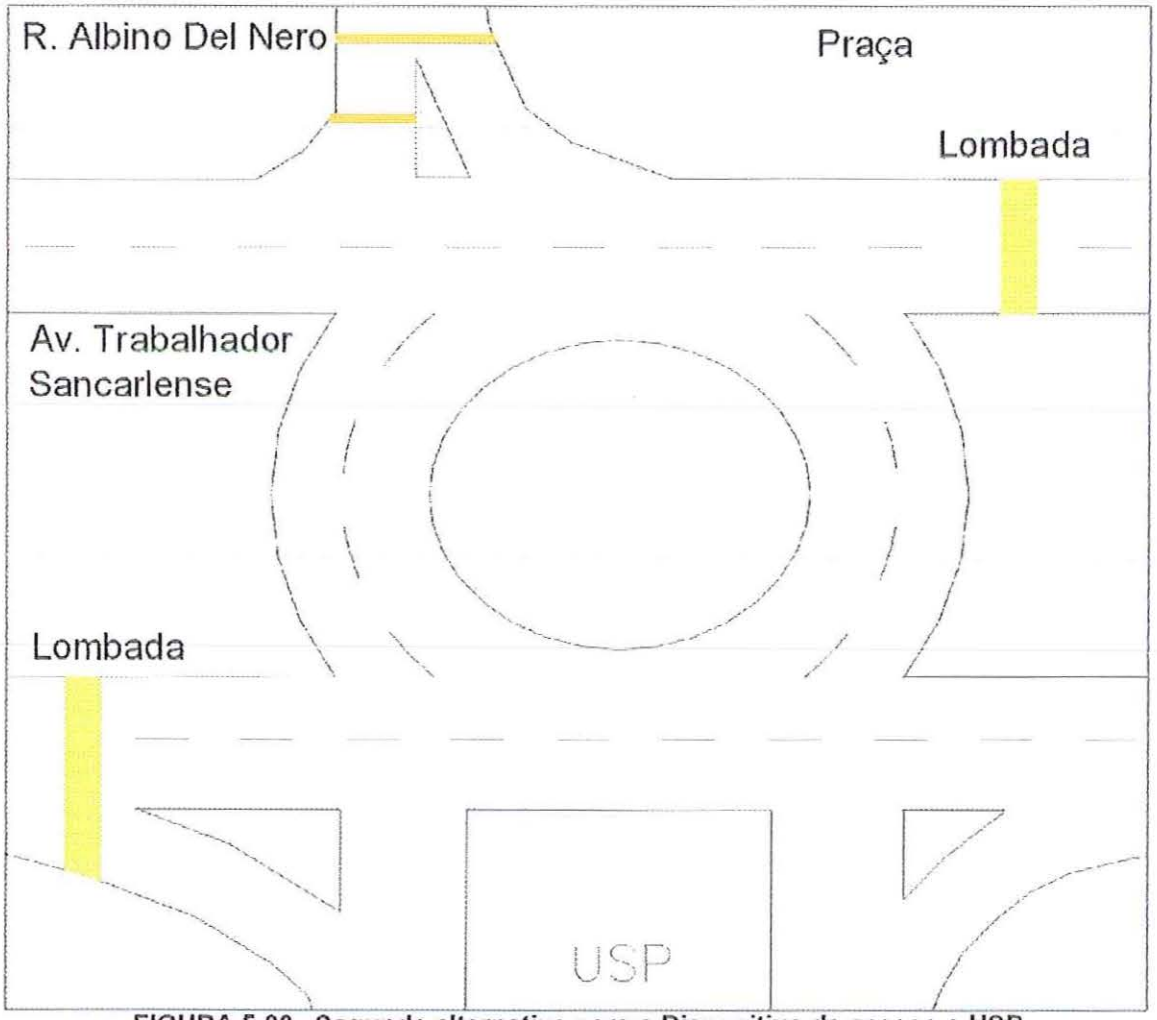


FIGURA 5.22 –Segunda alternativa para o Dispositivo de acesso a USP.

Os efeitos esperados com a implantação dessa proposta é a redução da severidade dos conflitos, melhoria na travessia dos pedestres, eliminação dos

EESC • USP Biblioteca CAMPUS DE S. CARLOS

conflitos relacionados diretamente com o excesso de velocidade, redução dos conflitos ocorridos pela falta de clareza nos movimentos, redução dos conflitos ocorridos na interseção entre a Av. Trabalhador Sãocarlense e Rua Albino Del Nero.

c) Terceira Alternativa: Correção geométrica do Dispositivo da USP.

Nesta alternativa, apresentada na Figura 5.23, se faz necessária a adequação geométrica do dispositivo, aumentando seu raio de forma a criar uma deflexão no movimento dos veículos que circulam pela Av. Trabalhador Sãocarlense.

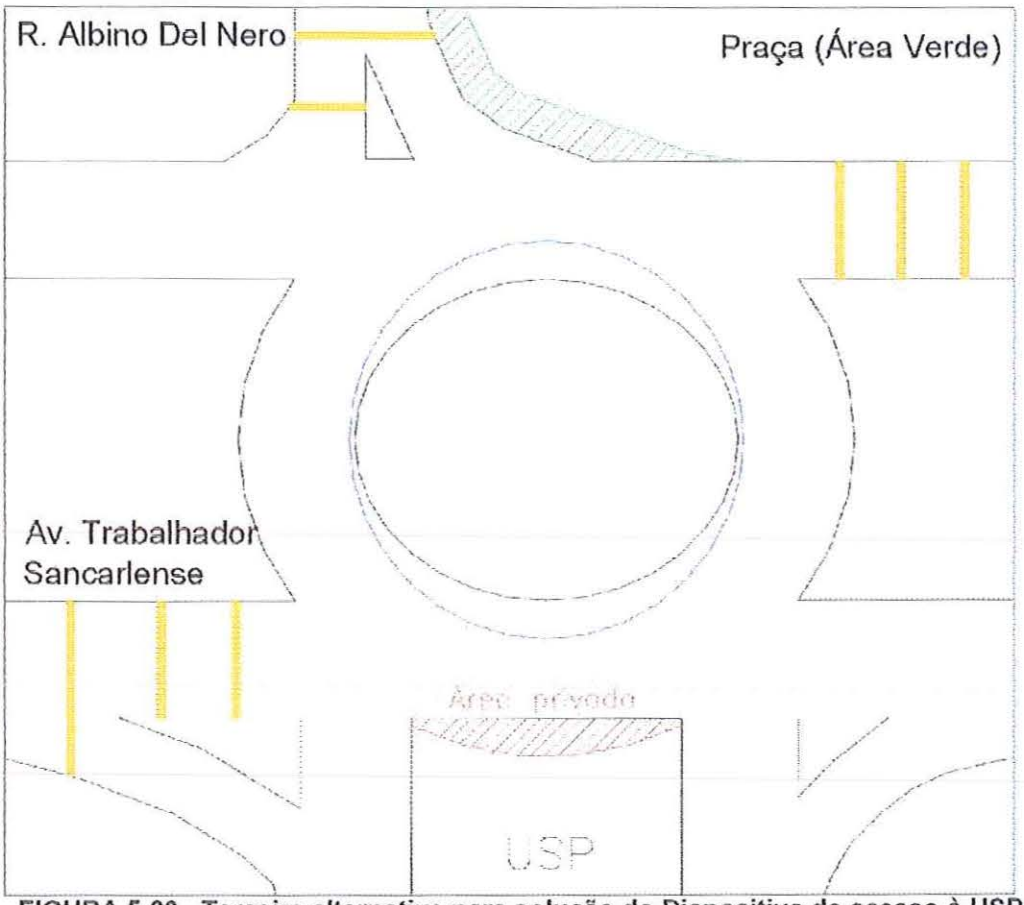


FIGURA 5.23 –Terceira alternativa para solução do Dispositivo de acesso à USP.

O efeito esperado nesta implantação seria a redução da severidade dos conflitos devido à redução de velocidade.

Para tanto é necessária a utilização de áreas verdes e privadas para a perfeita adequação das dimensões do dispositivo, o que geraria altos custos ao Município.

Dentre as opções estudadas, a Prefeitura Municipal de São Carlos adotou a solução mais básica - implantação de lombadas na Av. Trabalhador Sãocarlense.

A seguir apresenta-se os dados coletados após a implantação das lombadas, conforme sugerido na segunda alternativa.

5.4.3.1 Avaliação da proposta implantada.

A Prefeitura Municipal de São Carlos adotou a implantação das duas lombadas na Av. Trabalhador Sãocarlense, por se tratar de uma medida eficiente e de baixo custo, conforme proposta apresentada na Figura 5.22.

Conforme previsto no Código de Trânsito Brasileiro, as lombadas devem ser implantadas a, no mínimo, uma distância de 15 (quinze) metros do meio fio da via transversal. A lombada no sentido rodoviária – Shopping Center foi implantada a 15 (quinze) metros da interseção.

No sentido contrário a implantação da lombada ocorreu a uma distância maior que 20 (vinte) metros da interseção.

Estudos desenvolvidos na Suécia mostram que as lombadas devem ser implantadas o mais próximo possível das faixas de pedestres, pois verificou-se que a menor velocidade desenvolvida pelos veículos é exatamente sobre a lombada.

Apesar desse fato, verificou-se uma drástica redução na velocidade desenvolvida pelos veículos, em especial na área de conflitos do dispositivo.

Os dados de velocidade verificados em campo são apresentados no gráfico da Figura 5.24, onde são comparados os dados obtidos antes da implantação das lombadas e após a implantação das mesmas no sentido Rodoviária – Shopping Center.

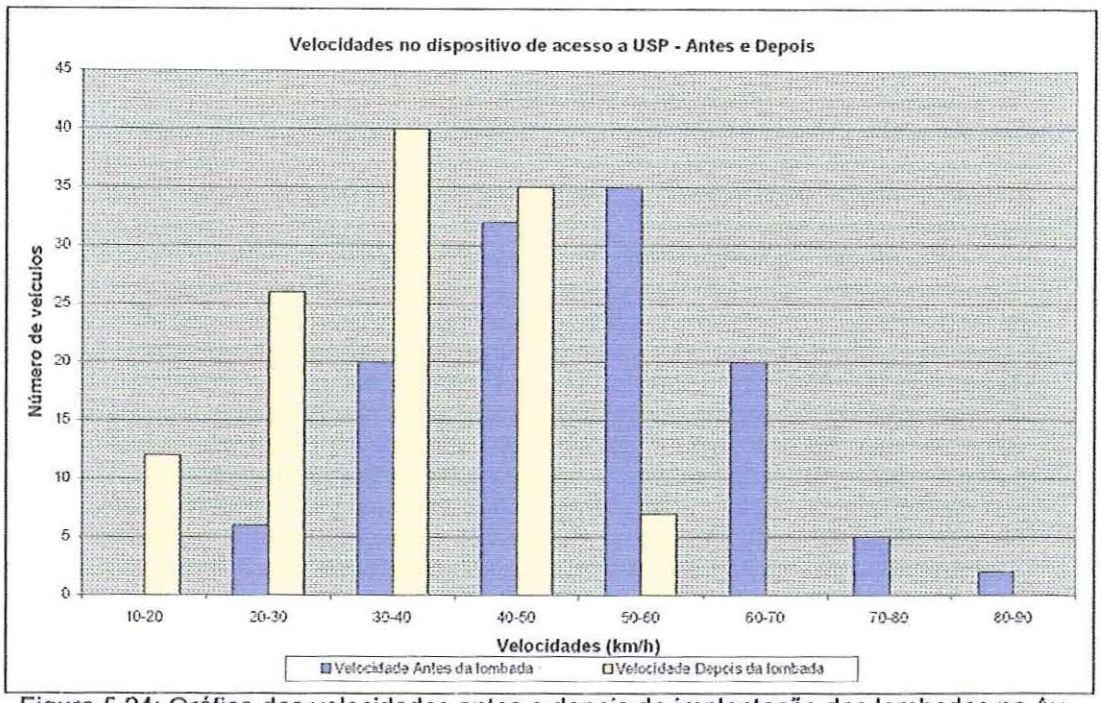


Figura 5.24: Gráfico das velocidades antes e depois da implantação das lombadas na Av. Trabalhador Sãocarlense. Sentido: Rodoviária - Shopping Center

A seguir apresenta-se a Figura 5.25 onde são mostradas as reduções de velocidades no sentido Shopping Center – Rodoviária.

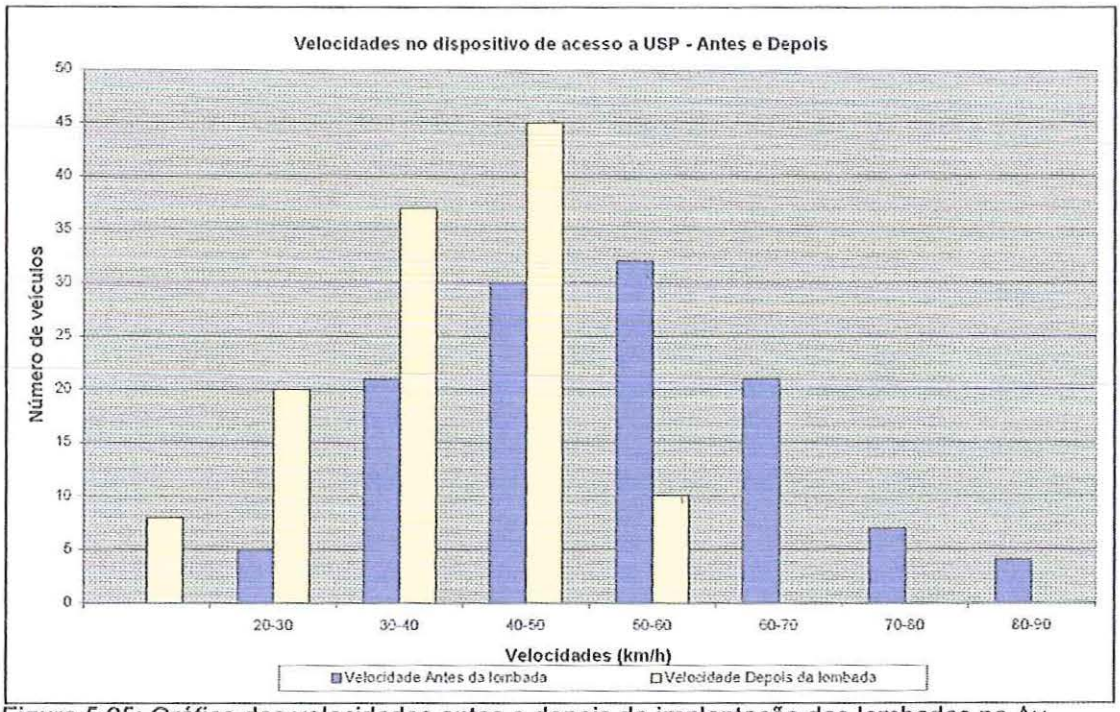


Figura 5.25: Gráfico das velocidades antes e depois da implantação das lombadas na Av. Trabalhador Sãocarlense. Sentido: Shopping Center - Rodoviária

Nota-se claramente, conforme apresentado nos gráficos das Figuras 5.24 e 5.25, a redução de velocidade imposta pela implantação da lombada.

Antes da implantação da lombada apenas 56% dos veículos que transitavam no sentido Rodoviária – Shopping Center circulavam com velocidades de até 60 km/h, enquanto que após a implantação 100% dos veículos passaram a transitar com velocidades inferiores ou igual a 60 km/h.

No sentido contrário, também observa-se a redução de velocidade imposta pela implantação da lombada. Antes da implantação apenas 77% dos veículos transitando com velocidades de até 60 km/h enquanto que após 100% dos veículos passaram a transitar com velocidades inferiores ou igual a 60 km/h.

Com as reduções das velocidades houve uma redução bastante significativa no número e gravidade dos conflitos registrados, na mesma quantidade de tempo da primeira observação.

A seguir é apresentada a Tabela 5.4, onde são apresentados os dados coletados antes e depois da implantação dos redutores de velocidade, bem como uma comparação entre as duas situações.

Tabela 5.4 – Comparação dos dados Coletados: Dispositivo de acesso a USP, antes e depois da implantação das lombadas.

	Antes	Depois	Redução
Horas de observações	18	18	
Total de conflitos observados	40	20	50,0%
Conflitos Severos	26	12	53,8%
Conflitos Severos / Horas de observação	1,44	0,66	54,2%
Conflitos Severos Abalroamento Transversal	8	7	12,5%
Conflitos Severos Colisão Traseira	2	0	100%
Conflitos Severos Colisão Frontal	0	1	-100%
Conflitos Severos Abalroamento Lateral	10	1	90%
Conflitos Severos com Pedestres / Ciclistas (Atropelamento)	6	3	50%
Conflitos de Severidade "A"	4	0	100%
Conflitos de Severidade "B"	16	2	87,5%
Conflitos de Severidade "C"	6	10	-40%

Os dados apresentados na Tabela 5.4 mostram que as medidas adotadas, implantação dos redutores de velocidade, proporcionaram redução bastante significativa no número e gravidade dos conflitos, principalmente por obrigar a redução da velocidade dos veículos que estão transitando pela Av. Trabalhador Sãocarlense.

Nas Figuras 5.26 e 5.27 apresentam-se as posições dos conflitos verificados após a implantação das lombadas no dispositivo de acesso à USP e o gráfico de severidade desses conflitos.

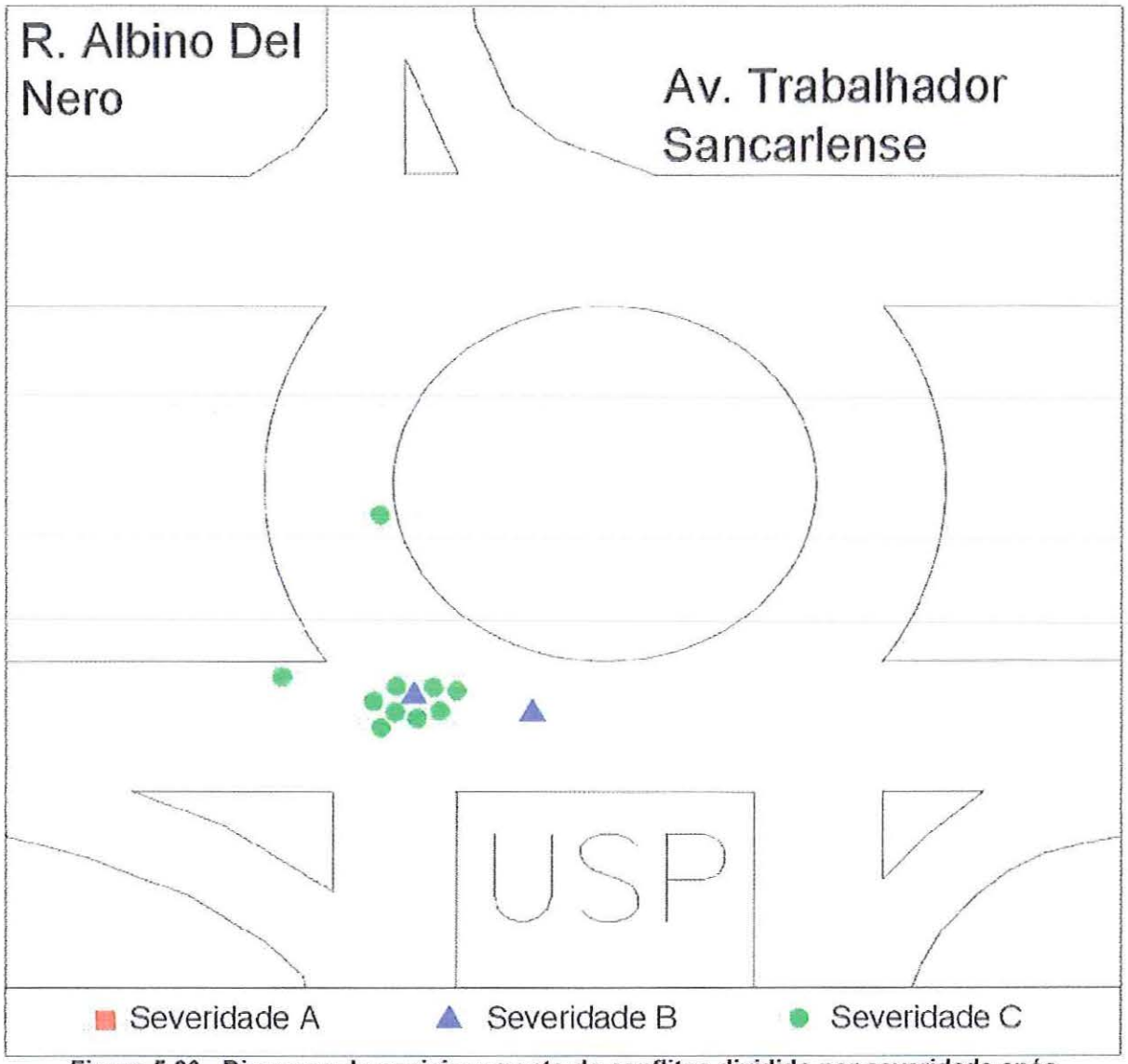


Figura 5.26 - Diagrama de posicionamento de conflitos dividido por severidade após implantação dos redutores de velocidade.

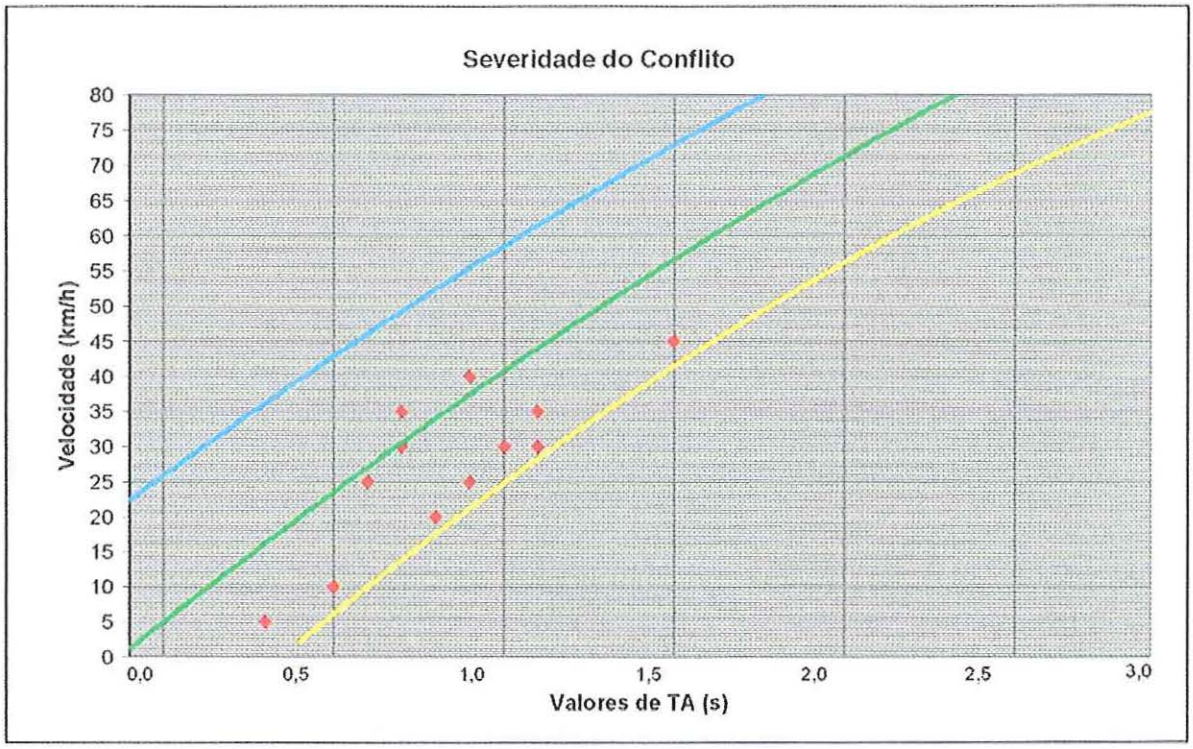


Figura 5.27 - Gráfico do Tempo de Acidente (TA). Dispositivo de acesso a USP após implantação das lombadas.

Apesar dos dados serem bastante positivos, a implantação de outras medidas podem melhorar a segurança na interseção, sobretudo para pedestres e ciclistas.

Estudos de conflitos de tráfego devem ser realizados após um ano para verificar se as medidas implantadas continuam proporcionando as melhorias verificadas.

Este estudo é importante pois permitirá verificar o comportamento dos motoristas após adaptação ao dispositivo implantado.

5.4.4 Interseção: Avenida São Carlos x Avenida Eugênio de Andrade Egas.

A interseção em referência é apresentada na Figura 5.28.

Figura 5.28 – Interseção: Avenida São Carlos x Av. Eugênio de Andrade Egas

Nota-se que o ângulo de cruzamento entre as duas vias e o alinhamento das guias é bastante pequeno para permitir a conversão à direita da Av. Eugênio de Andrade Egas para Av. São Carlos, principalmente dos veículos de grande porte como ônibus e caminhões.

A Figura 5.29 apresenta os volumes de veículos na hora pico, onde observa-se que o volume de veículos na Av. São Carlos é muito maior que na Avenida Eugênio de Andrade Egas.

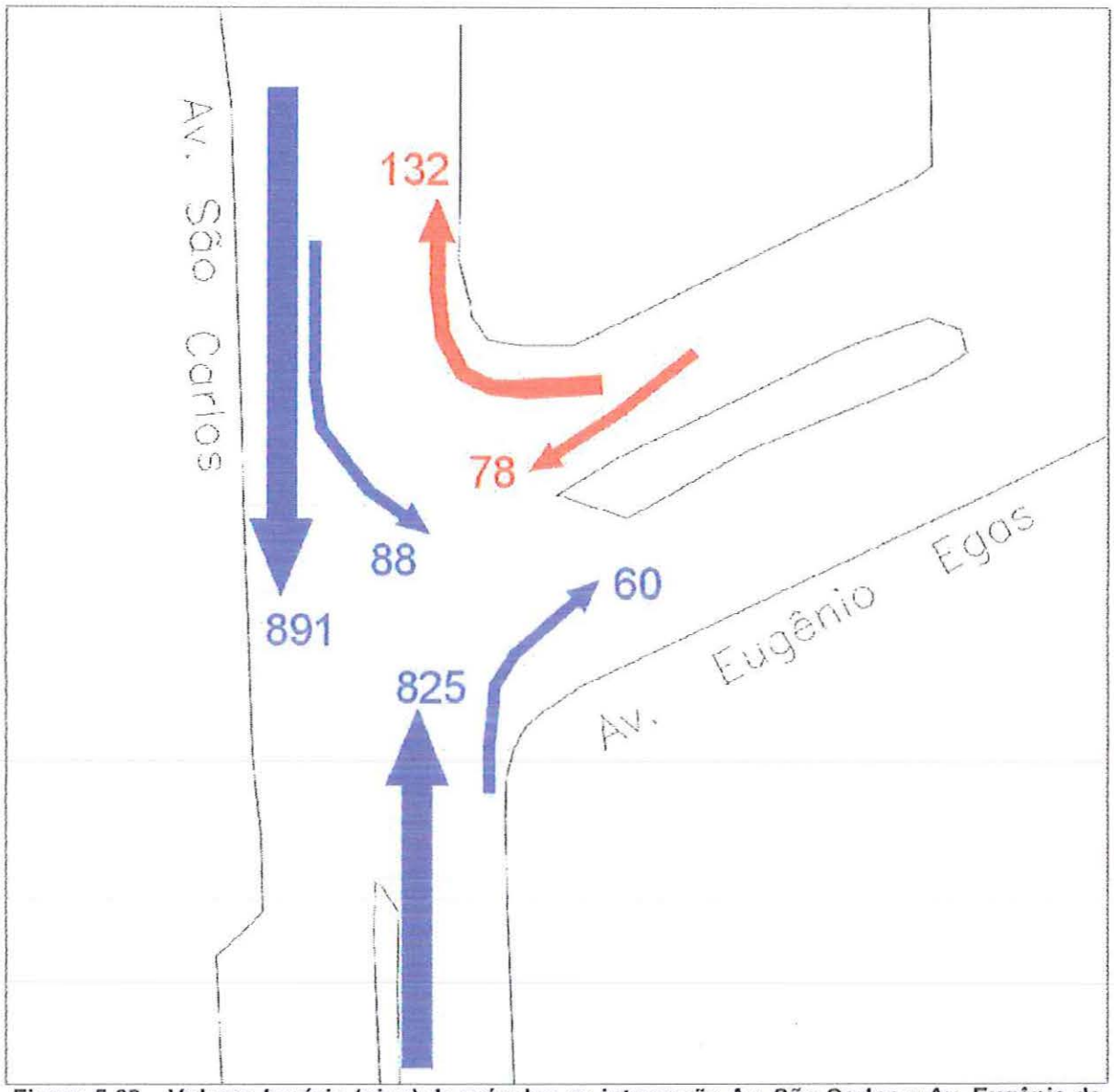


Figura 5.29 – Volume horário (pico) de veículos na interseção Av. São Carlos x Av. Eugênio de Andrade Egas.

Isto ocorre pois a Av. São Carlos é a via mais importante da cidade, sendo estrutural para o sistema de mobilidade da cidade de São Carlos. Esta via interliga vários bairros, é a principal via de entrada e saída da cidade, além de ser a única via a permitir acesso direto à Universidade Federal de São Carlos, a vários condomínios residenciais e bairros e indústrias localizados após a Rodovia Washington Luís.

O gráfico da Figura 5.30 apresenta as velocidades observadas na Av. São Carlos, tanto no sentido Centro – Bairro como no sentido Bairro - Centro, numa distância de aproximadamente 30 (trinta) metros da área de conflito da interseção.

O controle de cruzamento de veículos na interseção é realizado através de semáforo, operando em dois estágios e duas fases.

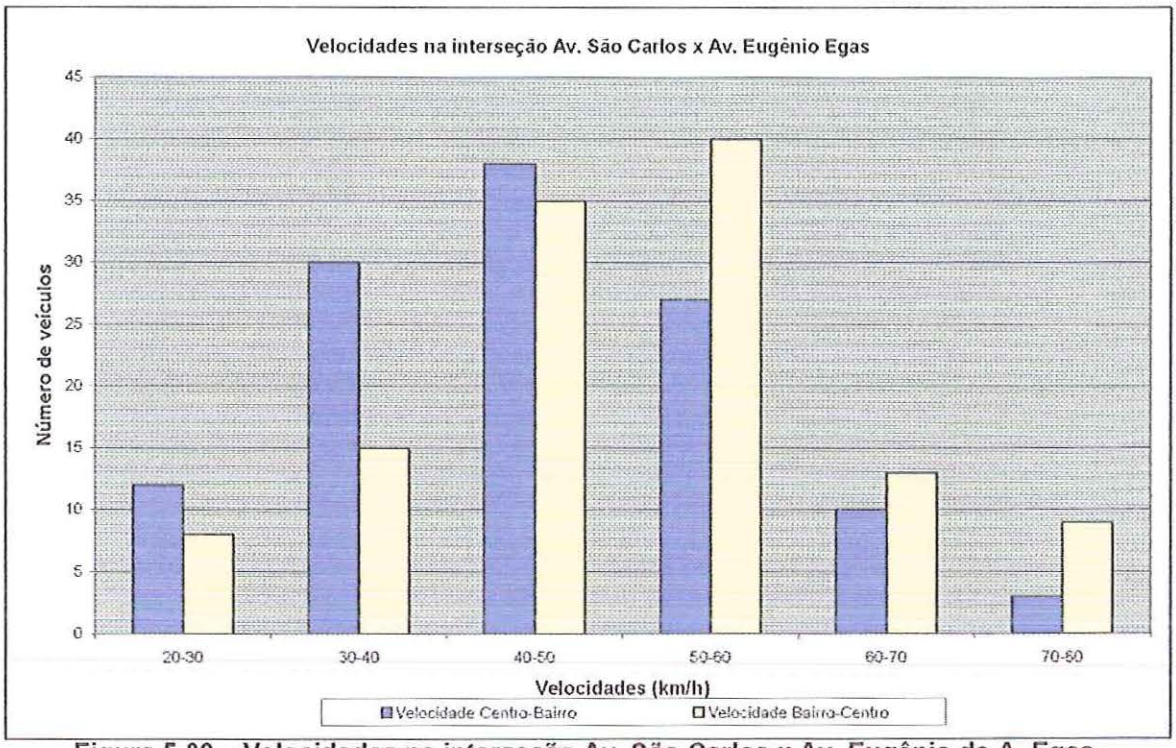


Figura 5.30 – Velocidades na interseção Av. São Carlos x Av. Eugênio de A. Egas

Esse gráfico mostra uma diferença nas velocidades desenvolvidas pelos veículos que transitam no sentido Centro – Bairro e Bairro – Centro.

Esta diferença de velocidades deve-se, principalmente, ao fato de ser uma via de acesso à cidade. Dessa forma os motoristas que transitam pela via ainda mantém as velocidades desempenhadas na rodovia.

Outro fato que influencia nesta diferença é que no sentido Bairro – Centro a via não apresenta canteiro central.

Na Tabela 5.5 são apontados os dados coletados em campo referente aos conflitos de tráfego.

Tabela 5.5 – Dados Coletados: Av. São Carlos x Av. Eugênio de Andrade Egas.

Horas de observações	18
Total de conflitos observados	17
Conflitos Severos	12
Conflitos Severos / Horas de observação	0,67
Conflitos Severos Abalroamento Transversal	1
Conflitos Severos Colisão Traseira	5
Conflitos Severos Colisão Frontal	2
Conflitos Severos Abalroamento Lateral	0
Conflitos Severos com Pedestres / Ciclistas (Atropelamento)	4
Conflitos de Severidade "A"	3
Conflitos de Severidade "B"	5
Conflitos de Severidade "C"	4

A Figura 5.31 ilustra a posição dos conflitos, classificados em leves, médios ou sérios, verificados em campo durante os estudos e a região mais crítica da interseção. A Figura 5.32 apresenta o gráfico de severidade dos conflitos.

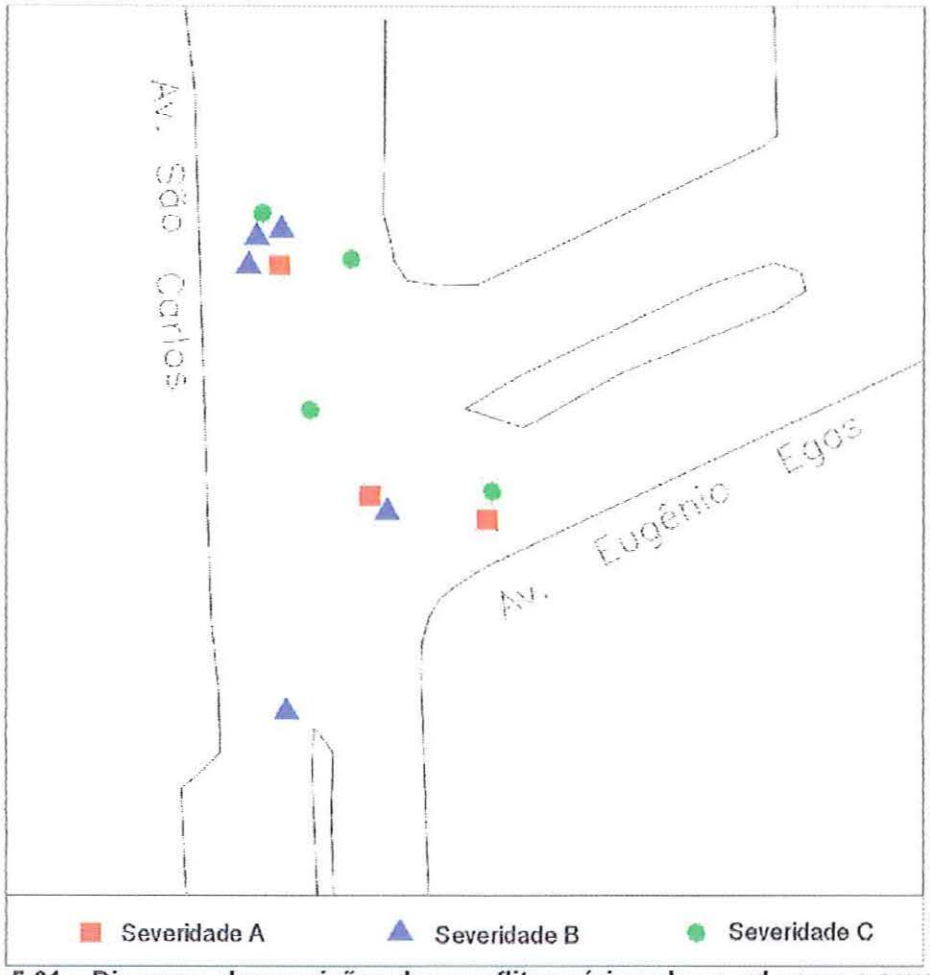


Figura 5.31 – Diagrama das posições dos conflitos sérios, de acordo com a severidade na interseção Av. São Carlos x Av. Eugênio de Andrade Egas

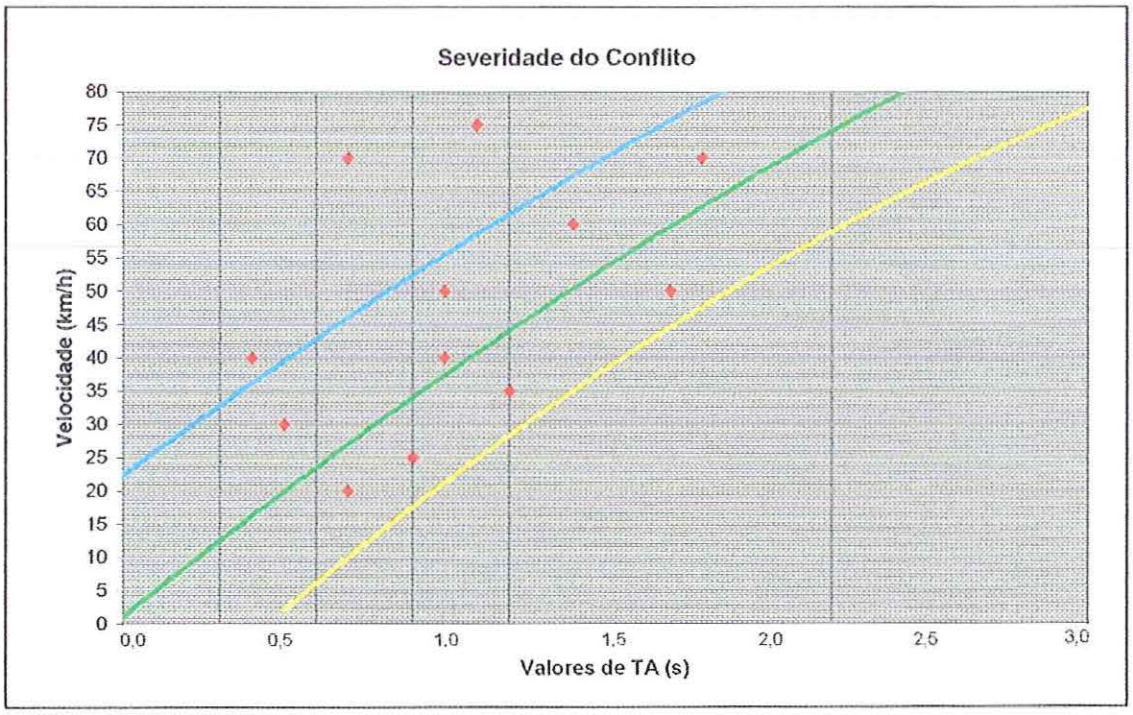


Figura 5.32 – Gráfico de Tempo de Acidente (TA) da interseção Av. São Carlos x Av. Eugênio de Andrade Egas

Observa-se na Figura 5.31 que parte dos conflitos de tráfego registrados na interseção ocorrem em decorrência das conversões à direita dos veículos que transitam pela Av. Eugênio de Andrade Egas e desejam entrar à direita na Av. São Carlos, devido ao pequeno raio de curvatura existente no cruzamento.

O ponto de maior concentração dos conflitos de tráfego é referente aos veículos que realizam a conversão à esquerda, da Av. São Carlos para Av. Eugênio de Andrade Egas.

Isto deve-se ao fato de não existir faixa exclusiva de conversão à esquerda, obrigando os veículos a aguardar espaço para realizar a manobra.

Dessa forma, os veículos que transitam pela Av. São Carlos, sentido Bairro – Centro são surpreendidos com veículos parados aguardando espaço para conversão à esquerda, provocando grande número de conflitos traseiros.

Em seguida estão relacionados os principais problemas verificados.

a) Conversão à esquerda, da Av. São Carlos para Av. Eugênio de Andrade Egas, sem fase exclusiva no semáforo;
b) Altas velocidades dos veículos que transitam pela Av. São Carlos, quando o semáforo está verde para os mesmos e não há filas na interseção;
c) Dificuldade para travessia de pedestres, pois não há fase exclusiva para os mesmos nem sequer vermelho geral que permita a travessia com segurança. Também não existe canteiro central na Av. São Carlos no lado Bairro da interseção, obrigando os pedestres a atravessarem a via em sua totalidade sem parada de apoio;
d) O ângulo de cruzamento entre as duas vias proporciona um raio muito pequeno o que não permite a conversão à direita, de forma segura, dos veículos de grande porte que transitam pela Av. Eugênio de Andrade Egas e desejam entrar na Av. São Carlos sentido bairro;
e) A visibilidade dos motoristas que desejam fazer a conversão à esquerda da Av. São Carlos para Av. Eugênio de Andrade Egas é prejudica pelo aclive existente na Av. São Carlos;

Para solução dos problemas apresentados foram geradas duas alternativas de intervenção.

a) Proibição da conversão à esquerda Av. São Carlos para Av. Eugênio de Andrade Egas

A implantação dessa medida permitiria a redução do número e gravidade dos conflitos verificados, uma vez que os veículos não mais permaneceriam parados na Av. São Carlos aguardando espaço para realizar a conversão. Além disso os pedestres que atravessam a Av. Eugênio de Andrade Egas passariam a ter mais segurança.

Com a implantação da faixa de retenção para os veículos que transitam pela Av. São Carlos, sentido Bairro – Centro, mais afastadas ou a adequação do raio de giro no cruzamento, de forma a permitir a conversão à direita mais segura, solucionaria outra parte dos conflitos verificados.

Para o problema das altas velocidades verificadas na interseção, propõe-se a implantação de fiscalização eletrônica de velocidade. Uma segunda proposta é a implantação de canteiro central na Av. São Carlos, de forma a criar um pequeno atrito lateral, induzindo a redução de velocidade.

Ainda seria necessária a adequação dos tempos semafóricos de forma a permitir a travessia segura dos pedestres.

O problema verificado para implantação dessas intervenções é a redução da acessibilidade aos bairros atendidos pela Av. Eugênio de Andrade Egas e ao Cemitério Municipal.

Outro problema a ser considerado é a remoção de poste de energia elétrica e de caixa de vistoria da companhia telefônica. Os custos para implantação de todas essas medidas também são elevados.

As propostas descritas são apresentadas na Figura 5.33.

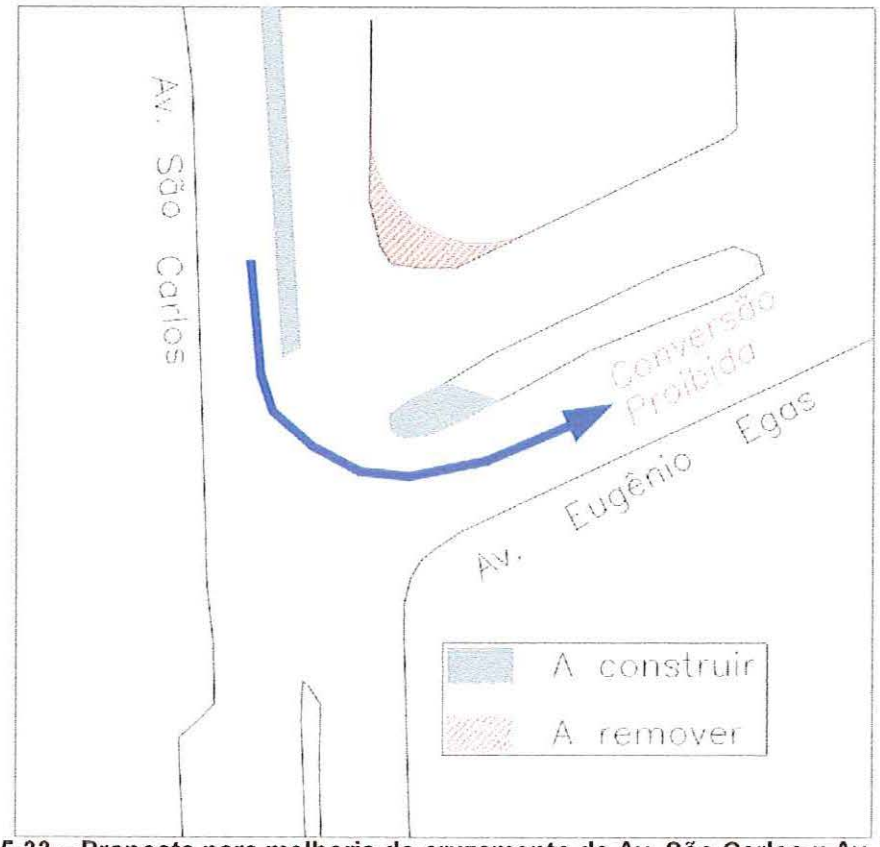


Figura 5.33 – Proposta para melhoria do cruzamento da Av. São Carlos x Av. Eugênio de Andrade Egas.

b) Implantação de semáforo de três fases

A implantação de semáforo de três fases eliminaria alguns conflitos, principalmente aqueles frontais em decorrência da conversão à esquerda da Av. São Carlos para Av. Eugênio de Andrade Egas.

Manteria o acesso aos bairros e ao Cemitério Municipal, porém não solucionaria os problemas dos conflitos decorrentes dos veículos parados na Av. São Carlos para realizarem a conversão à esquerda.

Também proporcionaria um atraso maior aos veículos que transitam no sentido Centro – Bairro, uma vez que seriam obrigados a aguardar mais uma fase semafórica.

Além disso, também seria necessária a adequação da geometria da interseção para permitir a conversão segura dos veículos de maior porte (ônibus e caminhões) da Av. Eugênio de Andrade Egas para Av. São Carlos no sentido bairro.

Diante dos dados apresentados a primeira proposta atende mais eficientemente aos problemas verificados.

A adequação do raio de curvatura deve ser físico, ou seja, deve proporcionar a conversão com segurança sem a necessidade de afastamento da faixa de retenção.

5.4.5 Interseção: Avenida Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni

A região onde está localizada a interseção em estudo é apresentada na Figura 5.34. A interseção em estudo está demarcada com um círculo vermelho e é apresentada na Figura 5.35.

Nesta interseção são permitidos todos os movimentos. O controle dos cruzamentos é realizado através de semáforo que possui dois estágios e duas fases.

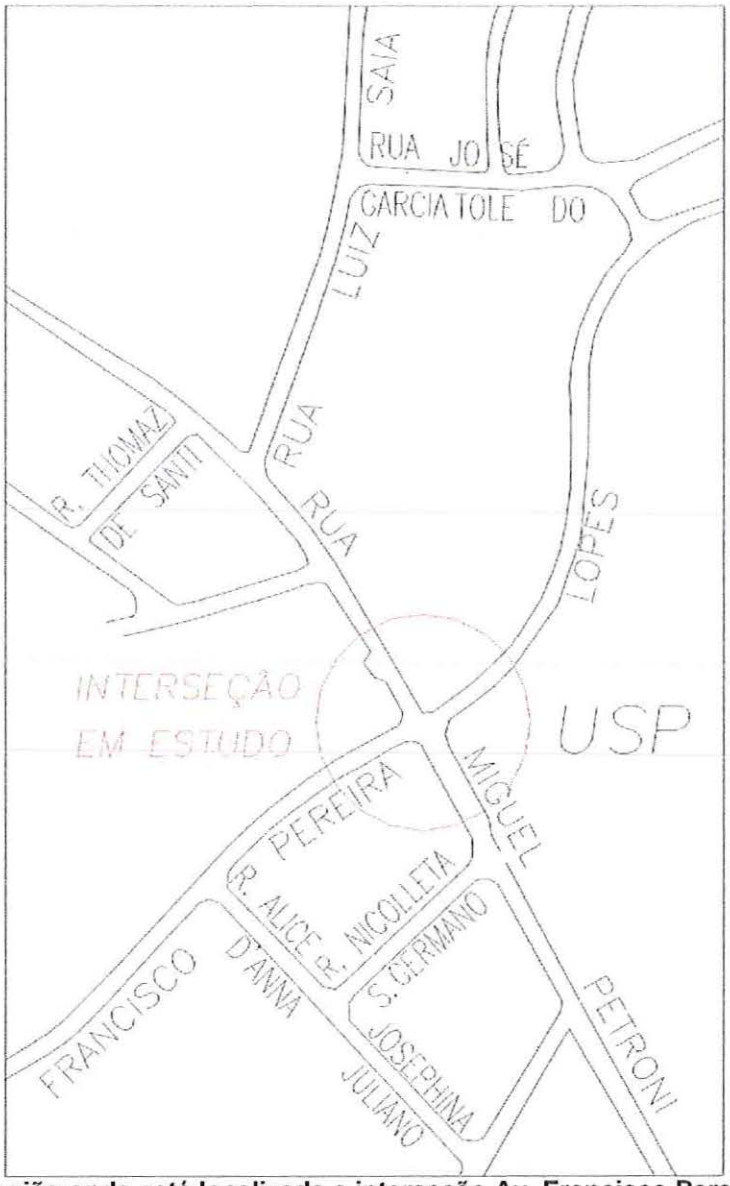


Figura 5.34 – Região onde está localizada a interseção Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni

Como apresentado na Figura 5.35, a interseção em estudo possui cruzamento em cruz, com pista exclusiva para conversão à direita dos veículos que transitam pela Rua Miguel Petroni e entram na Av. Francisco Pereira Lopes.

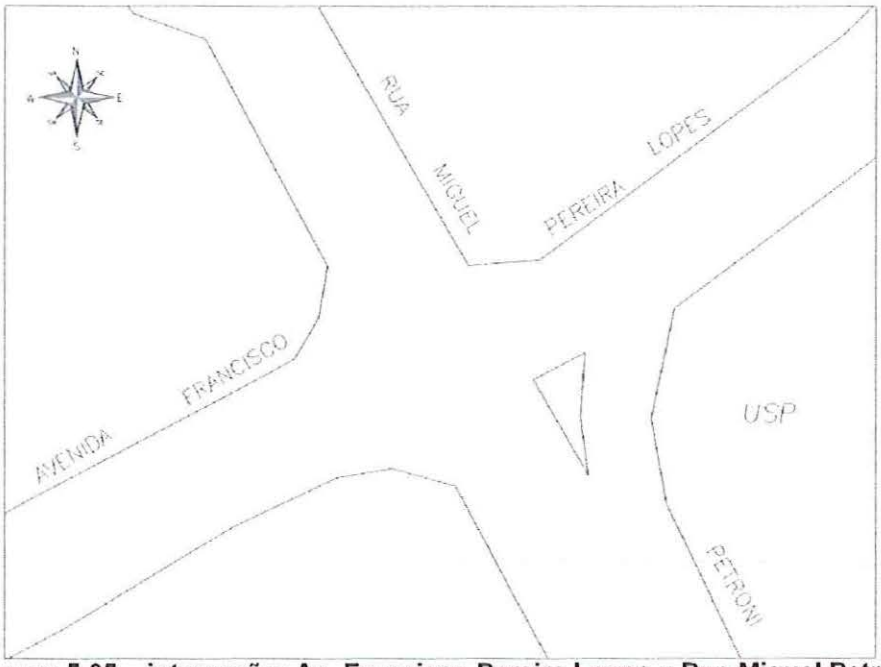


Figura 5.35 – interseção: Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni

Nas Figuras 5.36 e 5.37 são apresentados os volumes veiculares e de pedestres na hora pico da interseção em estudo. A hora pico no cruzamento em referência é das 17:30h às 18:30h.

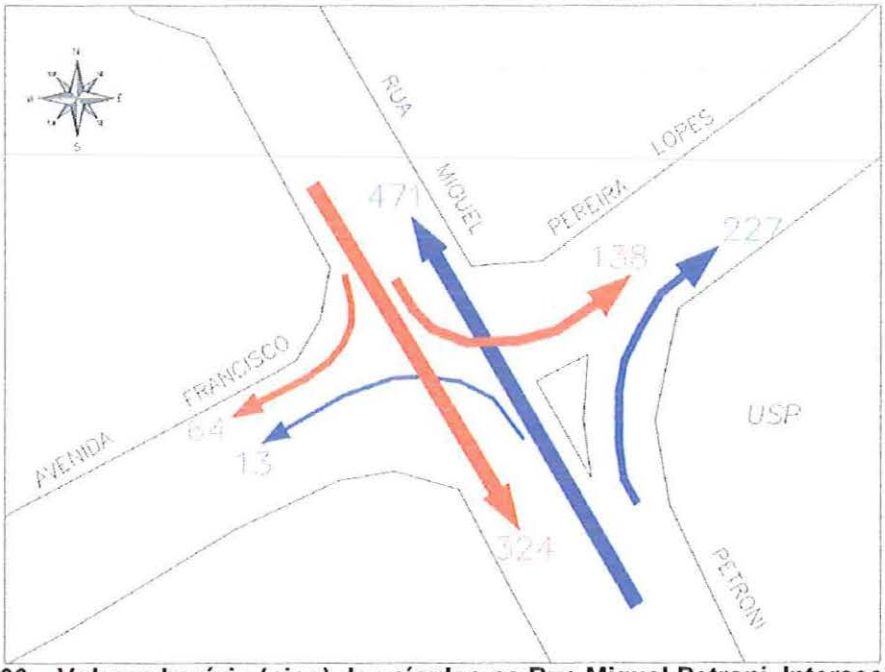


Figura 5.36 – Volume horário (pico) de veículos na Rua Miguel Petroni. Interseção: Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni.

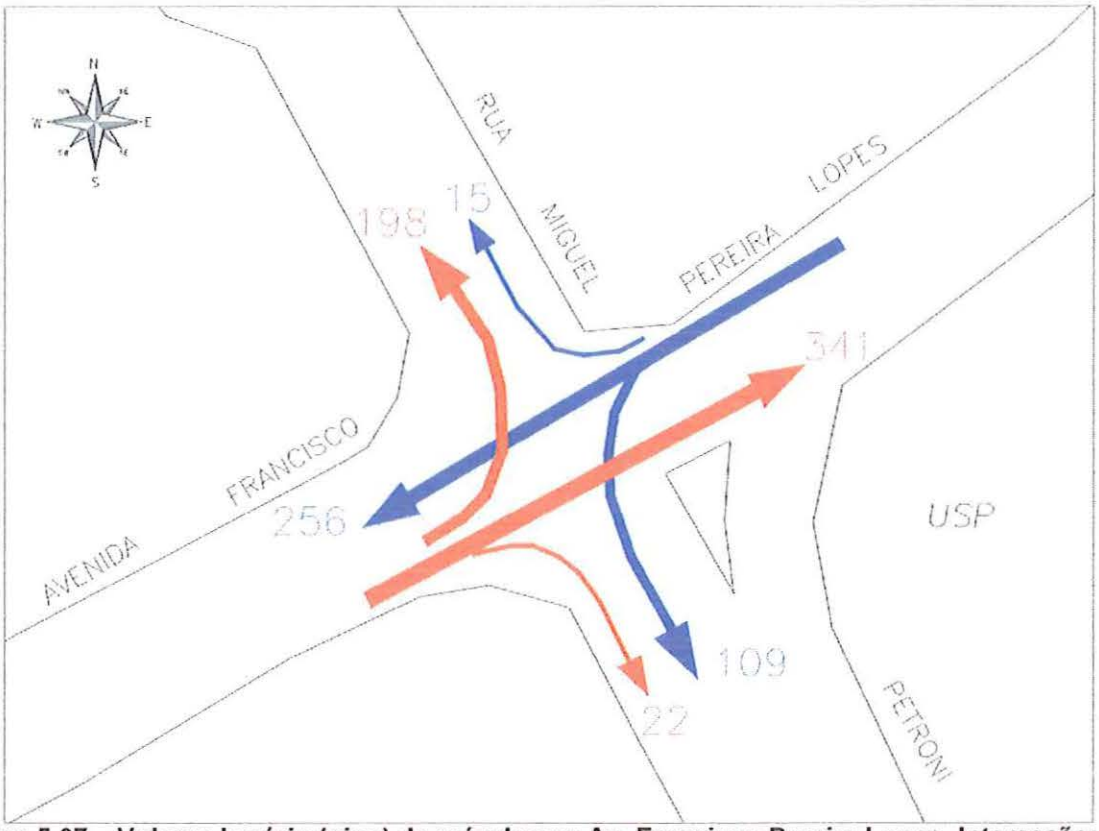


Figura 5.37 – Volume horário (pico) de veículos na Av. Francisco Pereira Lopes. Interseção: Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni.

Observa-se que o volume de veículos que não realizam conversões são maiores que os volumes que realizam as conversões permitidas.

Nota-se também que o volume de veículos que realizam conversões à direita é muito baixo, com exceção dos veículos que transitam pela Rua Miguel Petroni sentido Centro – Bairro.

As conversões à esquerda possuem volumes elevados de veículos, com exceção daqueles que transitam pela Rua Miguel Petroni, sentido Centro – Bairro.

Os movimentos de conversão à esquerda são bastante críticos, pois têm volumes elevados e não há fase semafórica específica.

Este fato ocasiona um grande número de conflitos, atrasos aos demais usuários das vias, redução da capacidade do cruzamento e maior insegurança para travessia dos pedestres.

O gráfico da Figura 5.38 apresenta as velocidades observadas na Av. Francisco Pereira Lopes, em ambos sentidos, a distância de aproximadamente 30 (trinta) metros da área da interseção.

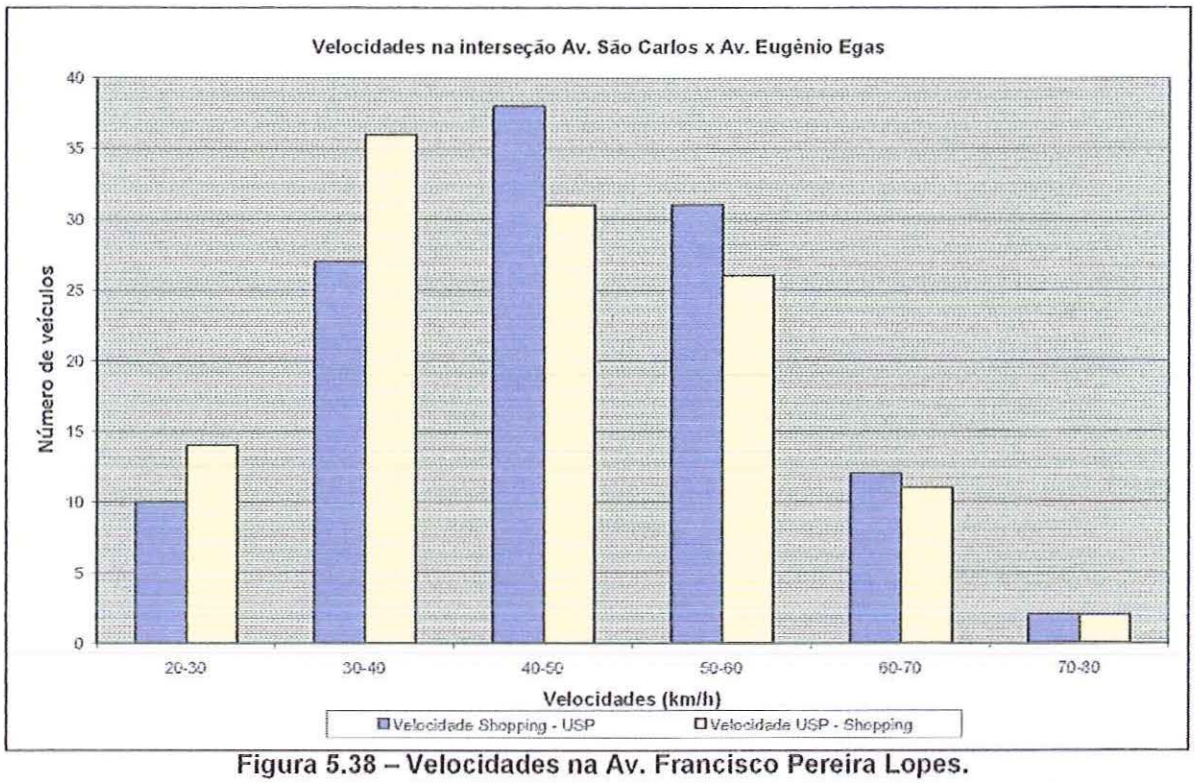


Figura 5.38 – Velocidades na Av. Francisco Pereira Lopes.

O gráfico da Figura 5.39 apresenta as velocidades observadas na Rua Miguel Petroni, em ambos os sentidos, a uma distância de aproximadamente 30 (trinta) metros da interseção.

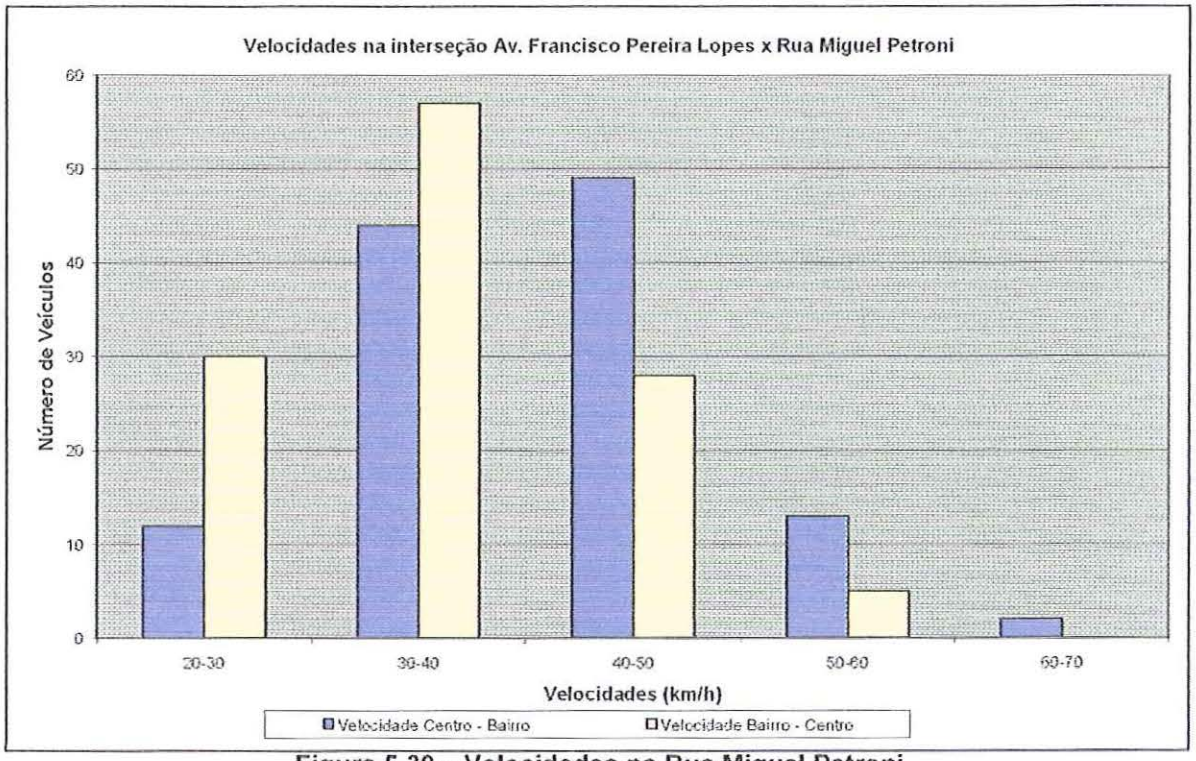


Figura 5.39 – Velocidades na Rua Miguel Petroni.

Como mostra o gráfico de velocidades referente à Av. Francisco Pereira Lopes, apresentado na Figura 5.38, não há grandes diferenças de velocidades nos dois sentidos.

O gráfico de velocidades da Rua Miguel Petroni, apresentado na Figura 5.39, mostra que existe uma diferença de velocidade significativa, principalmente acima dos 40 km/h. Nota-se que no sentido Centro – Bairro que o número de veículos que transitam com velocidades elevadas é muito maior que no sentido contrário.

Tal fato ocorre por existir uma reta em declive na Rua Miguel Petroni no sentido Centro – Bairro, enquanto que no sentido contrário os veículos entram na Rua Miguel Petroni, através da Rua Abraão João a poucos metros da interseção, impedindo que os veículos desenvolvam grandes velocidades. As velocidades maiores ocorrem nos momentos onde não há formação de filas.

A Tabela 5.6 apresenta os dados coletados em campo referente ao estudo de análise de conflitos de tráfego na interseção em estudo e a Figura 5.40 mostra o posicionamento e severidade dos conflitos verificados em campo.

Tabela 5.6 – Dados Coletados: Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni.

Horas de observações	18
Total de conflitos observados	38
Conflitos Severos	25
Conflitos Severos / Horas de observação	1,39
Conflitos Severos Abalroamento Transversal	7
Conflitos Severos Colisão Traseira	5
Conflitos Severos Colisão Frontal	8
Conflitos Severos Abalroamento Lateral	0
Conflitos Severos com Pedestres / Ciclistas (Atropelamento)	5
Conflitos de Severidade "A"	6
Conflitos de Severidade "B"	9
Conflitos de Severidade "C"	10

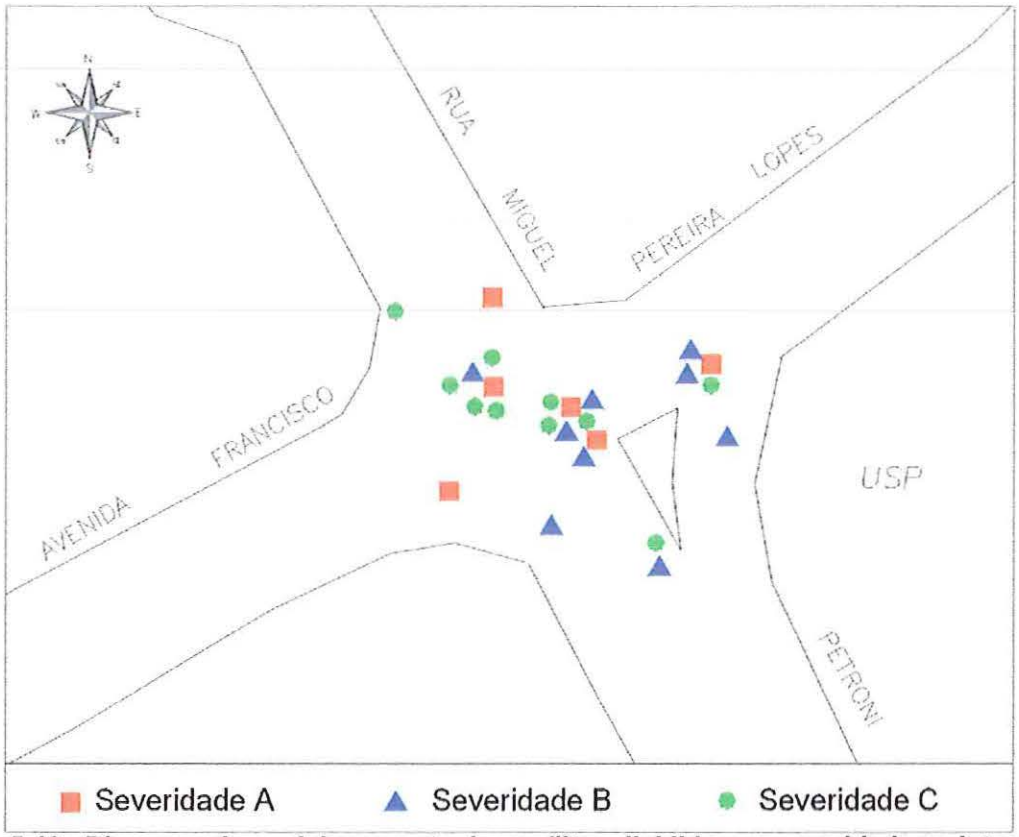


Figura 5.40 - Diagrama de posicionamento de conflitos dividido por severidade na interseção Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni

O gráfico de classificação da severidade dos conflitos é apresentado na Figura 5.41.

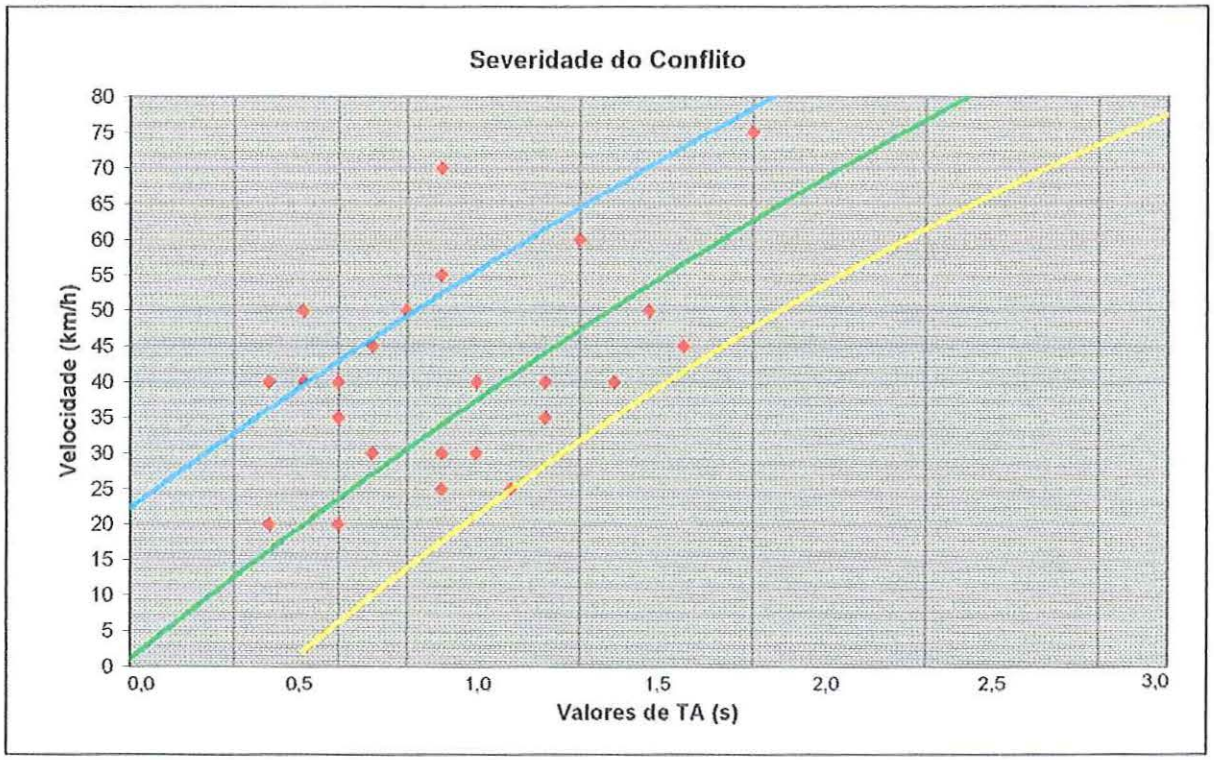


Figura 5.41 – Gráfico de Tempo de Acidente (TA) da interseção Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni.

Observa-se na Figura 5.40 que a maior parte dos conflitos de tráfego registrados na interseção ocorrem em decorrência das conversões à esquerda, que são realizadas desprotegidas.

Também há considerável número de conflitos de tráfego que ocorrem na pista exclusiva para conversão à direita dos veículos que transitam pela Rua Miguel Petroni, sentido Centro – Bairro.

Este fato ocorre pois os veículos que realizam esta conversão não esperam que haja trânsito de veículos na Av. Francisco Pereira Lopes, pois o sinal está verde para os mesmos. Porém como a conversão à esquerda dos veículos que transitam pela Rua Miguel Petroni, sentido Bairro –Centro é permitida, os mesmos as executam nos espaços deixados pelos veículos em sentido contrário.

Dessa forma, os veículos que transitam pela Rua Miguel Petroni, sentido Centro – Bairro e realizam a conversão à direita na Av. Francisco Pereira Lopes são

surpreendidos com veículos transitando pela Av. Francisco Pereira Lopes, mesmo com sinal verde.

Os principais problemas verificados na interseção em estudo foram:

a) Todas as conversões são permitidas sem que haja fases semafóricas exclusivas para tanto, permitindo que movimentos conflitantes sejam realizados na mesma fase;
b) Sinalização horizontal inexistente, prejudicando a parada dos veículos para aguardarem o sinal verde;
c) Não existe fase exclusiva para pedestres e como todos os movimentos são permitidos, a insegurança dos pedestres é bastante elevada;
d) Os ângulos para conversões são pequenos, prejudicando as conversões dos veículos de maior porte (ônibus e caminhões);
e) Largura das vias estreitas, obrigando os veículos que estão atrás, aguardar a entrada do veículo a frente que deseja realizar uma conversão à esquerda, provocando atrasos e redução na capacidade do cruzamento;

Para solução dos problemas apresentados foram geradas três alternativas de intervenção.

a) Proibição de todas as conversões à esquerda na interseção.

A implantação dessa medida permitiria a redução do número e gravidade dos conflitos verificados.

Esta medida também proporcionaria um ganho na capacidade do cruzamento além de aumentar a segurança nas travessias dos pedestres.

Como complemento, propõe-se a implantação de fase semafórica exclusiva para pedestres. O tempo "perdido" de verde para os veículos seria compensado com o tempo ganho com as proibições das conversões à esquerda.

O problema verificado na implantação dessa solução é a possibilidade do aumento das velocidades dos veículos. Além disso, os veículos seriam obrigados a passarem duas vezes na mesma interseção para realizarem os movimentos desejados.

Outro problema, bastante sério, é a transferência dos problemas apresentados para outros cruzamentos, onde poderiam ser criadas situações críticas de segurança viária.

Ademais também haveria o impacto nas ruas próximas à interseção. Estas ruas são totalmente residenciais com baixo volume de veículos. A implantação dessa proposta provocaria um aumento muito elevado dos veículos transitando nestas vias.

A proposta descrita acima, bem como os trajetos alternativos que os veículos necessitariam realizar após a implantação são apresentadas na Figura 5.42.

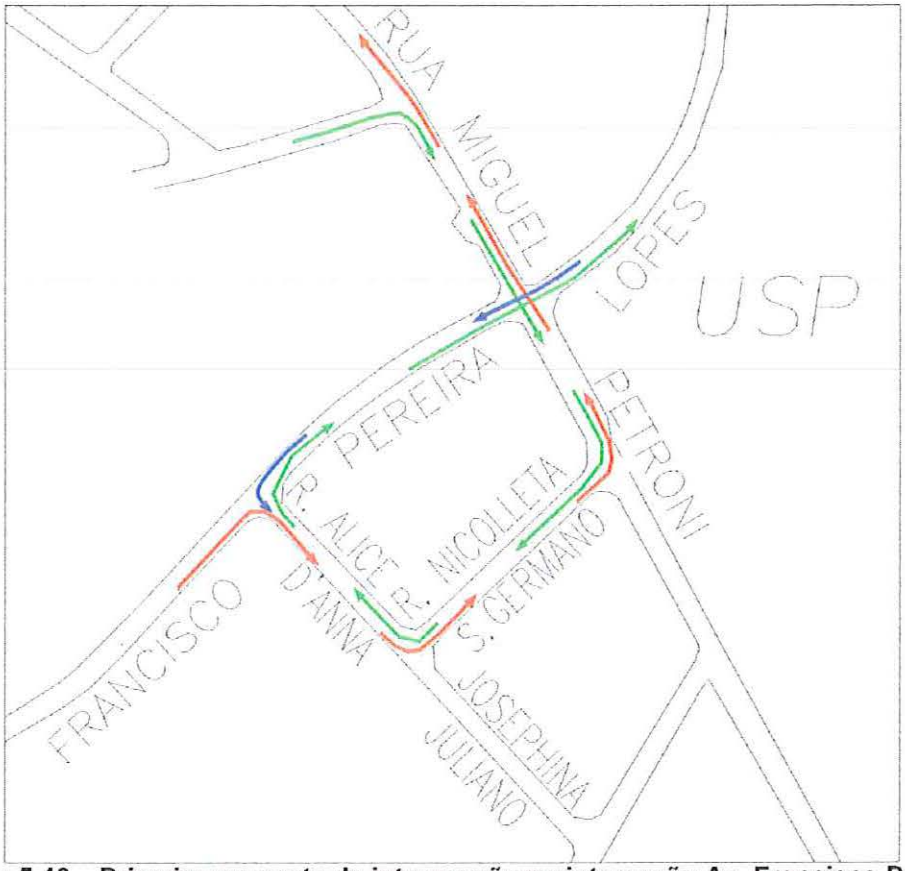


Figura 5.42 – Primeira proposta de intervenção na interseção Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni.

b) Implantação de semáforo com três fases para uma conversão à esquerda.

Esta proposta visa minimizar os problemas do impacto dos veículos passarem nas ruas Alice Josephina D'Anna Juliano e Nicolleta S. Germano, uma vez que a conversão à esquerda dos veículos que transitam pela Av. Francisco Pereira Lopes, sentido Shopping Center – Rodoviária, para Rua Miguel Petroni, sentido Bairro seria permitida.

Tal proposta implicaria em um tempo de atraso maior para os usuários da interseção em estudo, além de provocar uma maior insegurança aos pedestres que utilizam o cruzamento.

O número de conflitos seria maior do que na primeira proposta, pois outro movimento seria permitido no cruzamento.

Um grande problema a ser resolvido para implantação dessa proposta é o alargamento da Av. Francisco Pereira Lopes para permitir uma terceira faixa que possibilitasse a permanência de fila dos veículos que pretende realizar a conversão à esquerda, sem prejudicar os veículos que pretendem seguir em frente.

Esta intervenção somente poderia ser executada avançando em direção ao Córrego do Monjolinho, obrigando a construção de muro de arrimo ou cortina atirantada para construção da faixa em referência.

A proposta em referência é apresentada na Figura 5.43.

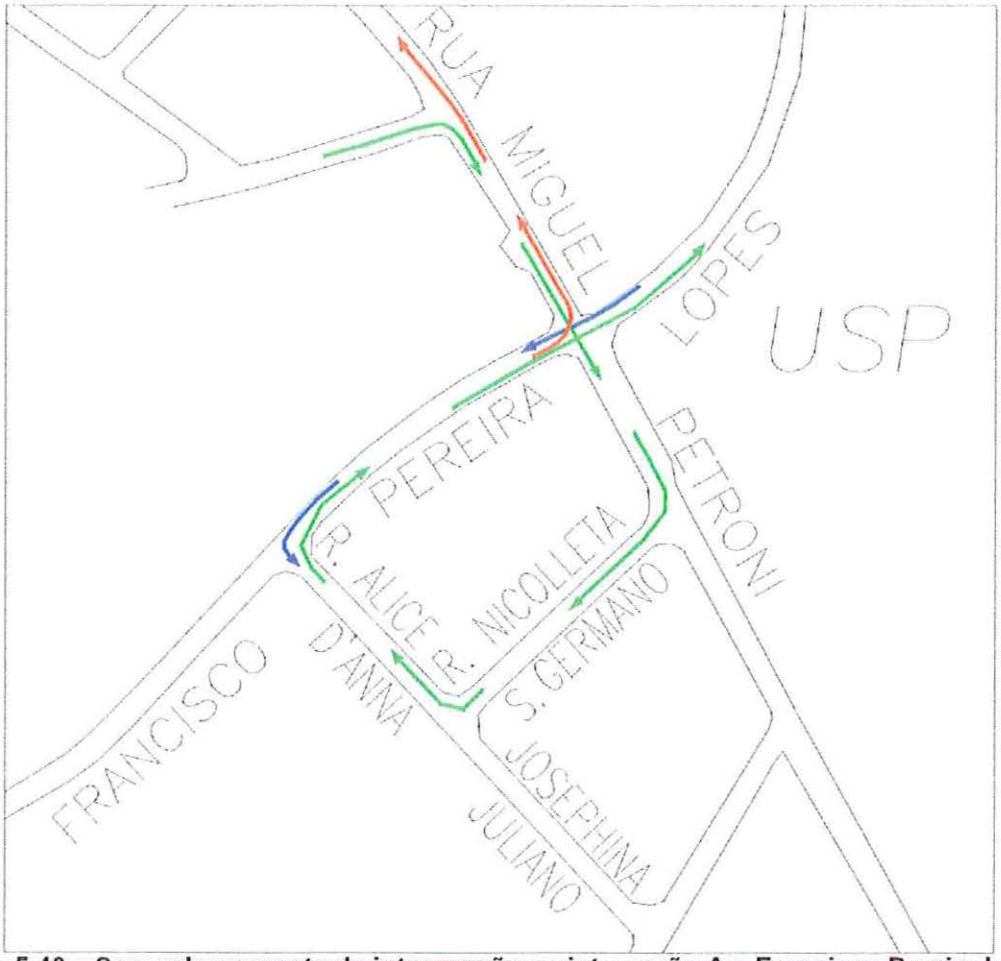


Figura 5.43 – Segunda proposta de intervenção na interseção Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni.

c) Implantação de sentido único na Av. Francisco Pereira Lopes, a partir da Rua Miguel Petroni, sentido USP.

A implantação dessa proposta proporcionaria redução do número de conflitos de veículos, uma vez que não haveria mais a chegada de veículos pela Av. Francisco Pereira Lopes, sentido USP – Shopping Center, eliminando assim três movimentos possíveis.

Para tal implantação seria necessário o prolongamento de sentido duplo de direção na Rua Miguel Petroni, da Rua Abraão João até a Rua Luiz Saia.

No cruzamento dessas vias, Rua Miguel Petroni x Rua Luiz Saia, seria necessária a implantação de semáforo para permitir a conversão à esquerda dos veículos que transitam pela Rua Luiz Saia.

No cruzamento da Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni seria implantado um semáforo de três fases, de forma a permitir a conversão à esquerda dos veículos que transitam pela Av. Francisco Pereira Lopes, sentido Shopping Center – USP, para Rua Miguel Petroni.

Outro inconveniente na implantação desta proposta seria a necessidade dos veículos que transitam pela Av. Francisco Pereira Lopes não mais realizarem um caminho retilíneo para continuidade de sua viagem no sentido USP – Shopping Center.

As mudanças propostas são apresentadas na Figura 5.44. Estas mudanças influenciariam a mobilidade de toda a região, implicando em alterações de sentido de direção de outras vias.

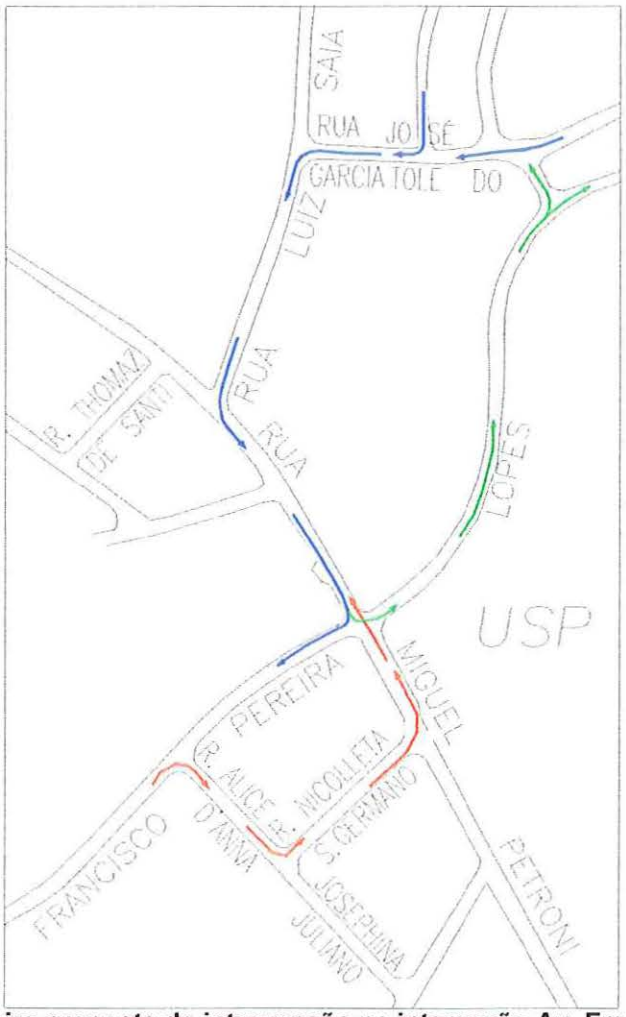


Figura 5.44 – Terceira proposta de intervenção na interseção Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni.

Esta proposta parece apresentar as melhores soluções para a interseção de forma rápida, com baixos custos para implantação e proporcionando maior segurança a todos os usuários do dispositivo.

A Prefeitura Municipal de São Carlos está desenvolvendo projeto para duplicação da Av. Francisco Pereira Lopes, a partir da Rua José Garcia de Toledo. Este projeto prevê a utilização da área existente entre as Rua Miguel Petroni, José Garcia de Toledo, Luiz Saia e Av. Francisco Pereira Lopes.

Um *croquis* desse projeto é apresentado na Figura 5.45.

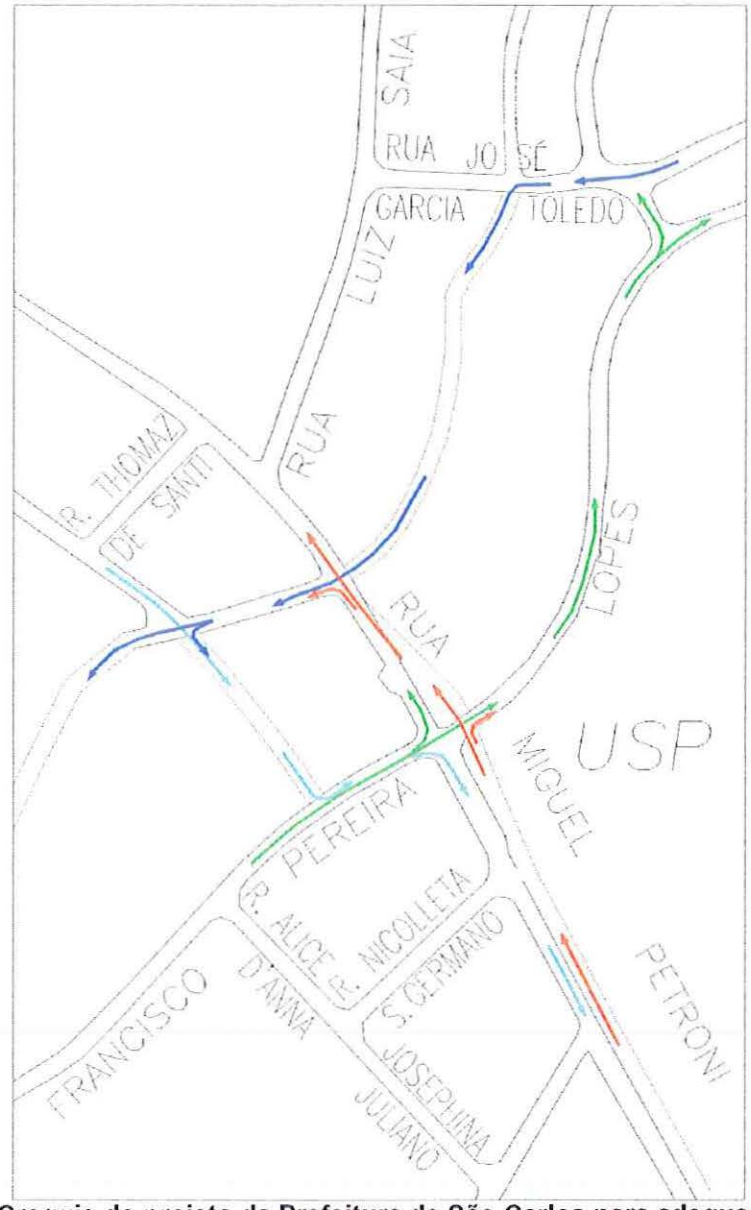


Figura 5.45 – Croquis do projeto da Prefeitura de São Carlos para adequação do cruzamento da Rua Miguel Petroni x Av. Francisco Pereira Lopes

É claro que a proposta da Prefeitura de São Carlos é a melhor solução para adequar o cruzamento em estudo, além de aumentar a capacidade da Av. Francisco Pereira Lopes.

Porém os custos para execução desse projeto são bastante elevados, dependendo de financiamento externo para a sua execução.

Dessa forma, a terceira proposta apresentada seria uma solução para os problemas verificados a custos bem menores, que poderia ser facilmente implantada pela Prefeitura.

Nota-se que a implantação da terceira proposta seria um primeiro passo para a implantação do projeto desenvolvido pela Prefeitura, uma vez que há alterações nos sentidos de circulação de vias, também previstos pela Prefeitura.

A implantação dessa proposta proporcionará um grande aumento na segurança viária do cruzamento e permitirá um controle do fluxo de veículos mais adequado a situação.

6 Considerações Finais

6.1 – Quanto aos estudos realizados

Os cinco cruzamentos estudados apresentaram dados sobre conflitos de tráfego bastante elevados com destaque à interseção de acesso à USP, antes da implantação das lombadas, e do cruzamento da Av. Francisco Pereira Lopes x Rua Miguel Petroni, que apresentaram os maiores índices de conflitos severos / horas de observação. Os dados comparativos das interseções estudadas são apresentados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Dados comparativos entre as interseções estudadas.

	GV	LP	USP1	USP2	EGAS	PETRONI
Horas de observações	17	18	18	18	18	18
Total de conflitos observados	20	25	40	20	17	38
Conflitos Severos	15	20	26	12	12	25
Conflitos Severos / Horas de observação	0,88	1,11	1,44	0,67	0,67	1,39
Conflitos Severos Abalroamento Transversal	3	7	8	7	1	7
Conflitos Severos Colisão Traseira	4	5	2	0	5	5
Conflitos Severos Colisão Frontal	2	0	0	1	2	8
Conflitos Severos Abalroamento Lateral	5	1	10	1	0	0
Conflitos Severos com Pedestres / Ciclistas (Atropelamento)	1	7	6	3	4	5
Conflitos de Severidade "A"	5	1	4	0	3	6
Conflitos de Severidade "B"	4	4	16	2	5	9
Conflitos de Severidade "C"	7	15	6	10	4	10

Foram elaboradas três propostas para cada interseção, buscando definir aquela que seria a mais adequada para cada caso. Todas as propostas foram entregues à Prefeitura Municipal de São Carlos. Uma delas foi implantada no dispositivo de acesso à USP pela Av. Trabalhador Sãocarlense. As demais propostas estão em análise.

A proposta implantada pela Prefeitura Municipal no dispositivo de acesso à USP mostrou-se bastante eficiente, obtendo-se redução significativa do número e gravidade dos conflitos, conforme mostrado na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Comparação dos dados Coletados: Rotatória de acesso a USP, antes e depois da implantação das lombadas.

	Antes	Depois	Redução
Horas de observações	18	18	-
Total de conflitos observados	40	20	50,0%
Conflitos Severos	26	12	53,8%
Conflitos Severos / Horas de observação	1,44	0,66	54,2%
Conflitos Severos Abalroamento Transversal	8	7	12,5%
Conflitos Severos Colisão Traseira	2	0	100%
Conflitos Severos Colisão Frontal	0	1	-100%
Conflitos Severos Abalroamento Lateral	10	1	90%
Conflitos Severos com Pedestres / Ciclistas (Atropelamento)	6	3	50%
Conflitos de Severidade "A"	4	0	100%
Conflitos de Severidade "B"	16	2	87,5%
Conflitos de Severidade "C"	6	10	-40%

Os dados da Tabela 5.4 mostram que as hipóteses utilizadas para as causas da ocorrência dos conflitos de tráfego estavam corretas. Nota-se que nem todos os conflitos foram eliminados, porém a proposta não foi implantada completamente. Faltou realizar as intervenções de estreitamento de faixa no dispositivo e os sonorizadores na Rua Albino Del Nero.

6.2 – Quanto à utilidade do emprego da Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego

A Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego pode ser empregada com alguma dificuldade inicial, principalmente no sentido de avaliar, ao mesmo tempo, a velocidade do veículo no momento da realização da manobra e a distância do mesmo do ponto da possível colisão. Após realização dos treinamentos e da prática na aplicação da técnica essas dificuldades foram amenizadas e a utilização da mesma mostrou-se sem maiores dificuldades.

Durante o emprego da técnica, verificou-se que os custos de aplicação da mesma são bastante baixo, sendo necessário apenas a utilização de equipamentos bastante simples, como trena, cronômetro e contador manual. Porém sua aplicação implica em grande quantidade de tempo utilizada para pesquisas de campo.

Os dados coletados através da aplicação da Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego, associados a outros estudos como volume veicular e velocidade, proporcionaram a elaboração de contra medidas para os problemas observados, de forma clara e objetiva, mostrando-se ser bastante útil sua utilização para avaliação da segurança viária em interseções.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRINO, M. H. (2001). *Educar para o Trânsito*. Kalimera Editora. São Paulo.

BHTRANS - Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte. (1999). Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego – Traffic Calming. -. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte.

Código de Trânsito Brasileiro – CTB. (1997). Brasília: Ministério da Justiça.

Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo – CET-SP. (2000). *Fatos e Estatísticas de Acidentes de Trânsito em São Paulo – 2000*. Prefeitura do Município de São Paulo.

DOMINGUES JR., M. (2001). *A Técnica MDJ para Avaliação de Conflitos de Tráfego em Interseções no Brasil*. São Carlos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – EESC, Universidade de São Paulo.

FERRAZ, A. C. P.; FORTES, F.Q.; SIMÕES, F. A. (1999). *Engenharia de Tráfego Urbano – Fundamentos Práticos*. EESC-USP, São Carlos, Edição Preliminar.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. (2001). Transporte Público Urbano. RIMA. São Carlos, 2001.

GOLD, P.A. (1998). *Segurança de Trânsito – Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes*. Estados Unidos da América, Banco Interamericano de Desenvolvimento.

GUEDES, E. P. (1995) *Estudo dos Conflitos de Tráfego: Uma Proposta para Aplicação no Brasil.* Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

HERNÁNDEZ, M. R. (2002). *Methology to perform traffic safety studies in developing countries. Case studies in the city of São Carlos of São Paulo, Brazil.* Lulea. Suécia. Dissertação (Master's Thesis) - Lulea University of Technology.

HYDÉN, C. (1987). *The Development of a Method for Traffic Safety Evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Techique.* Lund: Lund Institute of Technology, University of Lund.

HYDÉN, C. (1993). *The Swedish Traffic Conflict Technique.* Departament of Technology and Society. Lund Institute of Technology.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2002. *Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito.* Programa PARE. Brasília, 2002.

MUHLRAD, N. (1988). *Technique des Conflits of Traffic.* Manual de Utilisateur. Synthese INRETS, n.º 11, Arcueil,Fr.: INRETS.

NODARI, C. T.; LINDAU, L. A. (2001). *Auditoria da Segurança Viária.* Transportes, v.9, n.º 2, p.48-66, nov.

OPPE, Siem. Contribuition to evaluztion of intermediate variables: background paper. In: Evaluation 85, *Colloque International Sur L'evaluation des Mesures Locales de Securite Routiere*, 1985, Paris. Anais... Paris, ONSER, 1985. Tome 2, p.317-323.

PERKINS, S. R.; HARRIS, J. I. (1968). *Traffic Conflict Characteristics: Accident Potential at Intersections.* Washington D.C.: Highway Research Board. Highway Research Record 225, p.45-53.

SILVA, A. C. 1999. *Os Impactos das Estruturas de Circulação e sua Inserção na Cidade*. Projeto Transporte Humano. Associação Nacional de Transportes Públicos.

SILVA, C. R. S. 2002. *Segurança Viária em Marília*. São Carlos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – EESC, Universidade de São Paulo.

VASCONCELLOS, E. A. 1999. *Desenvolvimento Urbano, Transporte e Trânsito*. Projeto Transporte Humano. Associação Nacional de Transportes Públicos.

8. BIBLIOGRFIA

Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo – CET-SP. (1978). *Manual de Sinalização Urbana – Normas de Projeto*. Volumes 1 – 9. São Paulo.

ENGENHARIA, 2001. *Trânsito da cidade de São Paulo. CET completa 25 anos.* Periódico. N.º 544/2001 – Ano 58. p.28-76. São Paulo.

FIGUEIREDO, L.C. (1995). *A Redação pelo Parágrafo*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

GOLD, P.A.; WRIGHT C. L. (2000). *Passarelas e Segurança de Trânsito*. Nota Técnica. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

LEITE, A. M. D. *et al. Conceitos Básicos de Operação na Engenharia de Tráfego*. Sindicato dos Trabalhadores no Sistema de Operações, Sinalização, Fiscalização, Manutenção e Planejamento Viário e Urbano do Estado de São Paulo – SINDVIÁRIOS.

LEITE, A. M. D. *el al. Noções Básicas de Engenharia de Tráfego*. Sindicato dos Trabalhadores no Sistema de Operações, Sinalização, Fiscalização, Manutenção e Planejamento Viário e Urbano do Estado de São Paulo – SINDVIÁRIOS.

PIETRANTÔNIO, H. (1998). *A Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego e sua Aplicação a Problemas de Segurança de Pedestres em Interseções Semaforizadas da Cidade de São Paulo*. LEMT, Laboratório de estudos metodológicos em tráfego e transportes. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PIETRANTÔNIO, H. (1991). *Manual de Procedimentos para Análise de Conflitos de Tráfego em Interseções*. IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

PIRES, C. (2001). *Programa de Desenvolvimento de Segurança Rodoviária – Gerenciamento de Risco – Investigação de Causas de Acidentes*. São Carlos – Instituto Nacional de Segurança no Trânsito.

VIEIRA, S. (1991). *Como Escrever uma Tese*. São Paulo: Editora Pioneira. Manuais de Estudo.