

ANDREA LAURINDVICIUS RIBEIRO

**MÉTODO DE ANÁLISE DE PROJETOS VIÁRIOS
PARA MELHORIA DA SEGURANÇA DE
PEDESTRES E CICLISTAS EM RODOVIAS
CONCESSIONADAS PAULISTAS**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de Mestre
em Engenharia.

São Paulo
2011

ANDREA LAURINDVICIUS RIBEIRO

**MÉTODO DE ANÁLISE DE PROJETOS VIÁRIOS
PARA MELHORIA DA SEGURANÇA DE
PEDESTRES E CICLISTAS EM RODOVIAS
CONCESSIONADAS PAULISTAS**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de Mestre
em Engenharia.

Área de Concentração:
Engenharia de Transportes

Orientador:
Prof. Dr. Hugo Pietrantonio

São Paulo
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Ribeiro, Andrea Laurindvicius

Método de análise de projetos viários para melhoria da segurança de pedestres e ciclistas em rodovias concessionárias paulistas / A.L. Ribeiro. -- São Paulo, 2011.

XX p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.

1. Segurança rodoviária 2. Rodovias (Projeto; Análise; Segurança) I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transportes II. t.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por ele tudo é possível.

Ao professor Hugo Pietrantonio, por toda paciência, dedicação e ensinamento que transmitiu ao longo dessa jornada.

Aos professores da Escola Politécnica que pude ter a honra de conhecer ao longo desses anos, e com que foram de extrema importância no desenvolvimento desse trabalho

Aos colegas da ViaOeste e da EAG que forneceram as informações solicitadas e passaram muito de seu conhecimento em inúmeras conversas.

E finalmente, a minha família que sempre me apoiou incondicionalmente para a realização desse trabalho, sem eles eu não teria conseguido.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é estudar a segurança de pedestres e ciclistas nas rodovias concessionadas do Estado de São Paulo.

Os conceitos de oportunidade de manobra e oportunidade de conflito de tráfego tem sido usados para obter estimar a segurança em substituição a análise do histórico de acidentes. Estes conceitos têm a vantagem de depender apenas dos dados operacionais do local estudado, como velocidade, fluxo de veículos, fluxo de pedestres, entre outros.

Inicialmente é apresentada a revisão dos dispositivos de segurança para pedestres e ciclistas na literatura nacional e internacional, seus parâmetros de aplicação e projeto.

Com base nessa revisão foi realizado um estudo de campo que buscou formular um modelo de análise para avaliar o nível de segurança de pedestres e ciclistas em rodovias. Este modelo foi validado contra observações de campo (medidas empíricas) e comparação com o histórico de acidentes, com sucesso mas apenas para pedestres.

ABSTRACT

The purpose of this work is to study the level of risk for pedestrians and cyclists at highways in São Paulo.

The concepts of maneuver opportunity and conflict opportunity in road traffic have been used to estimate safety in order to replace the accident history. These concepts have the advantage of depend only of traffic data such as, traffic flow and velocity and pedestrian flow, among others.

First, pedestrian and bicycle facilities that improve safety are reviewed in the national and international literature, including applicability and design issues.

Based on this review, the field study was carried-out, indenting to build a model to evaluate the level of risk for pedestrian and cyclists in highways. This model was validated against field observation (empirical measures) and comparison with accident historic, successfully but only for pedestrians.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-1 – Distribuição global de ferimentos mortais por causa (Fonte: WHO Global Burden of Disease project, 2002, Versão 1).....	1
Figura 1-2 - Usuários da via mortos em vários meios de transporte como proporção de todas as mortes de trânsito (Fonte: WHO Global Burden of Disease project, 2002, Versão 1).....	2
Figura 2-1 – Sinalização especial de advertência para pedestres.....	18
Figura 2-2 – Sinalização de indicação para pedestres (Fonte: Código de Trânsito Brasileiro, Anexo II, 1997)	18
Figura 2-3 – Sinalização de serviços auxiliares (Fonte: Código de Trânsito Brasileiro, Anexo II, 1997).....	19
Figura 2-4 - Faixas de travessia de pedestres (Fonte: Código de Trânsito Brasileiro, Anexo II, 1997).....	19
Figura 2-5 - Marcação de cruzamento rodociclovitários (Fonte: Código de Trânsito Brasileiro, Anexo II, 1997)	21
Figura 2-6 - Semáforos para pedestres (Fonte: Código de Trânsito Brasileiro, Anexo II, 1997) ...	22
Figura 2-7 – Exemplo de semáforo para ciclistas utilizado na cidade de São Paulo	23
Figura 2-8 - Dimensionamento de rampas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004).....	25
Figura 2-9 - Exemplo de interferência do veículo no passeio (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)	26
Figura 2-10 - Rampas de acesso provisórias (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004).....	27
Figura 2-11 - Faixa elevada (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)	28
Figura 2-12 – Exemplos de rebaixamento de calçada (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004).....	30
Figura 2-13 - Exemplos de rebaixamentos em esquinas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004).....	31
Figura 2-14 - Exemplos de rebaixamentos em meio de quadra (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)	31

Figura 2-15 - Exemplos com canteiro divisor de pistas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004).....	32
Figura 2-16 – Elipse corporal do pedestre parado e espaço requerido pelo pedestre andando (Fonte: HCM 2000, TRB, 2001)	36
Figura 2-17 - Distância de desobstrução visual necessária à frente dependendo de diferentes tipos de movimento (Fonte: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, July 2004).....	37
Figura 2-18 – Gabaritos para pedestres com restrições físicas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)	38
Figura 2-19 - Dimensões de cadeiras de rodas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004).....	39
Figura 2-20 - Deslocamento de pessoas em cadeira de rodas e transposição de obstáculos (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004).....	39
Figura 2-21 - Manobras de cadeiras de rodas, sem deslocamento e com deslocamento (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004).....	40
Figura 2-22 - Alcance manual com estação de trabalho: pessoa em cadeira de rodas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)	41
Figura 2-23 - Alcance visual: pessoa em cadeira de rodas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004).....	42
Figura 2-24 - Extensão do trecho com proibição de estacionamento em função da velocidade para travessias em meio de quadra (Fonte: Manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1979) .	52
Figura 2-25 - Porcentagem de pedestres que utilizam via segura (Fonte: Design and Safety of Pedestrian Facilities, Institute of Transportation Engineers, Washington, DC, March 1998. <i>Apud</i> : Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway and Transportation Officials, 2004).....	54
Figura 2-26 - Fluxos que justificam a implantação de passarelas (Fonte: Direction des Pontset de la Circulation Routière. <i>Apud</i> : Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, DNIT, 2010).....	55
Figura 2-27 - Probabilidade de fatalidade de pedestres baseada na velocidade do veículo (Fonte: Pedestrian Facilities User Guide – Providing Safety and Mobility (FHWA-RD-01-102), FHWA,	

U.S. Department of Transportation, Washington DC, March 2002. Apud: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, July 2004)	67
Figura 2-28 - Distância de estacionamento recomendada e/ou alargamento de calçada (Fonte: Design and Safety of Pedestrian Facilities, ITE, March 1998. Apud: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, July 2004)	71
Figura 2-29 - Velocidade do pedestre em função da declividade da via (Fonte: Manual de Travessias Urbanas, DNIT, 2010).....	72
Figura 2-30 - Relação entre densidade e velocidade de pedestres (Fonte: Manual de Travessias Urbanas, DNIT, 2010).....	73
Figura 2-31 - Dimensionamento de calçadas em função do nível de serviço (Fonte: Manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1983).....	75
Figura 2-32 - Raio de curva efetivo (Fonte: Oregon Bicycle and Pedestrian Plan, Oregon Department of Transportation, 1995. Apud: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, 2004	79
Figura 2-33 - Pedestrian Design Guidelines Notebook, City of Portland Oregon, Office of Transportation Engineering and Development, 1997. Apud: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, 2004).....	80
Figura 2-34 - Exemplo de alargamento de calçada (Fonte: Designing Sidewalks and Trails for Access, Part I, FHWA, 1999. Apud: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, 2004).....	82
Figura 2-35 - Demarcação para faixas de pedestres (Fonte: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, 2004).....	82
Figura 2-36 - Espaço necessário para ciclistas (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999).....	90
Figura 2-37 - Seções transversais típicas de ciclofaixas (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999).....	100
Figura 2-38 - Sinalização horizontal típica para ciclofaixas em vias de duas mão (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999).....	102

Figura 2-39 - Sinalização horizontal típica em interseções T (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)	103
Figura 2-40 - Ciclofaixas em aproximações de faixas de conversão à direita (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999).....	104
Figura 2-41 - Ciclofaixa em aproximação de interseção com alargamento (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 2004).....	105
Figura 2-42 - Ciclofaixas em aproximações de cruzamentos (Fonte: Bikeway Planning and Design, California State Department of Transportation – Highway Design Manual, HDM. Apud: Manual de Planejamento Cicloviário, GEIPOT, 2001).....	106
Figura 2-43 - Ciclofaixas em aproximações de cruzamentos (Fonte: Bikeway Planning and Design, California State Department of Transportation – Highway Design Manual, HDM. Apud: Manual de Planejamento Cicloviário, GEIPOT, 2001).....	107
Figura 2-44 - Ciclofaixas em aproximações de cruzamentos (Fonte: Bikeway Planning and Design, California State Department of Transportation – Highway Design Manual, HDM. Apud: Manual de Planejamento Cicloviário, GEIPOT, 2001).....	108
Figura 2-45 - Ciclofaixas em aproximações de cruzamentos (Fonte: Bikeway Planning and Design, California State Department of Transportation – Highway Design Manual, HDM. Apud: Manual de Planejamento Cicloviário, GEIPOT, 2001).....	109
Figura 2-46 - Distância de visibilidade para ciclovias (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 2004).....	110
Figura 2-47 - Seção transversal de caminho compartilhado bidirecional (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999).....	111
Figura 2-48 - Rampas normais máximas admissíveis em função do desnível a vencer (Fonte: Manual de Planejamento Cicloviário, GEIPOT, 2001).....	117
Figura 3-1 - Classificação das oportunidades de travessia e sua relação com a classificação das oportunidades de conflito (Fonte: Oportunidades de travessia e oportunidades de conflito para pedestres em interseções semaforizadas, VASCONCELOS, 2004)	135
Figura 3-2 - Estrutura hierárquica para interseções não semaforizadas. (Fonte: BASILE, O.; PERSIA, L.; USAMI, D.; A Methodology to Assess Pedestrian Crossing Safety, Europeans Transportation Research Reviem, vol.2, PP. 129-137, 2010)	149

Figura 3-3 - Estrutura hierárquica para interseções semaforizadas. (Fonte: BASILE, O.; PERSIA, L.; USAMI, D.; A Methodology to Assess Pedestrian Crossing Safety, Europeans Transportation Research Reviem, vol.2, PP. 129-137, 2010).....	150
Figura 3-4 - Sistema Castello-Raposos	174
Figura 3-5 - Gráfico de evolução mensal de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas na SP 270	176
Figura 3-6 - Gráfico do comparativo anual de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas na SP 270.....	176
Figura 3-7 - Gráfico de evolução mensal de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas na SP 280	177
Figura 3-8 - Gráfico do comparativo anual de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas na SP 280.....	177
Figura 3-9 - Quadro dinâmico de acidentes - SP 270	179
Figura 3-10 - Quadro dinâmico de acidentes - SP 280	181
Figura 3-11 - Cronograma de obras concluídas de 2005 a 2010.....	183
Figura 3-12 - km 60,5 da SP 270, imagem aérea (Google Earth) e câmera de segurança da concessionária	192
Figura 3-13 - km 60,5 da SP 270, detalhes (Street View - Google Earth).....	193
Figura 3-14 - km 63 da SP 270, imagem aérea (Google Earth) e câmera de segurança da concessionária	194
Figura 3-15 – km 63,5, detalhes	195
Figura 3-16 - km 29,5 da SP 280, imagem aérea (Google Earth) e câmera de segurança da concessionária	196
Figura 3-17 - km 29,5 da SP 280, detalhes (Street View - Google Earth).....	197
Figura 3-18 - km 30 da SP 280, imagem aérea (Google Earth) e câmera de segurança da concessionária	198
Figura 3-19 - km 30 da SP 280, detalhes (Street View - Google Earth).....	199
Figura 3-20 – Evolução anual de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas na SP 270, kms 63 e 63,5.....	209
Figura A-0-1 - Travessia de via secundária (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	269

Figura A-0-2 - Travessia de via principal (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....270

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1 - Dimensionamento de rampas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004).....	25
Tabela 2-2 - Extensão do trecho com proibição de estacionamento em função da velocidade para travessias em meio de quadra (Fonte: Manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1979) .	52
Tabela 2-3 - Fórmulas para cálculo do atraso sofrido por pedestres em pistas simples e dupla em diferentes tipos de travessia (Fonte: Baseado no Manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1979).....	59
Tabela 2-4 - Fórmulas para cálculo do atraso sofrido por pedestres em pistas simples e dupla em diferentes tipos de travessia (Fonte: Baseado no Manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1979).....	60
Tabela 2-5- Valores recomendados para velocidade de pedestres em rampas (Fonte: manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1983).....	73
Tabela 2-6 - - Critério de grade para calçadas (Fonte: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, 2004).....	77
Tabela 2-7- Critério de fluxo médio para NS em caminhos e calçadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	85
Tabela 2-8 - Critério de NS para caminhos e calçadas com o efeito de pelotões (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	85
Tabela 2-9 - Critério de NS para pedestres em caminhos compartilhados (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	87
Tabela 2-10 - - Critério de NS para áreas de espera de pedestres (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	88
Tabela 2-11 - Critério de NS para pedestres em interseções semaforizadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	89
Tabela 2-12 - - Critério de NS para pedestres em interseções não semaforizadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	89

Tabela 2-13 - - Critério americano de seleção de infra-estrutura para ciclistas no meio urbano (Fonte: Selecting Roadway Design Treatments to Accommodate Bicycles, FHWA, 1992)	95
Tabela 2-14 - - Critério americano de seleção de infra-estrutura para ciclistas no meio rural (Fonte: Selecting Roadway Design Treatments to Accommodate Bicycles, FHWA, 1992)	95
Tabela 2-15 - Critério inglês de seleção de infra-estrutura para ciclistas no meio urbano (Fonte: London Cycling Design Standards, 2005)	96
Tabela 2-16 - - Largura recomendada da faixa de tráfego compartilhado de acordo com AADT (Fonte: Geometric Design Guide for Canadian Roads, TAC, 1999)	98
Tabela 2-17 - Largura efetiva de ciclovia unidirecional de acordo com o tráfego horário de bicicletas (Fonte: Manual de Planejamento Ciclovitário, GEIPOT, 2001).....	112
Tabela 2-18 - Largura efetiva de ciclovia unidirecional de acordo com o tráfego horário de bicicletas (Fonte: Manual de Planejamento Ciclovitário, GEIPOT, 2001).....	112
Tabela 2-19 - Desobstrução lateral (Fonte: Geometric Design Guide for Canadian Roads, TAC, 1999).....	113
Tabela 2-20 - Raio mínimo desejável para ciclovias pavimentadas baseado em ângulo de tombamento de 15o (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999).....	114
Tabela 2-21 - Raio mínimo desejável para ciclovias pavimentadas baseado em superelevação de 2% e ângulo de tombamento de 20o (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)	115
Tabela 2-22 - - Afastamento lateral mínimo para curvas horizontais, em função da distância de visibilidade e raio da curva (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)	116
Tabela 2-23 - - Grades maiores que 5% (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)	117
Tabela 2-24 - comprimentos mínimos de curva vertical necessário para garantir uma distância de visibilidade de parada (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 2004) .	118
Tabela 2-25 - 25 - Critério de NS para bicicletas em vias exclusivas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	123
Tabela 2-26 - Critério de NS para ciclistas em vias de uso compartilhado segregadas do tráfego motorizado (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	124

Tabela 2-27 - NS para bicicletas em interseções semaforizadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	126
Tabela 3-1 - Oportunidades de conflito em interseções com sinalização de prioridade (Fonte: MING, S. H. – Oportunidades de Conflito de Tráfego – Modelos de Previsão – Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil,	139
Tabela 3-2 - Parâmetros (e Erro Padrão) dos Modelos Estimados por DAVIS (2007) para Severidade dos Acidentes com Pedestres em Função da Velocidade de Impacto (em km/h)	143
Tabela 3-3 - Escala semântica de Saaty (Fonte: BASILE, O.; PERSIA, L.; USAMI, D.; A Methodology to Assess Pedestrian Crossing Safety, Europeans Transportation Research Reviem, vol.2, PP. 129-137, 2010).....	151
Tabela 3-4 – SP 270 – Acidentes por dia da semana	187
Tabela 3-5 - SP 270 - Acidentes por gravidade	188
Tabela 3-6 - SP 280 – Acidentes por dia da semana.....	189
Tabela 3-7 - SP 280 – Acidentes por gravidade.....	190
Tabela 3-8 - Dados básicos de operação km 60,5 da SP 270.....	201
Tabela 3-9 - Dados básicos de operação km 63 da SP 270.....	201
Tabela 3-10 - Dados básicos de operação km 29,5 da SP 280.....	202
Tabela 3-11 - Dados básicos de operação km 30 da SP 280.....	202
Tabela 3-12 - Medidas empíricas de OTs e OCs - km 60,5 da SP 270.....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 3-13 - Medidas empíricas de OTs e OCs - km 63 da SP 270.....	213
Tabela 3-14 - Medidas empíricas de OTs e OCs - km 29,5 da SP 280.....	216
Tabela 3-15 - Medidas empíricas de OTs e OCs - km 30 da SP 280.....	216
Tabela 3-16 - Cálculo das OTs e OCs teóricas	226
Tabela 3-17 - Distâncias de visibilidade considerando obstruções visuais.....	246
Tabela 3-18 – OT/ano e CO/ano (real) - (Modelo 1b)	252
Tabela 3-19 - Probabilidade de severidade	Erro! Indicador não definido.
Tabela 3-20 – Validação das medidas teóricas de oportunidade de manobra (OT) e oportunidade de conflito (OC)	234
Tabela 3-21 – Medidas empíricas de OTs e OCs.....	239
Tabela 3-22 - Medidas teóricas de OTs e OCs (1b).....	241

Tabela 3-23 – Análise das obras de melhoria – “antes” e “depois” para cálculos de oportunidade de manobra e de conflito	245
Tabela 3-24 – Medidas de oportunidade empíricas, teóricas e dados de acidentes Erro! Indicador não definido.	
Tabela A-0-1- Largura efetiva (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	264
Tabela A-0-2 - Critério de fluxo médio para NS em caminhos e calçadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)...	265
Tabela A-0-3 - Critério de NS para caminhos e calçadas com o efeito de pelotões (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	265
Tabela A-0-4 - Critério de NS para fluxo de pedestres atravessando (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	266
Tabela A-0-5 - Critério de NS para pedestres em caminhos compartilhados (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)...	267
Tabela A-0-6 - Critério de NS para áreas de espera de pedestres (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000).....	267
Tabela A-0-7 - Critério de NS para pedestres em interseções semaforizadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)...	268

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
1.1 ASPECTOS GERAIS	1
1.2 CONCEITUAÇÃO DOS ACIDENTES COM PEDESTRES E CICLISTAS	3
1.3 DISPOSITIVOS DESTINADOS À MELHORIA DA SEGURANÇA DE PEDESTRES E CICLISTAS.....	4
1.3.1 Dispositivos em vias de uso compartilhado	5
1.3.2 Vias exclusivas ou faixas segregadas.....	7
1.3.3 Dispositivos de segregação em nível	8
1.4 CONTEXTO URBANO, RURAL E A PECULIARIDADE DAS RODOVIAS.....	8
1.5 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA	9
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	10
2 ANÁLISE DOS TRATAMENTOS PARA SEGURANÇA DE PEDESTRES E CICLISTAS	11
2.1 NORMAS LEGAIS RELATIVAS A CIRCULAÇÃO DE PEDESTRES E CICLISTAS NO BRASIL.....	12
2.1.1 Disposições do Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997).....	12
2.1.2. Norma Brasileira ABNT NBR9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos	23
2.2 METODOLOGIAS PARA SELEÇÃO E PROJETO DO TRATAMENTO MAIS ADEQUADO	32
2.2.1 Manuais de Projeto Viário.....	33

2.2.2 Referências, Guias e Manuais de Estudos de Acidentes.....	34
2.3 INFRA-ESTRUTURA PARA PEDESTRES	35
2.3.1 Facilidades ao longo da via	42
2.3.2 Facilidades para travessia da via	46
2.4 PARÂMETRO DE PROJETO PARA PEDESTRES	66
2.4.1 Velocidade do Tráfego.....	66
2.4.2 Largura da Via	68
2.4.3 Meio-fio	69
2.4.4 Distância de Visibilidade	70
2.4.5 Velocidade do Pedestre.....	72
2.4.6 Largura da via de pedestre	74
2.4.7 Largura da área de espera	76
2.4.8 Declividade longitudinal (Grade) e transversal (Cross-Slope).....	76
2.4.9 Pontos de parada de ônibus.....	77
2.4.10 Calçadas para pontes, passarelas e túneis.....	78
2.4.11 Interseções.....	79
2.4.12 Dispositivos de proteção para pedestres.....	81
2.5 ANÁLISE DA OPERAÇÃO PARA PEDESTRES.....	84
2.5.1 Nível de Serviço em Calçadas e Vias Exclusivas para Pedestres.....	84
2.5.2 Nível de Serviço em Calçadas Compartilhadas	86
2.5.3 Nível de Serviço em Áreas de Espera e Interseções	87
2.6 INFRA-ESTRUTURA PARA CICLISTAS	90
2.6.1 Facilidades para Ciclistas ao Longo da Via.....	91
2.6.2 Facilidades para Interseções e Travessias com Ciclistas	97
2.7 PARÂMETROS DE PROJETO PARA CICLISTAS.....	97
2.7.1 Via Compartilhada.....	98
2.7.2 Ciclofaixa.....	99
2.7.3 Ciclovia.....	109
2.7.4 Calçada Compartilhada.....	120
2.8 ANÁLISE DA OPERAÇÃO PARA CICLISTAS.....	122
2.8.1 Nível de Serviço em Vias Exclusivas	122
2.8.2 Nível de Serviço em Vias de Uso Compartilhado Segregadas do Fluxo Motorizado.....	123

2.8.3	Nível de Serviço em Ciclofaixas	124
2.8.4	Interseções SemafORIZADAS	125
2.8.5	Interseções não semafORIZADAS	126
3 METODOLOGIA PARA O ESTUDO DE CAMPO E APLICAÇÃO A UM CASO		
PILOTO		127
3.1.	MÉTODOS DE OPORTUNIDADES DE MANOBRA E CONFLITO	128
3.1.1	Método de Análise Empírica	130
3.1.2	Análise com Modelos de Previsão	137
3.2.	OUTROS MÉTODOS DE ANÁLISE.....	145
3.2.1	Método de ARAUJO e BRAGA (2008).....	145
3.2.2	Método de BASILE, PERSIA e USAMI (2010)	148
3.3.	DEFINIÇÃO DO ESTUDO DE CAMPO.....	173
3.3.1	Análise Geral e Seleção dos Trecho para Estudo	145
3.4.	COLETA DE DADOS SOBRE ACIDENTES NOS TRECHOS PARA ESTUDO.....	186
3.4.1	Coleta de Dados de Operação nos Trechos para Estudo	145
3.4.2	Análise das Condições Locais e dos Acidentes nos Trechos para Estudo.....	206
3.4.3	Obtenção e Análise das Medidas de Oportunidades nos Trechos para Estudo	208
3.4.4	Análise e Validação dos Modelos.....	218
3.4.5	Diagnóstico de Segurança com Medidas Empíricas.....	219
3.4.6	Diagnóstico de Segurança com Medidas Teóricas	221
3.4.7	Análise Comparativa com Acidentes.....	224
4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES		127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		263
APÊNDICA A - ANÁLISE DA OPERAÇÃO PARA PEDESTRES DO HCM (2000)		263
A.1.	Nível de Serviço em Calçadas e Vias Exclusivas para Pedestres	263
A.2.	Nível de Serviço em Calçadas Compartilhadas	266
A.3.	Nível de Serviço em Áreas de Espera	267
A.4.	Nível de Serviço em Travessias SemafORIZADAS.....	268
A.4.	Nível de Serviço em Travessias Não-SemafORIZADAS.....	273
A.5.	Nível de Serviço para Pedestres em Vias Urbanas.....	275
APÊNDICE B - ANÁLISE DA OPERAÇÃO PARA CICLISTAS DO HCM (2000)		276
B.1.	Nível de Serviço em Vias Exclusivas.....	276

B.2. Nível de Serviço em Vias de Uso Compartilhado Segregadas do Fluxo Motorizado.....	277
B.3. Nível de Serviço em Ciclofaixas	278
B.4. Nível de Serviço em Interseções SemafORIZADAS	278
B.5. Nível de Serviço em Interseções Não SemafORIZADAS	279
B.6. Nível de Serviço para Ciclistas em Vias Urbanas	279

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

1.1 ASPECTOS GERAIS

Segundo a OMS – Organização Mundial de Saúde, acidentes de trânsito são responsáveis pela maior parte das mortes globais, aproximadamente 23% do total de mortes. Pedestres e ciclistas mortos em acidentes de trânsito chegam a 40% do total de mortes em países menos desenvolvidos como a Índia. Reduzir a ocorrência desses tipos de acidentes tem sido considerado prioridade atualmente.



Figura 1-1 – Distribuição global de ferimentos mortais por causa (Fonte: **Organização Mundial da Saúde - Global Burden of Disease, 2002)**

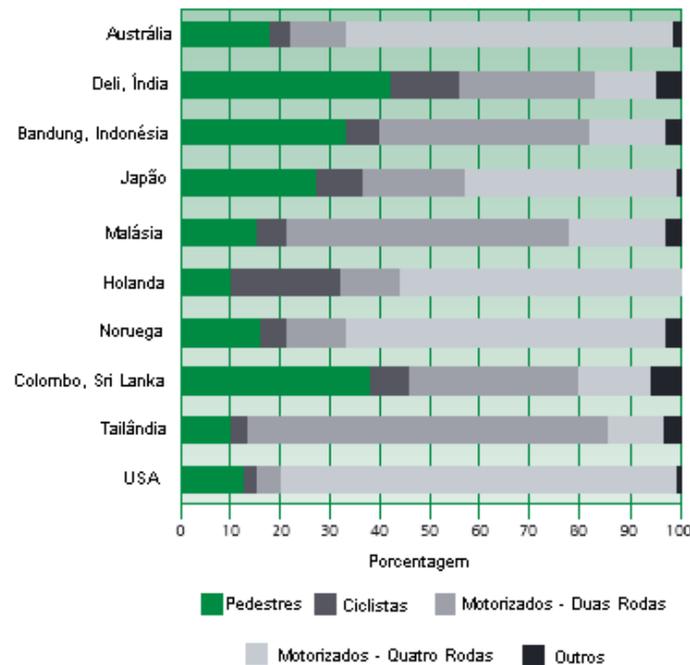


Figura 1-2 - Usuários da via mortos em vários meios de transporte como proporção de todas as mortes de trânsito (Fonte: Organização Mundial da Saúde - Global Burden of Disease, 2002)

A situação no Brasil e, em particular, nas rodovias concedidas do Estado de São Paulo, não é distinta, neste aspecto. O Programa de Concessão Rodoviária do Governo do Estado de São Paulo abriu ao capital privado a oportunidade de prestação de serviços públicos com qualidade e eficiência. Ao longo dos anos, técnicas de engenharia de tráfego têm sido estudadas para redução de acidentes envolvendo pedestres, visto que esse é um problema das rodovias em geral. Segundo a ARTESP (Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transportes do Estado de São Paulo), de janeiro a dezembro de 2010 ocorreram 565 acidentes que resultaram em 189 mortos nas rodovias concessionadas do Estado de São Paulo. O atropelamento é o tipo de acidente que provoca mais vítimas fatais. No ano de 2010 o tipo de acidente atropelamento, representou 1,9% do total de acidentes, e 25,6% do total de mortos.

No intuito de manter e aprimorar a qualidade dos serviços, as concessionárias vêm ao longo dos anos de concessão, elaborando e implementando o “Plano de Redução de Acidentes – PRA”, buscando atender ao Edital de Concessão e atingir as metas estipuladas pelo Poder Concedente através da implantação de ações de engenharia, operacionais, fiscalizadoras e

institucionais visando a redução dos índices de acidentes. Em que pese o esforço dispendido, os problemas com a segurança dos pedestres e ciclistas têm persistido e vêm desafiando os gestores das rodovias. Portanto, parece que faltam mais do que recursos materiais e exigências de resultados para o enfrentamento do problema.

1.2 CONCEITUAÇÃO DOS ACIDENTES COM PEDESTRES E CICLISTAS

O DENATRAN (fonte???) como similarmente outros trabalhos, traz definições bastante sumárias de acidentes envolvendo pedestres e/ou ciclistas:

Atropelamento: É o acidente em que um pedestre ou um animal é atingido por um veículo (motorizado ou não-motorizado). Pode ocorrer na pista ou na calçada. No momento do acidente o pedestre pode estar cruzando a pista, andando pela calçada ou pela pista, ou parado.

Colisão com bicicletas: É um sub-tipo particular de colisão entre veículos (Colisão: Choque entre dois ou mais veículos. Bicicleta: Veículo de propulsão humana, dotado de duas rodas, não sendo, similar à motocicleta, motoneta e ciclomotor).

Pode-se ver que, ao contrário dos acidentes veiculares, que são usualmente classificados em função da produção do acidente (choque ou colisão, frontal, angular, lateral, traseira, ...), os acidentes com pedestres são genéricos. Os acidentes com ciclistas, por sua vez, são um sub-tipo dos acidentes veiculares. Ambas as opções podem ser criticadas por diversos aspectos.

Atropelamentos podem ocorrer na via ou na calçada, sendo eventos bastante distintos. De forma similar, em alguns acidentes os pedestres são lançados para frente, para o lado, por sobre o veículo ou são propriamente atropelados (veículos passam sobre os pedestres). Algo similar pode ocorrer nos acidentes com ciclistas. Embora pedestres e ciclistas estejam em categorias distintas, sendo o ciclista considerado como um veículo, as características de um

acidente envolvendo um ciclista e um veículo são muito mais semelhantes a um atropelamento do que a uma colisão de dois automóveis **de porte similar**.

Acidentes com pedestres e ciclistas poderiam ser colocados em um mesmo grupo, com maior razão, falando em atropelamentos de pedestres e atropelamentos de ciclistas (dada sua similaridade) ou distinguidos em categorias específicas, dadas as suas peculiaridades (o que também ocorre em relação aos acidentes com motos).

Desta forma, com em muitos trabalhos recentes, pedestres e ciclistas são considerados em uma categoria similar, os chamados de usuários vulneráveis da via (VRUs-*Vulnerable Road Users*), considerando que em caso de acidentes ambos são a parte mais prejudicada.

Mesmo com estas mudanças de critério, ainda haveria críticas à tipologia usual de acidentes no Brasil. Muitas vezes uma **cadeia** de eventos acontece durante um acidente, esse tipo de ocorrência é caracterizado como *sequência*. Assim, um acidente envolvendo um pedestre ou ciclista pode não ser a causa principal do evento, mas uma saída de pista pode provocar um atropelamento em seguida, por exemplo. Naturalmente, pode também ocorrer o contrário (um atropelamento gerando saídas de pista, por exemplo). Uma conceituação que representasse o acidente como uma sequência de eventos complexa seria mais fidedigna.

1.3 DISPOSITIVOS DESTINADOS À MELHORIA DA SEGURANÇA DE PEDESTRES E CICLISTAS

Existe uma ampla gama de tratamentos voltados a melhorar a segurança viária para pedestres e ciclistas, que estão dentro do escopo deste trabalho. Os dispositivos de segurança utilizados para a melhoria da segurança de pedestres e ciclistas encontrados na literatura especializada (que será revisada no capítulo seguinte), podem ser divididos de acordo com diversos atributos como o tipo de via ou a estratégia de ação. Uma classificação e enumeração preliminar,

definida com o objetivo de estruturar sua análise e dar uma visão ampla do conjunto de tratamentos possíveis, pode ser apresentada conforme segue.

1.3.1 Dispositivos em vias de uso compartilhado

- Acostamentos: De acordo com o CTB (BRASIL, 1997), é a parte da via diferenciada da pista de rolamento destinada à parada ou estacionamento de veículos, em caso de emergência, e à circulação de pedestres e bicicletas, quando não houver local apropriado para esse fim. Devem ser projetados e implantados a fim de garantir a segurança e acessibilidade dos pedestres, de forma a não causar riscos de acidentes, minimizando-se as interferências de qualquer natureza e devem ainda possibilitar rotas acessíveis para qualquer usuário, concebidas de forma contínua e integrada por convenientes conexões entre destinos e principalmente aos dispositivos de travessia. Canteiros e ilhas divisórias: Dispositivo que proporciona um refúgio para os pedestres, que passam a realizar a travessia em etapas, prestando atenção a um fluxo por vez (a proteção dos pedestres em espera nos canteiros e ilhas é um aspecto complementar). Além disso, diminui o número de colisões frontais, separando os fluxos opostos, e permitir a instalação de dispositivos de segregação (dificultando a travessia de pedestres onde ela é indesejada). Sinalização e dispositivos de apoio às travessias de pedestres: Medidas para proteger os pedestres e ciclistas podem ser implantadas com o apoio das autoridades de trânsito. Entre elas, a implantação de redutores de velocidade; limites de velocidade mais baixos; vibradores ou sonorizadores; sinais e placas; melhor iluminação; lombadas eletrônicas; radares e câmaras; maior presença policial; melhoria das operações de tráfego (policiais ou civis); e combinações dessas medidas em geral. Os semáforos são ainda mais eficientes e muitos deles incluem estágios com verde exclusivo para pedestres. A sinalização deve dar tempo suficiente para que os mais frágeis e lentos concluam a travessia com tranquilidade.

- Tranquilização de tráfego: Segundo ÁLDUAN (1998), tranquilizar o tráfego é apaziguá-lo, acalmá-lo, diminuir a agitação e o ruído que ele produz. Em outras palavras, tranquilização do tráfego motorizado é reduzir seu volume e sua velocidade até torná-lo compatível com as demais funções da via. Para isso algumas técnicas podem ser utilizadas, entre elas: melhora da mobilidade do pedestre a fim de eliminar conflitos com os veículos; ajuste da velocidade do tráfego (sinalização, ordenação e hierarquização, alinhamento horizontal, alinhamento vertical, interseções). Tranquilização de tráfego tem sido usado principalmente em áreas urbanas, no entanto, com a crescente preocupação de resolver problemas em rodovias, medidas de tranquilização de tráfego estão sendo desenvolvidas. Principais medidas: gateways (combinação de medidas usadas para indicar ao motorista o início de uma área diferente onde o comportamento do motorista deve mudar); placas, linhas, marcas; superfície colorida; superfície texturizada; mudança nos limites de velocidade; câmeras de segurança; redução na largura da via; medidas de regulamentação de tráfego (proibição ou restrição de circulação); facilidades de travessia para pedestres e ciclistas; deflexão horizontal; deflexão vertical.

1.3.2 Vias exclusivas ou faixas segregadas

- Calçadas: De acordo com o CTB (BRASIL, 1997) é parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins. Como dispositivos de segregação podem ser usados gradis e floreiras. A função da calçada é de canalização, ou seja, encaminhar os pedestres para que atravessem em locais mais seguros do que normalmente egeriam. Ciclovias e ciclofaixas: De acordo com o CTB (BRASIL, 1997), ciclofaixa é a parte da pista de rolamento destinada à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por sinalização específica e ciclovias, pista própria destinada à circulação de ciclos, separada fisicamente do tráfego comum. Tanto a ciclovia como a ciclofaixa podem ainda ser de uso compartilhado com pedestres.

1.3.3 Dispositivos de segregação em nível

- Passarela: Pelo CTB (BRASIL, 1997), obra de arte destinada à transposição de vias, em desnível aéreo, e ao uso de pedestres. Uma passarela com rampas pode também servir aos ciclistas, pedalando ou andando. Alguns técnicos de segurança do trânsito dizem que pedestres não utilizam a passarela voluntariamente e que é muito caro construí-las e mantê-las. Ainda os principais problemas de passarelas são: construídas em lugares errados, mal projetadas, mal construídas, manutenção deficiente, não seguras. Mesmo assim, segundo GOLD (1998), muitos pedestres utilizam a passarela.Passagem inferior (ou subterrânea): Segundo o CTB (BRASIL, 1997), obra de arte destinada à transposição de vias, em desnível subterrâneo, e ao uso de pedestres ou veículos. Naturalmente, também pode estar em nível inferior à via sem ser subterrânea, se a via atravessada for elevada.

1.4 CONTEXTO URBANO, RURAL E A PECULIARIDADE DAS RODOVIAS

A fim de estudar os acidentes envolvendo pedestres em rodovias, é necessário levar em conta considerações sobre rodovias em áreas urbanas e seus impactos na percepção dos pedestres.

O espaço urbano é caracterizado pela intensidade das atividades humanas, sendo que estas, muitas vezes, são permeadas por uma série de conflitos de natureza diversa. Esses conflitos tornam-se mais evidentes quando são observadas as vias de circulação, nas quais veículos motorizados de todo tipo, pedestres e ciclistas disputam o mesmo espaço. A amplitude desses conflitos se deve, em grande parte, à predileção pelos modos motorizados de transporte, notadamente o modo rodoviário, em detrimento dos demais.

Segundo SILVA JÚNIOR (2003), o crescimento populacional decorrente aliado à especulação imobiliária da terra urbana e às facilidades associadas à motorização fizeram com que a área urbanizada de diversos municípios fosse incorporando áreas antes isoladas pelas barreiras representadas por cursos d'água, ferrovias e rodovias.

Assim, a rodovia, um dos principais agentes motores do crescimento populacional e desenvolvimento econômico local, tornou-se quase que um empecilho aos deslocamentos intra-urbanos.

A população das cidades passou a conviver com interfaces entre a cidade e a rodovia, que fazem com que os habitantes das regiões lindeiras que realizam atividades em ambos os lados das rodovias tenham que cruzá-la para desempenhar suas funções cotidianas, correndo todos os riscos associados ao tráfego.

Dessa forma a rodovia trouxe à tona a realidade da convivência com os acidentes de trânsito nos trechos onde esta atravessa áreas urbanizadas das pequenas cidades e povoados existentes ao longo de seu traçado e mesmo no acesso às grandes cidades.

Os problemas associados aos acidentes, notadamente atropelamentos, devido ao excesso de velocidade nestas localidades, tem sido uma preocupação para a engenharia de tráfego. Para tanto, essas ações devem ser implantadas de tal forma a não oferecer surpresas ao motorista, no que diz respeito a interferências ou controles de tráfego.

Muito se estuda hoje em dia a respeito de melhoria da segurança de pedestres em meios urbanos, mas não em rodovias, onde apesar de o número de atropelamentos ser menor, é o que causa mais prejuízo às vítimas, sendo na maioria das vezes fatal. Como mencionado anteriormente, de acordo com a agência reguladora das rodovias do estado de São Paulo, é o acidente que mais causa vítimas fatais.

1.5 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Este estudo busca analisar a segurança de trânsito oferecida aos pedestres e ciclistas nos projetos viários, no contexto particular das rodovias concessionadas paulistas, analisando medidas objetivas relacionadas com o risco de acidentes envolvendo usuários vulneráveis da via. Em vista das dificuldades de avaliar a segurança de trânsito em projetos viários com base no potencial de acidentes, a investigação deve incluir outras variáveis.

A fim de medir a segurança das rodovias, serão medidas e avaliadas as oportunidades de manobra e oportunidades de conflito, que são função apenas das características operacionais dos locais como velocidade, fluxo veicular e fluxo de pedestres e ciclistas.

Essas medidas serão comparadas com o histórico de acidentes a fim de serem validadas.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em 4 capítulos.

No capítulo 2 será feita a revisão bibliográfica de princípios e parâmetros de aplicação e projeto de dispositivos para melhoria da segurança de pedestres.

No capítulo 3 será apresentado o método de estudo proposto, analisando oportunidades de manobra e oportunidades de conflito. Este capítulo conterá os resultados do estudo.

No capítulo 4, estão as conclusões e recomendações obtidas no estudo.

2 ANÁLISE DOS TRATAMENTOS PARA SEGURANÇA DE PEDESTRES E CICLISTAS

O presente capítulo tem por objetivo apresentar a revisão bibliográfica acerca de tratamentos para segurança no trânsito de pedestres e ciclistas.

A revisão feita a seguir buscou analisar detidamente publicações relevantes como:

- as normas legais a respeito de circulação de pedestres e ciclistas no Brasil
- os manuais de projeto viário no que se refere aos pedestres e ciclistas, sejam os internacionais, notadamente da AASHTO (AASHTO 2004a), ou os nacionais, os correspondentes do DNIT/DNER (DNER, 1999; DNIT, 2005 e 2010); incluem-se aqui também os manuais de sinalização viária, precipuamente os aprovados pelo CONTRAN;
- os manuais de análise ou projeto voltados aos usuários não motorizados, internacionais, como os manuais da AASHTO para tratamentos para ciclistas (AASHTO, 1999) e pedestres (AASHTO, 2004b), e nacionais, como do DENATRAN (1983) para pedestres e do GEIPOT (2001) para ciclistas; incluem-se aqui os manuais de análise de operação, especificamente o HCM 2000 (TRB, 2001) nos capítulos dedicados a pedestres e ciclistas;
- os estudos sobre análise de acidentes, sejam os manuais de análise, como ITE (2000), DENATRAN (1982), DER/PR (1988) ou os trabalhos **profissionais**, como GOLD (1998) e OGDEN (1996).

A exposição é um esforço de sistematização e comparação das recomendações revisadas.

2.1 NORMAS LEGAIS RELATIVAS A CIRCULAÇÃO DE PEDESTRES E CICLISTAS NO BRASIL

Nesse item são revisadas as normas legais para circulação de pedestres e ciclistas no Brasil, uma vez que qualquer indicação contrária deve ser tratada como exceção e somente aplicada com aprovação experimental formalizada pelo CONTRAN.

Foram revistos para isso o Código de Trânsito Brasileiro, CTB1997 (BRASIL, 1997 e suas atualizações até 2008) – Lei n.º 9.503, de 23 de setembro de 1977, os manuais de sinalização brasileiros, e a norma de acessibilidade da ABNT NBR9050, de 2004, lei 10098/00, decreto lei 5296 de 2004.

2.1.1 Disposições do Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997)

O Anexo I do Código de Trânsito traz conceitos e definições, tendo sido aqui destacados os relacionados a pedestres e ciclistas.

Não há um conceito específico sobre pedestre. Para veículos não-motorizados, os conceitos relevantes são:

- “BICICLETA - veículo de propulsão humana, dotado de duas rodas, não sendo, para efeito deste Código, similar à motocicleta, motoneta e ciclomotor.”
- “CICLO - veículo de pelo menos duas rodas a propulsão humana.”

Portanto, Ciclo é a categoria genérica de veículos não-motorizados e Bicicleta é um tipo específico (de duas rodas).

Quanto aos tipos de infra-estrutura utilizadas pelos usuários não motorizados, têm-se:

- “ACOSTAMENTO - parte da via diferenciada da pista de rolamento destinada à parada ou estacionamento de veículos, em caso de emergência, e à circulação de pedestres e bicicletas, quando não houver local apropriado para esse fim.”
- “CALÇADA - parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins.”
- “PASSEIO - parte da calçada ou da pista de rolamento, neste último caso, separada por pintura ou elemento físico separador, livre de interferências, destinada à circulação exclusiva de pedestres e, excepcionalmente, de ciclistas.”
- “PASSAGEM SUBTERRÂNEA - obra de arte destinada à transposição de vias, em desnível subterrâneo, e ao uso de pedestres ou veículos.”
- “PASSARELA - obra de arte destinada à transposição de vias, em desnível aéreo, e ao uso de pedestres.”
- “REFÚGIO - parte da via, devidamente sinalizada e protegida, destinada ao uso de pedestres durante a travessia da mesma.”
- “CICLOFAIXA - parte da pista de rolamento destinada à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por sinalização específica.”
- “CICLOVIA - pista própria destinada à circulação de ciclos, separada fisicamente do tráfego comum.”
- “VIAS E ÁREAS DE PEDESTRES - vias ou conjunto de vias destinadas à circulação prioritária de pedestres.”

- “FAIXAS DE TRÂNSITO - qualquer uma das áreas longitudinais em que a pista pode ser subdividida, sinalizada ou não por marcas viárias longitudinais, que tenham uma largura suficiente para permitir a circulação de veículos automotores.”

- “PISTA - parte da via normalmente utilizada para a circulação de veículos, identificada por elementos separadores ou por diferença de nível em relação às calçadas, ilhas ou aos canteiros centrais.”

Portanto, a infra-estrutura destinada aos pedestres é o Passeio implantado nas calçadas (normalmente em nível separado) ou na pista de rolamento (quando delimitada por separadores). As Vias e Áreas de Pedestres também são destinadas prioritariamente aos pedestres. Na falta destes elementos, o acostamento também seria utilizável pelos pedestres.

Já os ciclistas são tratados como veículos e teriam de utilizar a Pista de Rolamento, circulando com o tráfego geral, ou o Acostamento, no caso da sua existência, particularmente em rodovias. A infra-estrutura específica para os ciclistas é constituída pelas Ciclo-faixas (demarcadas na pista de rolamento, de uso exclusivo, para todos os ciclos) e as Ciclovias (fora da pista reservada ao tráfego geral).

Os Passeios e as Vias e Áreas de Pedestres podem ser compartilhadas com ciclistas (conforme sinalização de regulamentação). Entende-se que as Vias e Áreas de Pedestres também podem ser compartilhadas com outros veículos (novamente conforme sinalização de regulamentação, como a circulação de acesso local em vias de pedestres). O mesmo não é claramente estabelecido para o compartilhamento da infra-estrutura destinada aos ciclistas para uso dos pedestres (a sinalização correspondente, no entanto, é prevista).

Quanto às normas gerais de circulação, o CTB1997 (no capítulo III – Das normas gerais de circulação e conduta) estabelece diversas considerações de necessidade dos condutores observarem a segurança de pedestres.

No Art. 38 que trata da entrada à direita ou à esquerda dos veículos, em outra via ou em lotes lindeiros, estabelece que o condutor deverá também “ceder passagem aos pedestres e ciclistas, aos veículos que transitem em sentido contrário pela pista da via da qual vai sair, respeitadas as normas de preferência de passagem”. A ressalva final (sobre as normas de preferência de

passagem), indicaria que os veículos preservam sua preferência (e não precisam ceder preferência) quando esta regra for estabelecida pela sinalização semafórica ou de prioridade (placas de PARE ou DÊ PREFERÊNCIA). Não parece haver consenso a respeito, particularmente no que se refere ao significado concorrente com a sinalização de prioridade.

O Art. 58 regulamenta a circulação de bicicletas, em vias urbanas e rurais, que “deverá ocorrer, quando não houver ciclovia, ciclofaixa, ou acostamento, ou quando não for possível a utilização destes, nos bordos da pista de rolamento, no mesmo sentido de circulação regulamentado para a via, com preferência sobre os veículos automotores.” A circulação no sentido contrário do tráfego veicular pode ser autorizada pela autoridade de trânsito, desde que haja ciclofaixa. Portanto, a existência de ciclovia, ciclofaixa ou acostamento desautorizaria o tráfego de bicicletas das demais faixas de tráfego, exceto onde não for possível utilizá-las. A ressalva poderia ser associada a movimentos de conversão em lados opostos ao das ciclovias, ciclofaixas ou acostamentos, entre outros, e seria recomendado sinalizar estas situações.

O Art. 59 regulamenta que os passeios poderão ser compartilhados entre pedestres e ciclistas desde que seja autorizado pelo órgão responsável e sinalizado adequadamente.

No Capítulo IV o CTB 1997 trata especificamente dos pedestres e condutores de veículos não motorizados. Segundo o Art. 68 a utilização de passeios ou passagens apropriadas em vias urbanas e acostamentos em vias rurais pode não ser exclusiva de pedestres, desde que isso não prejudique o fluxo de pedestres, sendo o ciclista desmontado equiparado ao pedestres. A necessidade, ou não, de autorizar estas permissões não é claramente estabelecida (nem a exigência de sinalização como forma), exceto para o ciclista desmontado (onde seria a regra), podendo-se recomendar a prática de sinalizar permissões onde não há prejuízo aos pedestres.

O deslocamento de pedestres pode ser feito na pista de rolamento, com prioridade sobre os veículos, pelos bordos da pista, em fila única, no caso de não haver estrutura adequada (calçadas em vias urbanas e acostamentos em vias rurais) ou não for possível sua utilização, com exceção de locais em que a sinalização proíbe esse deslocamento ou a segurança é comprometida. Em vias rurais os pedestres devem deslocar-se contra o fluxo de veículos. Em trechos urbanos de vias rurais e obras de arte devem sempre ser previstos passeios, não

devendo ser utilizado o acostamento. Estas exigências legais não são, entretanto, regulamentadas (não há definição de atribuições ou penalidades) de forma específica.

No Art. 69, que diz respeito às travessias, é regulamentado que a travessia de pedestres deve ser feita nas faixas ou passagens de pedestres, sempre que existirem em uma distância de até 50m, sempre levando em conta a visibilidade, a distância e velocidade dos veículos. Caso não haja faixa de pedestre ou passagem em desnível, o deslocamento deve ser sempre perpendicular ao eixo da via. Em interseções sem faixas de travessia, essa deverá ser feita na continuação da calçada, atentando para não adentrar a via obstruindo o fluxo de veículos, realizar a travessia o mais rápido possível.

O Art. 70 regulamenta a preferência de pedestres que atravessam a via nas faixas de pedestres, exceto onde houver semáforo, devendo mesmo assim ser dada preferência para pedestres que estão concluindo a travessia, mesmo que haja mudança de estágio. No Art. 71, ficam asseguradas as boas condições para uso das faixas e passagens de pedestres: “O órgão ou entidade com circunscrição sobre a via manterá, obrigatoriamente, as faixas e passagens de pedestres em boas condições de visibilidade, higiene, segurança e sinalização”.

Examinando os artigos em conjunto, vê-se que as ressalvas introduzem algum grau de ambiguidade. Deve-se também assinalar a falta de uniformidade na interpretação das regras mencionadas e particularmente na sua fiscalização. Haveria a exceção referente aos caso de travessias controladas por semáforos, onde o texto é claro em submeter a preferência à sinalização semafórica. No entanto, mesmo neste caso claramente regulamentado, existe uma dificuldade prática importante dado que na maior parte dos semáforos não é possível aos condutores distinguir à distância se as travessias de pedestres tem focos semafóricos específicos (uma condição que seria necessária para haver regulamentação específica para pedestres), particularmente nas conversões. A desobediência usual à preferência dos pedestres não pode, entretanto, ser atribuída a esta dificuldade prática visto que seria a regra normal no caso das conversões veiculares quando não há focos de pedestres restringindo seu movimento.

O capítulo XV diz respeito às infrações de trânsito. O artigo 214 diz respeito a infração para o motorista que deixar de dar a preferência de passagem a pedestre e a veículo não motorizado, caso esteja na faixa de pedestre, ou concluindo a travessia mesmo com mudança de estágio

semafórico. Não são distinguidas as diversas situações comentadas anteriormente e mesmo a presença da faixa de pedestre apenas diferencia a gravidade da infração.

Os artigos 254 e 255 regulamentam infrações para pedestres e ciclistas, inclusive com a penalidade de pagamento de multa.

O Art. 254 proíbe o pedestre de:

“I - permanecer ou andar nas pistas de rolamento, exceto para cruzá-las onde for permitido;

II - cruzar pistas de rolamento nos viadutos, pontes, ou túneis, salvo onde exista permissão;

III - atravessar a via dentro das áreas de cruzamento, salvo quando houver sinalização para esse fim;

IV - utilizar-se da via em agrupamentos capazes de perturbar o trânsito, ou para a prática de qualquer folguedo, esporte, desfiles e similares, salvo em casos especiais e com a devida licença da autoridade competente;

V - andar fora da faixa própria, passarela, passagem aérea ou subterrânea;

VI - desobedecer à sinalização de trânsito específica;”

O Art. 255 diz ser infração do ciclista: “Conduzir bicicleta em passeios onde não seja permitida a circulação desta, ou de forma agressiva, em desacordo com o disposto no parágrafo único do art. 59”.

O artigo 59 citado é o que diz respeito à circulação de bicicletas no sentido contrário ao fluxo, desde que na ciclofaixa e autorizado pela autoridade responsável.

Terminadas as citações dos artigos que dizem respeito a circulação de pedestres e ciclistas, o CTB 1997 traz no Anexo II considerações sobre sinalização horizontal e vertical e dispositivos de proteção e canalização de pedestres.

A sinalização de regulamentação relativa aos pedestres é sumária, notando-se os sinais recentemente introduzidos para ordenar o fluxo compartilhado com ciclistas. A sinalização de advertência relativa aos pedestres e ciclistas é também sumária, salvo no que se refere aos

locais onde há travessias de pedestres, demarcadas ou não, particularmente em áreas escolares. Neste caso, placas de sinalização especial de advertência devem ser utilizadas quando a sinalização de advertência existente não é suficiente ou não pode ser utilizada. A Figura 2-1 mostra exemplos de sinalização especial de advertência para pedestres do Anexo II do CTB:



Figura 2-1 – Sinalização especial de advertência para pedestres (Fonte: Código de Trânsito Brasileiro, Anexo II, 1997)

A sinalização de indicação deve identificar as vias, orientar usuários e tem também função educativa. A Figura 2-2 mostra exemplos de sinalizações educativas para pedestres do Anexo II do CTB:



Figura 2-2 – Sinalização de indicação para pedestres (Fonte: Código de Trânsito Brasileiro, Anexo II, 1997)

As placas podem ser ainda de serviços auxiliares, que indicam onde encontrar determinado tipo de serviço. A Figura 2-3 mostra exemplos desse tipo de sinalização para pedestres do Anexo II do CTB:

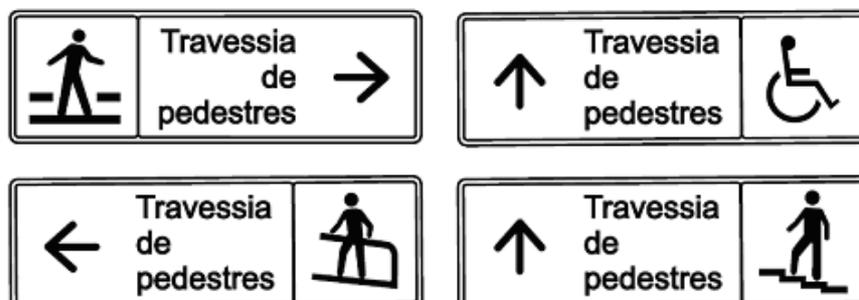


Figura 2-3 – Sinalização de serviços auxiliares (Fonte: Código de Trânsito Brasileiro, Anexo II, 1997)

A sinalização horizontal diz respeito a pedestres e ciclistas é a de cruzamento e travessia, além de marcação de ciclofaixas ao longo da via.

a) Faixas de Travessia de Pedestres: Regulamentam o local de travessia de pedestres.

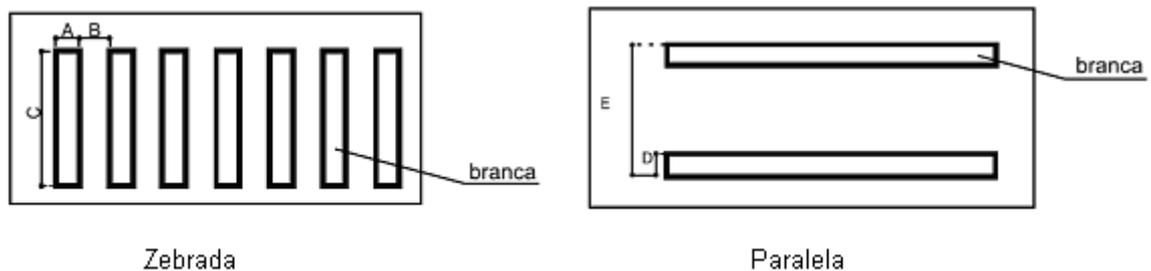


Figura 2-4 - Faixas de travessia de pedestres (Fonte: Código de Trânsito Brasileiro, Anexo II, 1997)

Largura da linha - A: mínima 0,30m; máxima 0,40m

- Distância entre as linhas - B: mínima 0,30m; máxima 0,80m

- Largura da faixa - C: (em função do volume de pedestres e da visibilidade) mínima 3,0m; recomendada 4,0m

- Largura da linha - D: mínima 0,40m; máxima 0,60m

- Largura da faixa - E: mínima 3,0m; recomendada 4,0m

Cor: branca

No Brasil, o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, no volume sobre sinalização horizontal (MBST, 2005), diz que a faixa de travessia de pedestres (FTP) delimita a área destinada a travessia de pedestres e regulamenta a prioridade de passagem dos mesmos em

relação aos veículos, nos casos previstos pelo CTB. Compreende dois tipos, conforme a Resolução nº 160/04 do CONTRAN: zebra (FTP-1) e paralela (FTP-2). A cor deve ser branca e as dimensões são as seguintes:

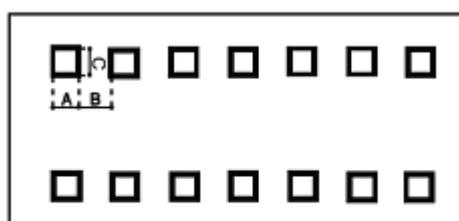
FTP-1: A largura (l) das linhas varia de 0,30m a 0,40m e a distância (d) entre elas de 0,30m a 0,80m. A extensão mínima das linhas é de 3,00 m, podendo variar em função do volume de pedestres e da visibilidade, sendo recomendada 4,00 m.

FTP-2: A largura (l) das linhas varia de 0,40 m a 0,60 m. A distância (d) mínima entre as linhas é de 3,00 m, sendo recomendada 4,00 m.

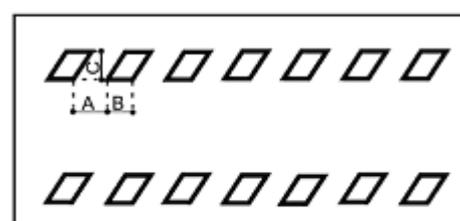
A FTP deve ser utilizada em locais onde haja necessidade de ordenar e regulamentar a travessia de pedestres. A FTP-1 deve ser utilizada em locais, semaforizados ou não, onde o volume de pedestres é significativo, nas proximidades de escolas ou pólos geradores de viagens, em meio de quadra ou onde estudos de engenharia indicarem sua necessidade. A FTP-2 pode ser utilizada somente em interseções semaforizadas. Nos casos em que o volume de pedestres indique a necessidade de uma faixa de travessia com largura superior a 4,00 m, esta deve ser FTP-1.

A locação da FTP deve respeitar, sempre que possível, o caminhar natural dos pedestres, sempre em locais que oferecem maior segurança para a travessia. Em interseções, deve ser demarcada no mínimo a 1,00 m do alinhamento da pista transversal. Exige-se também o uso de linhas de retenção (LRE) na aproximação das faixas de pedestres, com afastamento mínimo de 1,60m (do alinhamento da faixa de pedestre).

b) Marcação de Cruzamentos Rodocicloviários: regulamenta o local de travessia de ciclistas.



Cruzamento em ângulo reto



Cruzamento oblíquo

Figura 2-5 - Marcação de cruzamento rodocicloviários (Fonte: Código de Trânsito Brasileiro, Anexo II, 1997)

Lado do quadrado ou losango: mínimo 0,40m; máximo 0,60m

- Relação: $A = B = C$

- Cor: branca

c) Marcação de Ciclofaixas ao Longo da Via (MCI): foi introduzida na atualização do Anexo II do CTB, através da Resolução 160/2004, e regulamentada pelo Manual de Sinalização Horizontal, instituído pela Resolução 236/2007. A Resolução 160/2004 adotou a cor vermelha como padrão definido para marcas relativas à infra-estrutura para ciclistas (sinalizada com a R-34). No entanto, a distinção da MCI foi introduzida apenas no Manual de Sinalização Horizontal, adotando como padrão as seguintes recomendações:

- branca/contínua nos bordos da ciclofaixa; largura: 0,20 a 0,30m; pista interna ou linha; vermelha adjacente (mínimo 0,10m) para contraste

- ciclofaixa: posição lateral na pista recomendada; largura mínima: 1,50m, sentido único; 2,50m, sentido duplo;

- sempre com sinalização vertical de regulamentação R-34 e símbolo “Bicicleta” aplicado ao piso da ciclofaixa; interseções devem ter MCC e transversais com sinalização de advertência A30b; pode-se usar segregadores, retro-refletivos ...

Ambos os documentos prevêm e exemplificam MCIs somente com linhas longitudinais contínuas (que proibiria a transposição por ciclomotores e automotores). Depreende-se que os demais casos (onde a transposição é permitida) seriam demarcados com linhas longitudinais usuais (LFO, LMS, LCO, LBO, conforme o caso, havendo orientações específicas para marcação orientada aos ciclistas em ciclovias para alguns destes casos). No entanto, uma interpretação mais flexível permitiria utilizar o padrão das MCIs também em outros casos.

Por fim, deve-se mencionar dispositivos de canalização e focos semafóricos específicos:

a) Dispositivos de segurança para pedestres e ciclistas: voltando ao CTB (BRASIL, 1997), as recomendações estão destacadas a seguir:

- Dispositivos de canalização: prismas, para substituir o meio-fio; segregadores, para segregar pistas para uso exclusivo de determinado tipo de veículo ou pedestres.
- Alterações nas características do pavimento: utilizados também para incrementar a segurança e/ou criar facilidades para a circulação de pedestres e/ou ciclistas.
- Dispositivos de proteção contínua: gradis de canalização e retenção com altura máxima de 1,20 m, devem permitir intervisibilidade entre veículos e pedestres.

b) A sinalização semafórica de regulamentação, com a função de efetuar o controle do trânsito num cruzamento ou seção de via, alternando o direito de passagem dos vários fluxos de veículos e/ou pedestres, está definida no Anexo II do CTB.

Para controle de fluxo de pedestres, o vermelho indica que a travessia de pedestres não é permitida; vermelho intermitente indica que a fase em que os pedestres podem atravessar está terminando, mostrando que a travessia já iniciada deve ser concluída o mais rápido possível e não se deve começar nova travessia; verde indica que a travessia de pedestres é permitida.

Os tipos de semáforos para pedestres são regulamentados estão na Figura 2-6:



Figura 2-6 - Semáforos para pedestres (Fonte: Código de Trânsito Brasileiro, Anexo II, 1997)

Não há definição correspondente aos semáforos para ciclistas. Exemplo utilizado em São Paulo pode ser apresentado: Figura 2-7, existente na ciclofaixa de lazer da cidade de São Paulo.



Figura 2-7 – Exemplo de semáforo para ciclistas utilizado na cidade de São Paulo

2.1.2 Norma Brasileira ABNT NBR9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

A norma brasileira ABNT NBR9050 traz recomendações a fim de garantir acessibilidade às pessoas com restrições físicas. Para esse trabalho, interessam os itens relativos a circulação em áreas externas.

O item 6 trata de acessos e circulação, estipulando primeiramente condições gerais de circulação, como pisos, que devem: “ter superfície regular, firme, estável e antiderrapante sob qualquer condição, que não provoque trepidação em dispositivos com rodas (cadeiras de rodas ou carrinhos de bebê).” A inclinação transversal deve ser no máximo 3% para calçadas, passeios e vias exclusivas de pedestres. A inclinação longitudinal deve acompanhar as vias lindeiras, sendo recomendado para áreas de circulação exclusivas de pedestres 8,33% (1:12) no máximo.

São ainda normatizados piso tátil de alerta, utilizado para sinalizar situações que envolvem riscos de segurança; piso tátil direcional, utilizado quando não há uma linha guia ou quando houver caminhos preferenciais de circulação.

Desníveis de 5 a 15mm devem ser tratados como rampas, com inclinação máxima de 1:2. Desníveis superiores a 15mm devem ser considerados degraus e sinalizados adequadamente. Grelhas e juntas de dilatação devem ser colocadas transversalmente à via com dimensão máxima de 15mm. Tampas e caixas de inspeção e de visita devem estar niveladas com o piso e eventuais frestas devem ter no máximo 15mm.

Ainda no item 6, é recomendado que áreas de descanso sejam previstas a cada 50m para piso com até 3% de inclinação, ou a cada 30 m para piso de 3% a 5% de inclinação. A referida norma também estabelece limites para inclinação das rampas, reproduzidos na Tabela 2-1. A aplicação dos critérios está ilustrada na Figura 2-8.

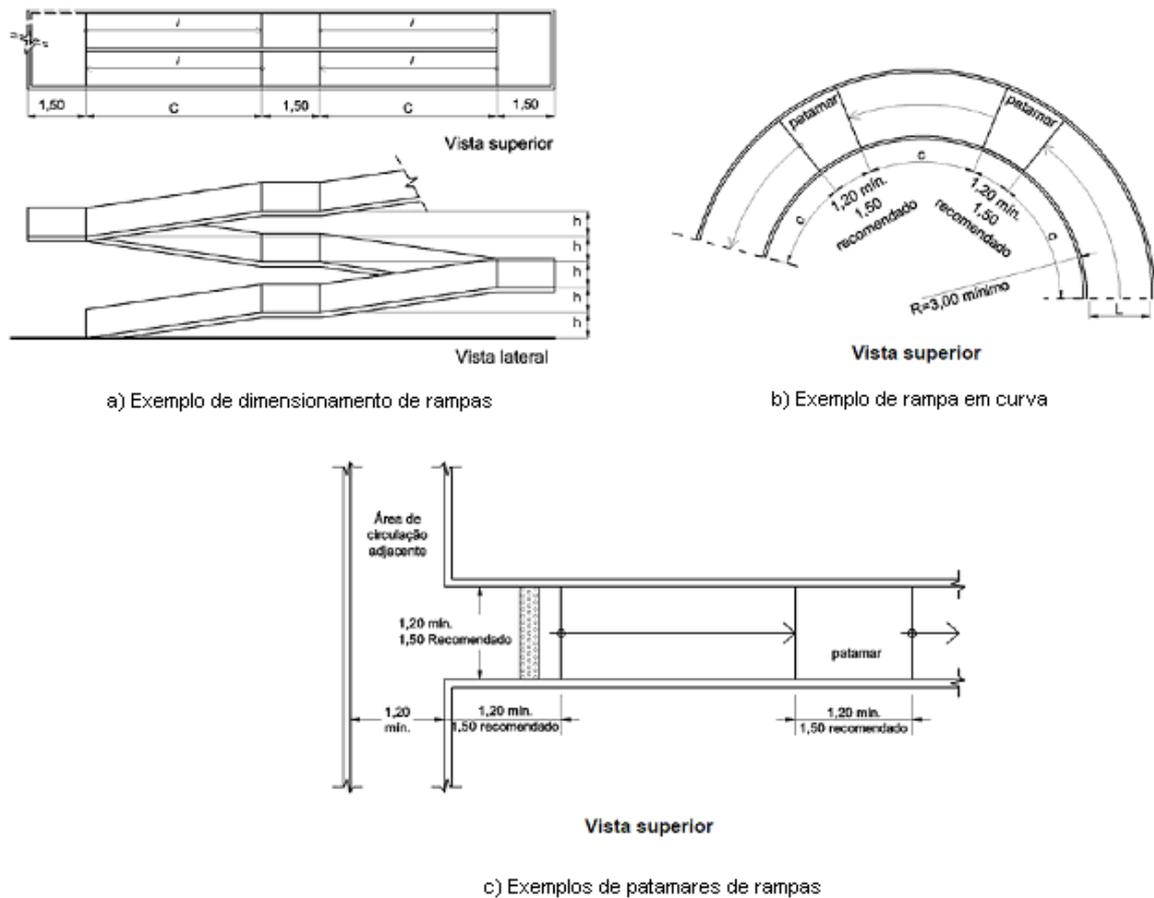


Figura 2-8 - Dimensionamento de rampas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)

Tabela 2-1 - Dimensionamento de rampas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)

Inclinação admissível em cada segmento de rampa i %	Desníveis máximos de cada segmento de rampa h m	Número máximo de segmentos de rampa
5,00 (1:20)	1,50	Sem limite
$5,00 (1:20) < i \leq 6,25 (1:16)$	1,00	Sem limite
$6,25 (1:16) < i \leq 8,33 (1:12)$	0,80	15

A largura das rampas deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas. A largura livre mínima recomendada pela norma é 1,50m, sendo admissível 1,20m. As rampas devem ainda ter guias de balizamento com altura mínima de 0,05m. Para rampas em curva, a inclinação máxima admissível é 8,33% e o raio mínimo, 3,0m, medido no perímetro interno à curva. No início e no fim da rampa, assim como entre os segmentos de rampa, devem ser previstos patamares com comprimento longitudinal recomendado de 1,50m, sendo o admissível 1,20m. É recomendado para calçadas, passeios e vias exclusivas de pedestres uma faixa livre com largura mínima de 1,50m, sendo admissível de 1,20m e altura livre mínima de 2,10 m. Estes aspectos estão ilustrados na Figura 2.6.

Ainda segundo a referida norma, no caso de estacionamento transversal à via de pedestres, os veículos devem estar inteiramente dentro do imóvel de forma a não criar degraus ou desníveis abruptos nos passeios, como ilustrado na Figura 2-9.

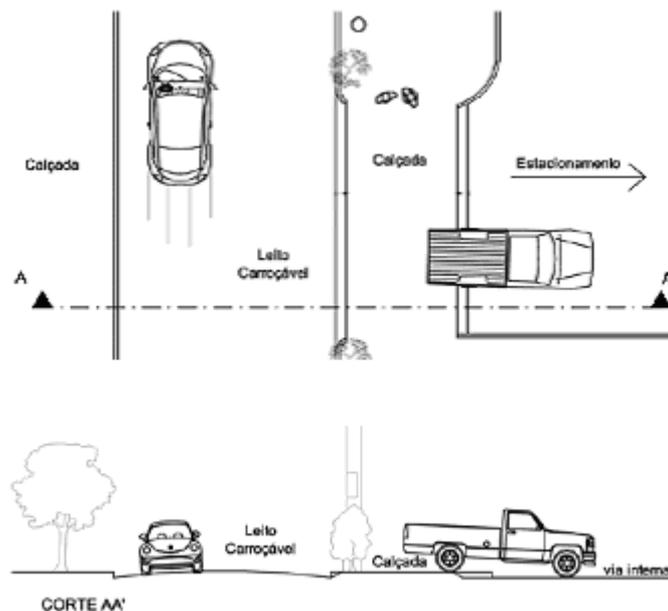


Figura 2-9 - Exemplo de interferência do veículo no passeio
 (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)

No caso de obras no passeio, considera de extrema importância que haja sinalização adequada, e que haja uma largura mínima de 1,20m para circulação. Se não houver, deve ser feito desvio

pelo leito carroçável da via, com rampas provisórias, com largura mínima de 1,0m e inclinação máxima de 10%, como mostrado na Figura 2-10.

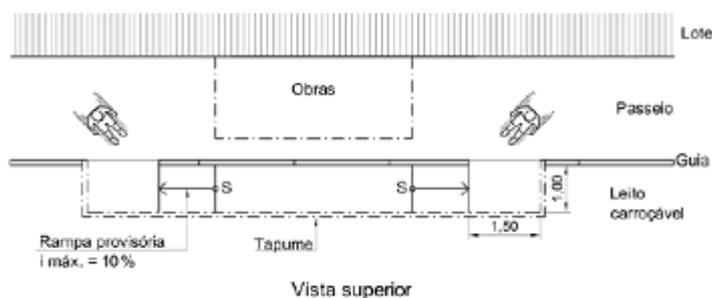


Figura 2-10 - Rampas de acesso provisórias (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)

Para o dimensionamento das faixas livres, é considerado confortável um fluxo de 25 pedestres por minuto, em ambos os sentidos, a cada metro de largura. Dessa forma, a largura da faixa livre:

$$L = F/K + \Sigma i \geq 1,20$$

onde:

L: largura da faixa livre;

F: fluxo de pedestres estimado ou medido nos horários de pico (pedestres por minuto por metro);

K: 25 pedestres por minuto;

Σi : somatório dos valores adicionais relativos aos fatores de impedância.

- 0,45 m junto a vitrines ou comércio no alinhamento;

- 0,25 m junto a mobiliário urbano;

- 0,25 m junto à entrada de edificações no alinhamento.

A NBR9050 recomenda que as faixas de travessia de pedestres sejam executadas de acordo com o CTB1997, devendo ser utilizadas onde houver demanda de travessia, junto a semáforos,

focos de pedestres, no prolongamento das calçadas e passeios. A largura da faixa de travessia de pedestres é calculada conforme segue:

$$L = F/K > 4$$

onde:

L: largura da faixa (m);

F: fluxo de pedestres estimado ou medido nos horários de pico (pedestres por minuto por metro);

K: 25 pedestres por minuto.

A norma incorpora o uso de faixa elevada (ver Figura 2.9). A faixa elevada, quando instalada no leito carroçável, deve ser sinalizada e dimensionada da mesma forma que a faixa de pedestres, mais as rampas para veículos, com declividade transversal máxima de 3%.

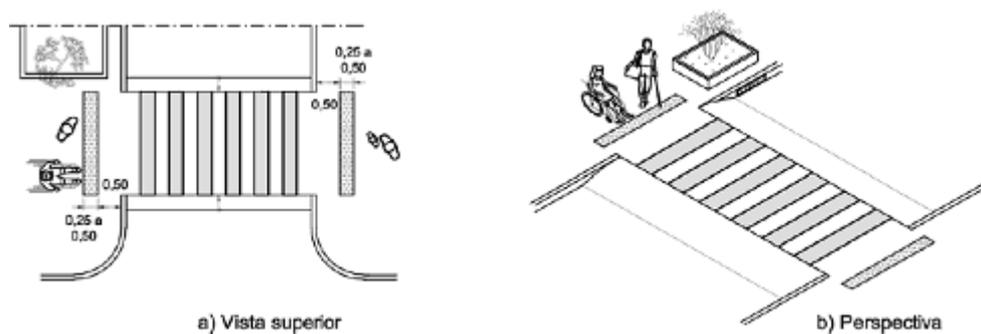


Figura 2-11 - Faixa elevada (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)

A NBR9050 limita o uso da faixa elevada nas seguintes situações:

“a) em travessias com fluxo de pedestres superior a 500 pedestres/hora e fluxo de veículos inferior a 100 veículos/hora;”

“b) travessia em vias com largura inferior a 6,00 m.”

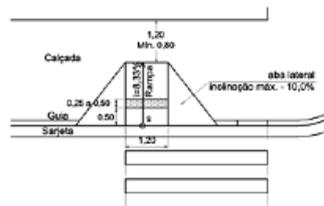
Nos locais de travessia de pedestres no nível da via as calçadas devem ser rebaixadas, com inclinação constante de no máximo 8,33% (1:12). Sendo ainda que rebaixamentos em lados opostos da via devem estar alinhados. Quando o fluxo de pedestres for maior ou igual a 25

pedestres/min/m a largura dos rebaixamentos deve ser a mesma das faixas de travessia. Caso contrário, admite-se rebaixamento da calçada em largura inferior, de no mínimo de 1,20m.

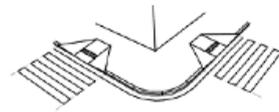
Quando a faixa de pedestres estiver alinhada com a calçada da via transversal, deve ser feito o rebaixamento total da calçada na esquina. Se a largura do passeio não for suficiente para acomodar o rebaixamento e a faixa livre (recomendado 1,20m, aceitável 0,80m), deve ser feito o rebaixamento total da largura da calçada.

Devem ser consideradas abas laterais nos rebaixamentos com projeção horizontal mínima de 0,50m e inclinação máxima recomendada de 10%. Caso haja obstáculos ao lado dos rebaixamentos, as abas podem ser dispensadas, devendo assim ser garantida uma faixa livre de no mínimo 1,20m, sendo recomendado 1,50m.

Diversos exemplos de travessias no nível das ruas da referida norma estão reproduzidos nas Figuras 2-12, 2-13 e 2-14 a seguir.

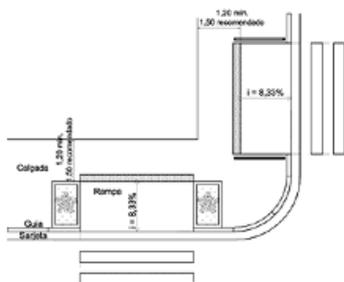


Vista superior

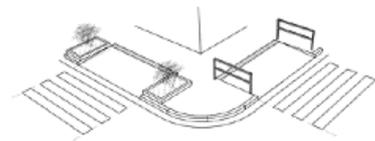


Perspectiva

Rebaixamento A

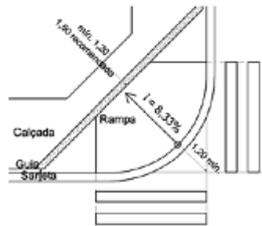


Vista superior

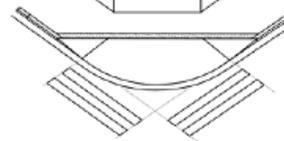


Perspectiva

Rebaixamento B

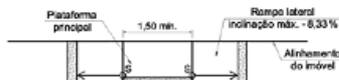


Vista superior



Perspectiva

Rebaixamento C



Vista superior

Perspectiva

Rebaixamento D

Figura 2-12 – Exemplos de rebaixamento de calçada (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)

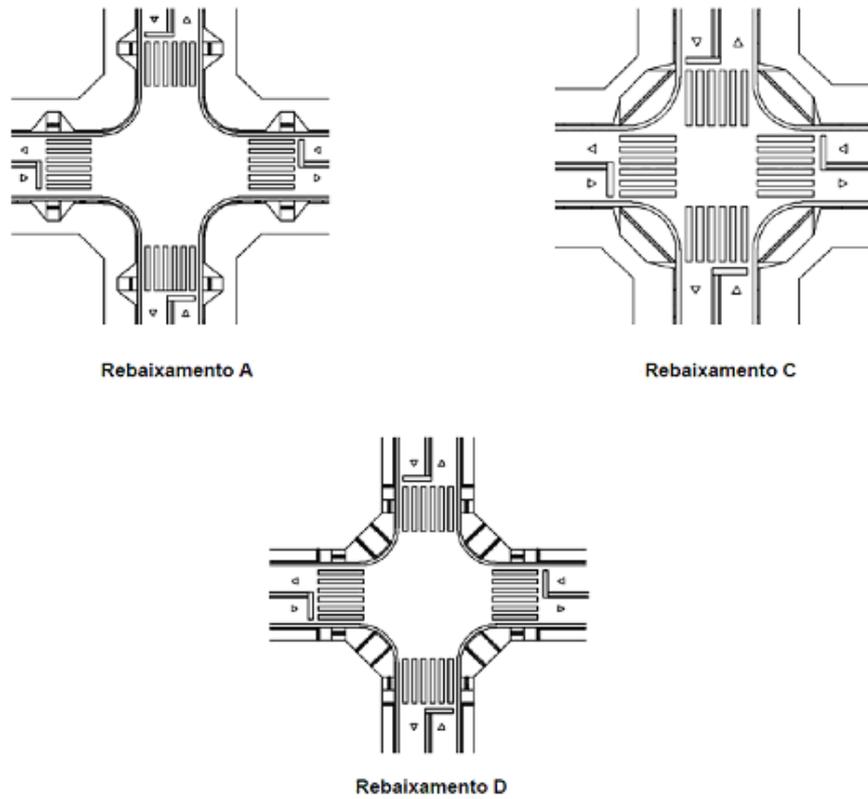


Figura 2-13 - Exemplos de rebaixamentos em esquinas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)



Figura 2-14 - Exemplos de rebaixamentos em meio de quadra (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)

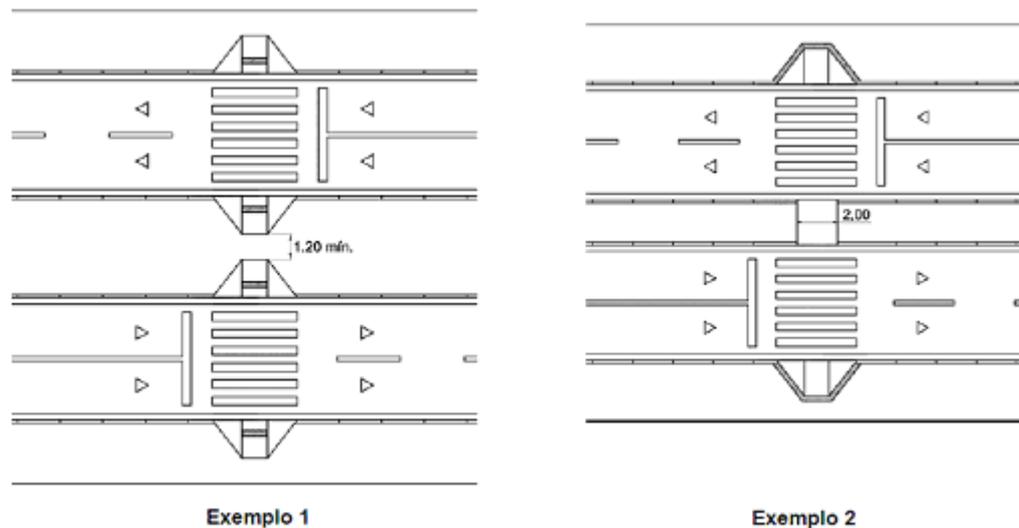


Figura 2-15 - Exemplos com canteiro divisor de pistas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)

A NBR9050 traz ainda recomendações para passarelas de pedestres, que devem ter rampas e eventualmente elevadores para sua transposição. A largura da passarela deve ser calculada com o mesmo critério recomendado para largura das faixas de travessia.

Para semáforos ou focos de pedestres, caso haja o acionamento manual, o dispositivo de acionamento deve estar a uma altura entre 0,80 m e 1,20 m do piso. Se forem instalados em vias de grande volume de tráfego ou concentração de passagem de pessoas com deficiência visual, devem estar equipados com mecanismos que emitam um sinal sonoro entre 50 dBA e 60 dBA.

2.2 METODOLOGIAS PARA SELEÇÃO E PROJETO DO TRATAMENTO MAIS ADEQUADO

Os seguintes textos foram revisados a fim de esclarecer diferentes aspectos da pesquisa, conforme segue:

2.2.1 Manuais de Projeto Viário

Estes manuais foram analisados para caracterizar quais são as recomendações usuais para projeto de vias e como são considerados os pedestres e ciclistas. As fontes principais foram:

Internacionais:

1. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, AASHTO, 2004a;
 2. *Guide for Development of Bicycle Facilities*, AASHTO, 1999;
 3. *Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities*, AASHTO, 2004b;
 4. *Pedestrian Facilities Users Guide*, FHWA, 2002;
 5. *Manual of Uniform Traffic Control Devices*, o MUTCD 2009, FHWA, 2009;
 6. *Highway Capacity Manual, 2000*, o HCM 2000, TRB, 2001;
- Como referência complementar, especificamente sobre ciclistas, foram consultados o relatório do *Federal Highway Administration* americano, que complementa as recomendações da AASHTO (*Selecting Roadway Design Treatments to Accommodate Bicycles*; FHWA, 1992), o manual canadense (*Geometric Design Guide for Canadian Roads*; TAC, 1999) que segue a mesma linha americana, porém com algumas adições interessantes em relação ao manual americano; o manual do *Cycling Centre for Excellence* de Londres (*London Cycling Design Standards*; CCE, 2005).

- Nacionais:

1. Manual de Projeto Viário, DNER, 1999;
2. Manual de Projeto de Interseções, DNIT, 2005;
3. Manual de Travessias Urbanas, DNIT, 2010;
4. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, DENATRAN, 2007;
5. Manual de Semáforos, DENATRAN, 1979;
6. Manual de Projeto de Interseções em Nível Não SemafORIZADAS em Áreas Urbanas, DENATRAN, 1984;
7. Manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1983;
8. Manual de Planejamento Cicloviário, GEIPOT, 2001.

Como os manuais nacionais de projeto viário (DNER e DNIT) trazem poucas recomendações específicas de tratamentos para pedestres e ciclistas, em geral seguindo a mesma linha da AASHTO e adotando na maioria das vezes os mesmo critérios, foram aqui destacadas apenas diferenças significativas.

2.2.2 Referências, Guias e Manuais de Estudos de Acidentes

Estas referências foram analisadas para caracterizar quais são os aspectos adicionais destacados nos estudos de acidentes, com relação aos pedestres e ciclistas. As fontes principais foram:

- Internacional:

1. OGDEN, K. W. (1996) – *Safer Roads*;
2. *Manual of Transportation Engineering Studies*, ITE, 2000;

- Nacional:

1. GOLD, P. A. (1998) – *Segurança de Trânsito*;
2. *Guia de Redução de Acidentes*, DNER, 2007
3. *Manual de Identificação, Análise e Tratamento de Pontos Negros*, DENATRAN, 1982;
4. *Manual de Segurança Rodoviária*, DER/PR, 1988.

A seguir, inicialmente serão enumerados os tipos de elementos viários projetados para atender os pedestres e para atender os ciclistas. Em seqüência, os parâmetros de projeto recomendados para projetar estes elementos viários serão analisados, também tratando o atendimento aos pedestres e o atendimento aos ciclistas separadamente. Quando existem elementos que buscam atender a ambos, pedestres e ciclistas, conjuntamente (elementos compartilhados entre eles), estes são analisados na discussão relativa aos ciclistas.

2.3 INFRA-ESTRUTURA PARA PEDESTRES

A primeira questão geral investigada diz respeito a identificar quais tipos de facilidades podem atender às necessidades dos pedestres. A questão básica complementar é a definição de critérios que recomendam um ou outro tipo de facilidade. Ambas são discutidas a seguir.

Antes de discutir cada infraestrutura para pedestres, é necessário conhecer as dimensões do pedestre consideradas.

O HCM 2000 (TRB, 2001) apresenta a versão mais clássica (derivada de FRUIN, 1990) sobre a necessidade de espaço dos pedestres, consolidada no conceito de elipse corporal do pedestre e na distinção entre zona de passo e zona sensorial necessárias ao pedestre em caminhada, como ilustradas na Figura 2-16. A elipse corporal do pedestre pode ser descrita pela largura do eixo lateral de 0,60m (a largura da elipse) e do eixo longitudinal de 0,50m (a profundidade da elipse). Desta representação decorreria a necessidade de uma largura útil mínima de 1,20m para os passeios de pedestres com fluxos bidirecionais ou com acomodação de pedestres caminhando lado a lado. A largura total necessária deveria acrescentar as exigências adicionais de elementos que causam interferências na largura útil, como fachadas e mobiliário. A zona sensorial não tem a mesma característica física e sua dimensão corresponde aos limites definidos para os diferentes níveis de serviço experimentados pelos pedestres (que variam por tipo de facilidade, entre outros critérios).

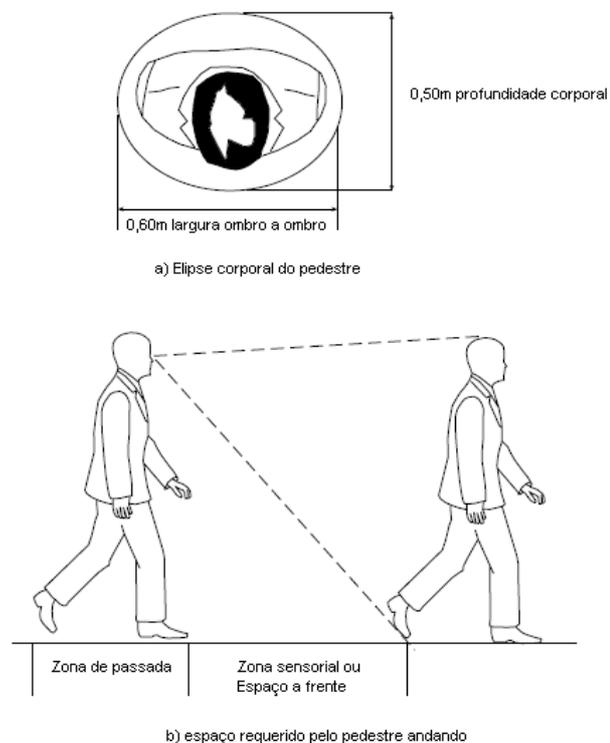


Figura 2-16 – Elipse corporal do pedestre parado e espaço requerido pelo pedestre andando (Fonte: HCM 2000, TRB, 2001)

O Guia de Pedestres da AASHTO (2004b) também traz considerações a respeito da necessidade espacial. Duas pessoas andando lado a lado geralmente precisam de um espaço de 1,40m, sendo que duas pessoas em cadeiras de rodas precisam de no mínimo 1,50m para que seja possível realizar a ultrapassagem. O Manual traz ainda o conceito de bolha espacial (“*spatial bubble*”), que é a distância de desobstrução visual necessária à frente enquanto anda em diferentes circunstâncias. Portanto, considera um nível de acessibilidade mais amplo (ao incorporar novos tipos de usuários) e recomenda dimensões maiores.

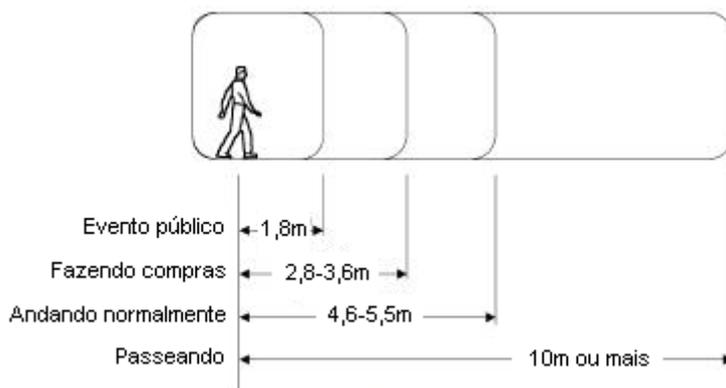


Figura 2-17 - Distância de desobstrução visual necessária à frente dependendo de diferentes tipos de movimento (Fonte: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, July 2004)

A norma brasileira de acessibilidade NBR9050 traz diversos gabaritos para pedestres com restrições físicas: pessoas em pé, em diversas condições de mobilidade Figura 2-18a-j, alcance manual frontal: pessoa em pé Figura 2-18k e alcance visual: pessoa em pé Figura 2-18l. Pode-se ver que necessidades ainda maiores (1,80m útil, pelo menos se é razoável a frequência de ter usuários especiais andando lado a lado ou cruzando em uma mesma seção).

Também fornece dados correspondentes às necessidades para cadeiras de rodas e módulo de referência (Figura 2-19), deslocamento e transposição de objetos para pessoa em cadeira de rodas (Figura 2-20), manobra sem deslocamento e com deslocamento (Figura 2-21), alcance manual frontal e lateral (relação entre altura e profundidade) com superfície de trabalho: pessoa em cadeira de rodas (Figura 2-22) e alcance visual: pessoa em cadeira de rodas (Figura 2-23). Portanto, obtém-se valores similares aos requeridos por pedestres com necessidades

especiais (1,50 a 1,80m útil, pelo menos se é razoável a frequência de ter cadeirantes andando lado a lado ou cruzando em uma mesma seção).

Pode-se ver que os padrões recomendados pela AASHTO (2004b) devem ser vistos como um mínimo estrito para o contexto de projetos acessíveis e que os padrões clássicos (como os baseados no HCM) consideram o atendimento a pedestres sem necessidades especiais e geram projetos excludentes, quando vistos da ótica de acessibilidade.

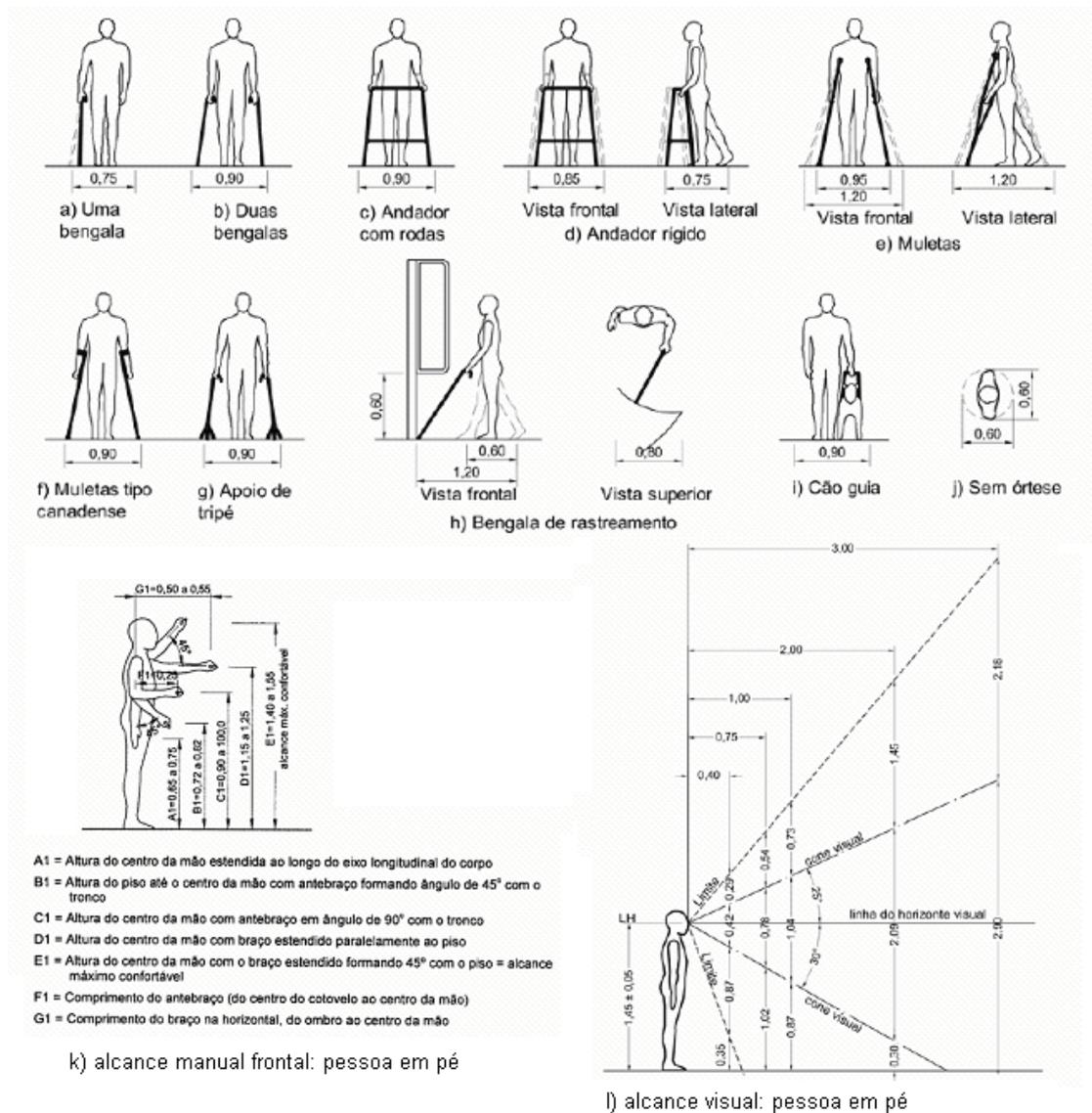


Figura 2-18 – Gabaritos para pedestres com restrições físicas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)

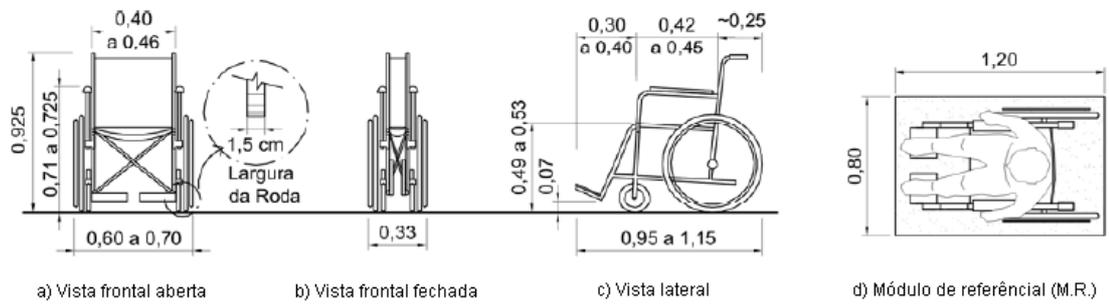


Figura 2-19 - Dimensões de cadeiras de rodas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)

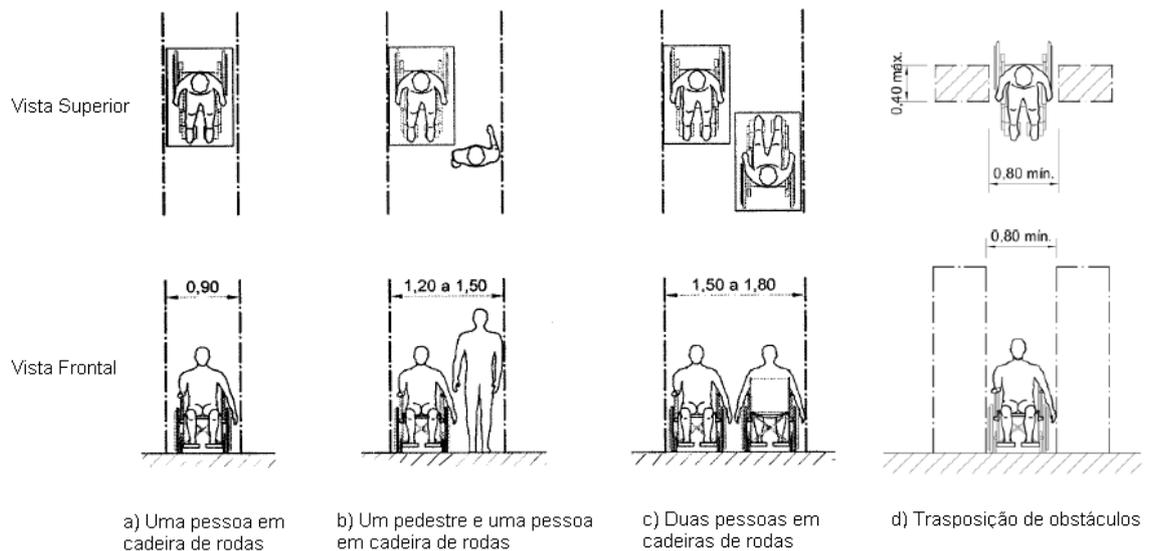


Figura 2-20 - Deslocamento de pessoas em cadeira de rodas e transposição de obstáculos (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)

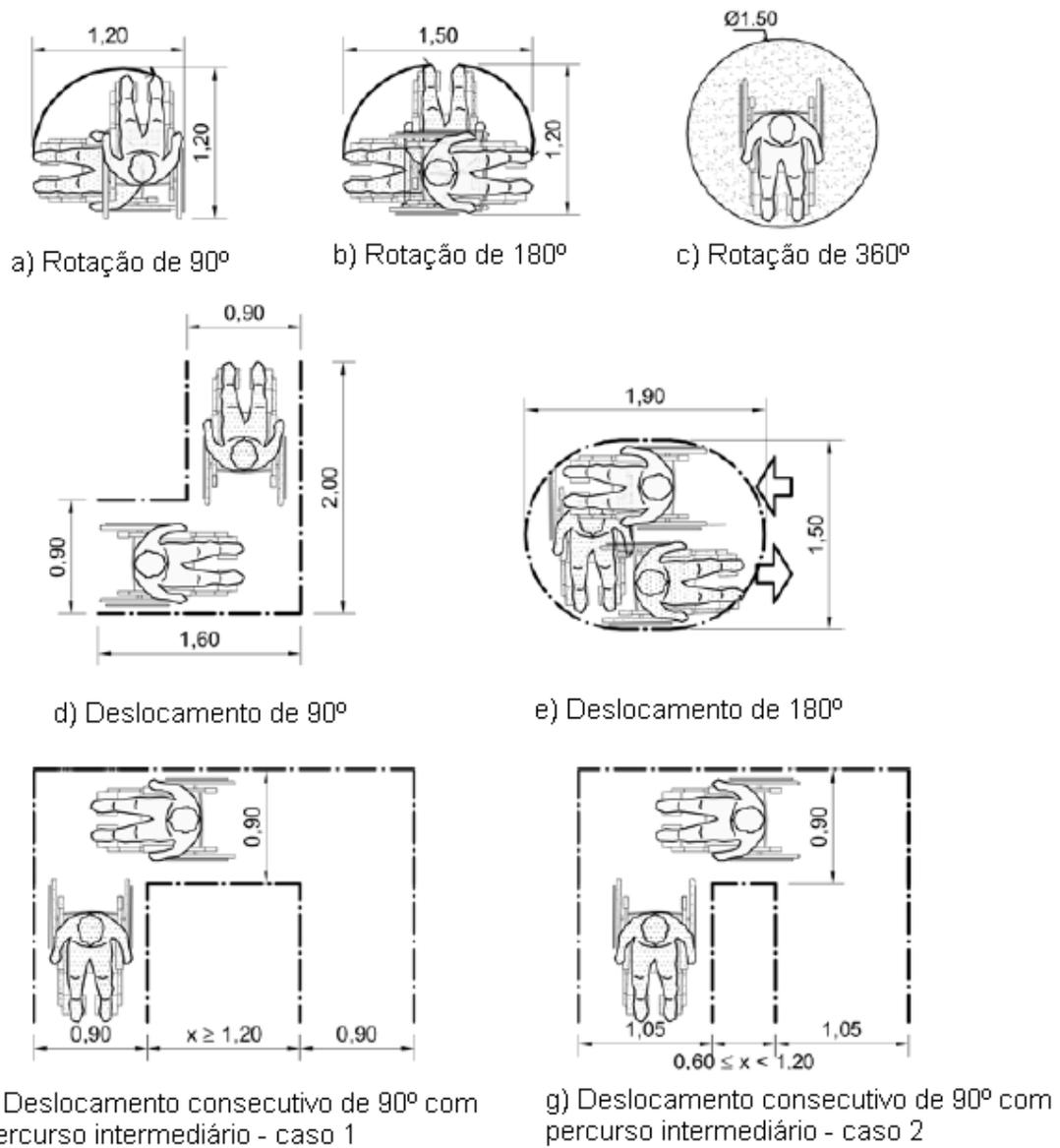
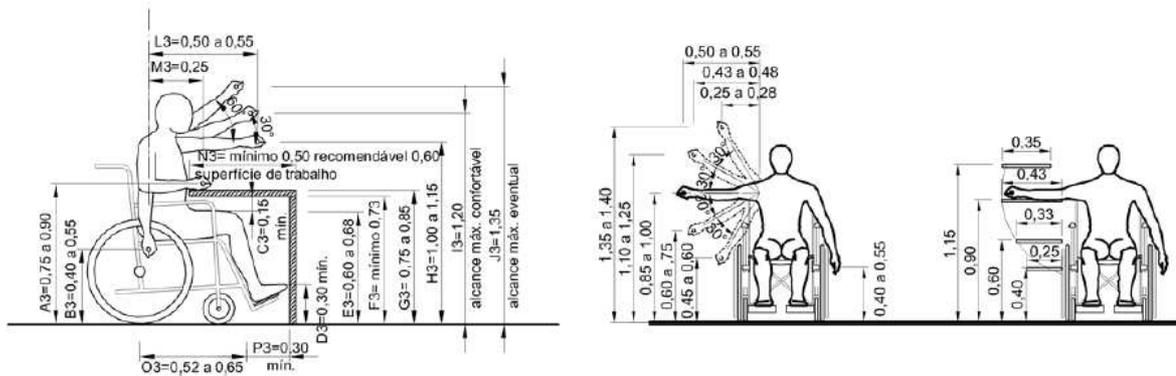


Figura 2-21 - Manobras de cadeiras de rodas, sem deslocamento e com deslocamento (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)



A3 = Altura do centro da mão com antebraço formando 90° com o tronco

B3 = Altura do centro da mão estendida ao longo do eixo longitudinal do corpo

C3 = Altura mínima livre entre a coxa e a parte inferior de objetos e equipamentos

D3 = Altura mínima livre para encaixe dos pés

E3 = Altura do piso até a parte superior da coxa

F3 = Altura mínima livre para encaixe da cadeira de rodas sob o objeto

G3 = Altura das superfícies de trabalho ou mesas

H3 = Altura do centro da mão com braço estendido paralelo ao piso

I3 = Altura do centro da mão com o braço estendido, formando 30° com o piso = alcance máximo confortável

J3 = Altura do centro da mão com o braço estendido formando 60° com o piso = alcance máximo eventual

L3 = Comprimento do braço na horizontal, do ombro ao centro da mão

M3 = Comprimento do antebraço (do centro do cotovelo ao centro da mão)

N3 = Profundidade da superfície de trabalho necessária para aproximação total

O3 = Profundidade da nádega à parte superior do joelho

P3 = Profundidade mínima necessária para encaixe dos pés

Figura 2-22 - Alcance manual com estação de trabalho: pessoa em cadeira de rodas (Fonte: ABNT NBR9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2004)

veículos motorizados) e o uso das áreas adjacentes às vias (distinguidas das calçadas pela falta de tratamento adequado à caminhada).

Na maior parte, a discussão a seguir corresponde a decisões do projeto funcional das vias e por isso recorre principalmente aos manuais de projeto viário.

a) Acostamentos

De acordo com o *Green Book* (AASHTO, 2004a), o acostamento é a parte da via contígua ao leito carroçável que pode acomodar veículos parados, uso emergencial e em alguns casos, pedestres e ciclistas. E ainda que acostamentos podem mostrar a necessidade de calçadas, se são do tipo que encorajam o uso por pedestres em qualquer clima.

No entanto, segundo o Guia de Pedestres da AASHTO (2004b), a maioria dos acostamentos em rodovias não são dispositivos para pedestres, porém podem acomodar pedestres ocasionais. Onde ciclistas e pedestres serão acomodados no acostamento, a largura mínima livre deve ser de 1,20m.

O DNIT (2010) define acostamento como: “área da plataforma adjacente à pista de rolamento, destinada a: parada ou estacionamento provisório de veículos, servir de faixa extra de rolamento para emergências, contribuir para proteção da estrutura do pavimento e dos efeitos da erosão e à circulação de pedestres e bicicletas, quando não houver local apropriado para esse fim. Em rodovias de pista dupla, os acostamentos à direita do sentido de tráfego são denominados externos e aqueles à esquerda, internos. Onde acostamentos se aproximam de uma ponte ou viaduto, mesmo para baixo volume de tráfego de pedestres, os acostamentos devem ser mantidos com a mesma largura na travessia da obra de arte, e possivelmente aumentados, para levar em conta a restrição ao tráfego de pedestres, imposta pela obra-de-arte. O acostamento não deve ser interrompido por um passeio lateral elevado em uma ponte. Onde existir tal condição e não se justificar economicamente sua remoção, os passeios laterais devem ser projetados de modo que concordem com o greide do acostamento, por meio de rampas de 1:20 (ou 5%).

O Manual de Segurança de Pedestres do DENATRAN (1979) recomenda, em vias rurais, alargamento do acostamento ou sua construção quando inexistente. Ressaltando ainda a necessidade de boa iluminação, criação de locais adequados para estacionamento e sinalização adequada para pedestres e ciclistas.

b) Calçadas

Segundo a AASHTO (2004a) as calçadas são parte integral de ruas na cidade, mas são raramente encontradas em áreas rurais. No entanto o potencial de atropelamentos é maior em muitas áreas rurais devido às altas velocidades e pouca iluminação. Os dados disponíveis são limitados, mas sugerem que calçadas em áreas rurais reduzem atropelamentos. Calçadas em áreas rurais são mais frequentemente justificáveis em pontos de ocupação adjacente, como áreas residenciais, escolas, locais de negócio e indústrias, que resultam em concentração de pedestres próximo ou ao longo de rodovias. Se calçadas são utilizadas, devem ser separadas dos acostamentos. Justificativa para construção de calçadas depende do potencial de conflito entre veículos e pedestres. Volumes de tráfego para necessidade de pedestres não foram ainda estabelecidos. Em geral, sempre que as condições de desenvolvimento do entorno e do solo afetarem o movimento regular dos pedestres ao longo da rodovia, uma calçada deve ser providenciada. Quando duas comunidades estão próximas uma a outra, deve ser providenciada uma calçada para conectar essas comunidades.

O Guia de Pedestres da AASHTO (2004b) acrescenta que, calçadas instaladas nos dois lados da via, são os dispositivos preferidos pelos pedestres.

O HCM 2000 (TRB, 2001) diz que calçadas são dispositivos geralmente de uso exclusivo para pedestres, e dessa maneira dão o melhor nível de serviço para esses usuários. A melhor medida de desempenho da calçada é o espaço, que é o inverso da densidade.

O DNIT (2010) diz que justificativa para a construção de passeios laterais depende do potencial de conflitos com pedestres. Ainda não foram estabelecidas condições para construção de passeios em função dos volumes de tráfego. De um modo geral, sempre que o desenvolvimento lateral produzir movimento regular de pedestres ao longo da rodovia, um

passeio lateral deve ser construído, ou área adequada deve ser reservada. Como uma medida de ordem geral, passeios laterais devem ser construídos ao longo de qualquer rua, mesmo que o tráfego de pedestres seja pequeno. Onde passeios laterais forem construídos ao longo de rodovias de velocidades elevadas, áreas de proteção devem separá-los da rodovia.

Pode, inicialmente, não haver demanda de pedestres em alguns trechos das vias arteriais urbanas que atravessam áreas pouco desenvolvidas. Passeios laterais podem não ser necessários inicialmente. O projeto, no entanto, deve considerar a possível necessidade futura e reservar área para sua instalação. Contudo, é desejável que todas as vias arteriais que não tenham faixas de acostamento já sejam construídas com passeios laterais, mesmo para baixos volumes de tráfego.

Referências clássicas como OGDEN (1996), também dizem que esse tipo de dispositivo de segurança é geralmente desejável, com exceção de locais onde o fluxo de pedestres é muito baixo; o fluxo de veículos é muito baixo e/ou há uma política bem estabelecida de integração entre veículos e pedestres

c) Método de Seleção de Facilidades para Pedestres ao Longo da Via

Em princípio, o critério básico de seleção é baseado no fluxo mínimo de pedestres que exige a provisão da infra-estrutura. Este é o caso da exigência de calçadas (os parâmetros específicos serão discutidos adiante).

Não foi identificada uma formulação correspondente para o problema de definir a provisão de acostamentos, nem fica claro se a opção à calçada seria admitir as alternativas informais ou outro tratamento (nas rodovias, seriam os acostamentos).

Também não foi identificada uma discussão detalhada de quais seriam as características adequadas à caminhada (que configurariam a área adjacente às vias como calçadas), como terreno nivelado ou com inclinação aceitável, ausência de obstruções no trajeto, calçamento ou outro tratamento superficial, etc...

2.3.2 Facilidades para travessia da via

Estas são as facilidades que permitem o deslocamento dos pedestres em trajetos transversais ao alinhamento das vias que atendem o tráfego em geral. Foram identificados as travessias em nível sem semáforo ou com semáforo em interseções, as travessias em nível sem ou com semáforo em meio de quadra e as travessias em desnível (passarelas elevadas ou passagens subterrâneas). As travessias informais são as de meio de quadra sem sinalização.

Novamente, na maior parte, a discussão a seguir corresponde a decisões do projeto funcional das vias e por isso recorre principalmente aos manuais de projeto viário.

a) Travessias: em interseções sem semáforo

Segundo o Green Book (2004a) quando o pedestre encontra uma interseção, o fluxo de pedestres é interrompido e deve ser providenciada uma área de espera na calçada assim como uma área própria para travessia. Em interseções sem controle pedestres devem esperar por uma brecha aceitável para a travessia no tráfego veicular. Quanto mais larga a via, maior deve ser a brecha para que o pedestre consiga realizar a travessia. As interseções não semaforizadas são classificadas em: caso A – sem controle; caso B – com sinal de PARE na via secundária; caso C – com sinal de DÊ PREFERÊNCIA na via secundária.

O Manual de Pedestres da AASHTO (2004b) divide as interseções não semaforizadas em três grupos: sem sinalização de controle, com sinalização de preferência na via principal, e o controle com Pare para Todos existente nos EUA (*All-way Stop Control*, que aqui não será considerado). Na maior parte dos casos, em todas estas situações, os pedestres teriam de atravessar nas brechas entre veículos.

Segundo a AASHTO (2004b), garantindo condições adequadas de largura da via, volume de tráfego, velocidade e distância de visibilidade, interseções não semaforizadas podem ser bastante seguras para todos os usuários.

O Manual do DNIT (2010) diz que “Nas interseções com grande volume de tráfego, os projetistas freqüentemente reduzem o número de travessias marcadas no pavimento, visando diminuir a quantidade de pessoas nas áreas de conflito. As larguras dos canteiros centrais, que contêm faixas de giro à esquerda, devem ser dimensionadas, de modo que a área restante do canteiro ofereça abrigo suficiente para os pedestres que desejam atravessar. Um canteiro central com 5,50 m de largura permite uma faixa de armazenagem de veículos de 3,50 m e uma ilha com 2,00 m de largura, para proteção dos pedestres. Os conflitos de pedestres com veículos ocorrem principalmente nas interseções. Nas vias arteriais de classe inferior, especialmente em cruzamentos com ruas secundárias de menor importância, com poucos movimentos de giros, as travessias de pedestres são geralmente delimitadas por simples marcas no pavimento. Para proteção dos pedestres podem ser incluídos iluminação permanente, ilhas de refúgio, barreiras e sinais luminosos.”

Naturalmente, algumas das variáveis mencionadas não são variáveis controladas no projeto, como é o caso do volume de tráfego. Esta observação explica a discussão tradicional sobre a adequação das travessias sem semáforo em função do volume de tráfego.

Outras variáveis são apenas parcialmente controladas, como é o caso da velocidade de tráfego, para manter-se um projeto consistente com as características da via como um todo, em cada contexto percorrido. Além disso, podem existir restrições físicas rígidas que impedem a adequação da visibilidade ou largura das travessias às necessidades dos pedestres.

Portanto, a adequação da travessia sem semáforos pode ser comprometida, o que será considerado na discussão dos tratamentos mencionados a seguir.

b) Travessias: em interseções com semáforo;

Não há uma discussão clara sobre a necessidade deste tipo de tratamento nos manuais de projeto viário como o Green Book (AASHTO, 2004a), onde diz-se sucintamente que as travessias devem ser largas o suficiente para acomodar pedestres nos dois sentidos durante a fase semafórica de pedestres.

O mesmo aplica-se ao DNER (1999).

Segundo o Guia de Pedestres da AASHTO (2004b), semáforos criam brechas que permitem que os pedestres cruzem a via. Esta observação corresponde mais aos semáforos com estágios de pedestres. Nos semáforos com estágios veiculares, seu efeito é reduzir os fluxos conflitantes em cada estágio.

O Guia de Pedestres da AASHTO (2004b) recomenda, no entanto, que o projeto geométrico considere também a situação sem semáforo mesmo neste caso. Por exemplo, a distância de visibilidade deve ser mantida para que motoristas e pedestres possam ver uns aos outros quando o semáforo não está funcionando.

Diz ainda que estudos mostram que em interseções com menos de 1200 pedestres por dia, não há diferença significativa em acidentes com pedestres havendo ou não semáforo com fase exclusiva de pedestre. Portanto, critérios de volume de tráfego são sugeridos para determinar a adequação do tratamento semaforico dado aos pedestres, sem uma análise sistemática.

Para o Manual de Segurança de Pedestres do DENATRAN (1983), o controle por semáforos nas interseções é a forma mais segura para a travessia de pedestres, devendo ser utilizado semáforo para pedestres em conjunto com semáforo para veículos quando não existem movimentos conflitantes (o tempo de verde para pedestres coincide com o tempo de vermelho para veículos). A consideração provavelmente limita-se aos tratamentos em nível.

Quando existem movimentos conflitantes de pedestres e veículos deve ser feita análise das características do tráfego no local, evitando congestionamento, aumento no tempo de viagem e aumento nos retardamentos. As situações consideradas são:

- Caso A: Criação de refúgios no local de travessia – permitindo que os pedestres estejam seguros durante a espera de uma brecha entre veículos, favorável para a travessia, ou de uma mudança de fase (estágio) do semáforo;
- Caso B: Término antecipado da fase (estágio) do semáforo que permite o movimento conflitante de veículos (em geral conversão), prolongando o verde para pedestres no mesmo tempo;

- Caso C: Adoção de um tempo de vermelho em conjunto para todos os movimentos de veículos (*all red* ou estágio geral de pedestres), com duração suficiente para que os pedestres completem a travessia. O fluxo de pedestre deve justificar essa medida;
- Caso D: Proibição do movimento de conversão de veículos, desde que seja possível a adoção de um caminho alternativo que não traga prejuízos ao tráfego.

Recomenda também critérios para a temporização dos tempos semafóricos:

- O tempo de vermelho: depende do tempo de verde para o movimento conflitante, da necessidade de minimizar o retardamento total para os veículos, da frequência de chegada de pedestres, da inconveniência de ciclos muito longos;
- O tempo de verde constante: Todo o pedestre esperando no meio fio ou chegando ao local, pode iniciar a travessia. Recomendado: 6 segundos, no mínimo.
- O tempo de verde piscando: Pedestre que já iniciou a travessia pode completá-la. É função da largura da via (L) e da velocidade média do pedestre, admitida 1,3 m/seg; tempos de verde piscando: $L/1,3$.

O tratamento dos pedestres em semáforos é um tema recorrente nos estudos sobre acidentes (sugerindo a sua importância neste aspecto).

De acordo com OGDEN (1996), há algumas vezes conflitos entre capacidade de tráfego e estágio de pedestres em semáforos. ZEGEER et al. (1982) chamam atenção para que semáforos sem o estágio exclusivo de pedestres não são mais seguros que aqueles com esse estágio. ZEGEER (1993) sugere que estágios exclusivos devem ser previstos quando o semáforo dos veículos não é visível para os pedestres ou há fases exclusivas de conversão, e dessa forma o tempo dos pedestres não é claro; também na travessia de escolas; um estágio de pedestres para movimento em qualquer direção é recomendada.

Para GOLD (1998), a implantação de semáforos para pedestres deve ser precedida de uma avaliação de critérios sobre a necessidade real de sua instalação.

O tratamento dos pedestres também é parte dos critérios usuais de utilização de semáforos, particularmente em interseções. A referência clássica a respeito é o MUTCD (2009), ou suas sucessivas versões. Esses critérios são reconhecidos também no Brasil embora de forma adaptada. Por exemplo, o Manual de Semáforos (DENATRAN, 1978), embora baseado nos critérios do MUTCD (1968), diverge dele e recomenda os seguintes volumes mínimos: 250 pedestres por hora em ambos os sentidos da travessia; 600 automóveis por hora para via de sentido duplo sem divisor central; 1.000 veículos por hora para via com divisor central. Para ambos, pode haver casos que requeiram a instalação de um semáforo com volumes inferiores, como o caso do volume de veículos contínuo e sem brechas (semáforo atuados por botoeiras).

Muitos dos critérios para definição da necessidade de semaforizar (ou de forma mais geral segregar) para ordenar os conflitos entre veículos e pedestres são propostos sem justificativa ou esclarecimento sobre sua racionalidade. Um histórico interessante sobre os critérios americanos é feita em CARLSON e TURNER (2001), onde se vê que os valores e curvas propostas normalmente decorrem de estimativas empíricas ou teóricas da probabilidade de encontrar uma brecha de travessia adequada ou no atraso médio para travessias para os pedestres na ausência de semáforos (ou outros dispositivos de segregação).

c) Travessias em meio de quadra

O Manual do DNIT (2010) diz que nas travessias das ruas, geralmente são satisfatórias faixas de pedestres com largura de 3,00 m. Devem ser marcadas com pintura todas as faixas situadas nas rotas estabelecidas para acesso às escolas. No entanto a largura da faixa de travessia deve ser suficiente para acomodar o fluxo de pedestres em ambos os sentidos. Distâncias de visibilidade adequadas e visão desimpedida são pontos chaves na localização dessas travessias. Paisagismo, carros estacionados, postes, dispositivos de sinalização e mobiliário urbano podem criar obstruções para a visão do pedestre. Quando esses elementos não podem ser deslocados, alargamentos das áreas livres laterais ou proibição de estacionamento são desejáveis, de modo que os caminhos de pedestres ou suas linhas de visão não sejam bloqueados. Em ruas com velocidades limitadas de 30 a 50 km/h, deve-se proibir o estacionamento em trecho de 6 m, a partir do local de travessia de pedestre. Para velocidades

de 55 a 70 km/h, é desejável prover 15 m. Uma zona de proibição de estacionamento de 9 m deve ser estabelecida antes de cada sinal de parada ou de indicação de via preferencial. Para velocidades acima de 70 km/h não se deve permitir estacionamento lateral.

O Manual de Segurança de Pedestres do DENATRAN (1983) recomenda que em travessias de pedestres fora de interseções sejam utilizadas faixas para pedestres, em locais com pequeno fluxo veicular e fluxo de pedestres intermitente. Onde é necessário interromper o tráfego deve-se utilizar semáforo com tempo de ciclo fixo ou acionado pelos pedestres.

Como medida de apoio necessária, o estacionamento deve ser proibido nos trechos onde haveria obstrução da visibilidade. Para determinar o comprimento do trecho com proibição, deve-se levar em consideração que o motorista deve ter visibilidade total da faixa a 30 m desta (em vias de mão única, à esquerda do motorista: $d = 25$ m e em vias de mão dupla, à direita do motorista: $d = 19$ m) e visibilidade total da faixa de maneira a poder acionar os freios e parar o veículo no limite da faixa. Estas recomendações sobre estacionamento estão reproduzidas na Tabela 2-2 a seguir.

Uma necessidade correspondente existiria também em interseções. O caso não é discutido para interseções e uma opção seria o avanço de calçada.

Tabela 2-2 - Extensão do trecho com proibição de estacionamento em função da velocidade para travessias em meio de quadra (Fonte: Manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1979)

V (km/h)	Pavimento Seco		Pavimento Molhado	
	d_f (m)	d (m)	d_f (m)	d (m)
30	12	10	15	13
40	23	19	30	25
60	38	31	51	42

Obs.: V: velocidade do veículo (km/h)
 d_f : distância necessária para frear o veículo (em metros)
 d: comprimento do trecho com proibição

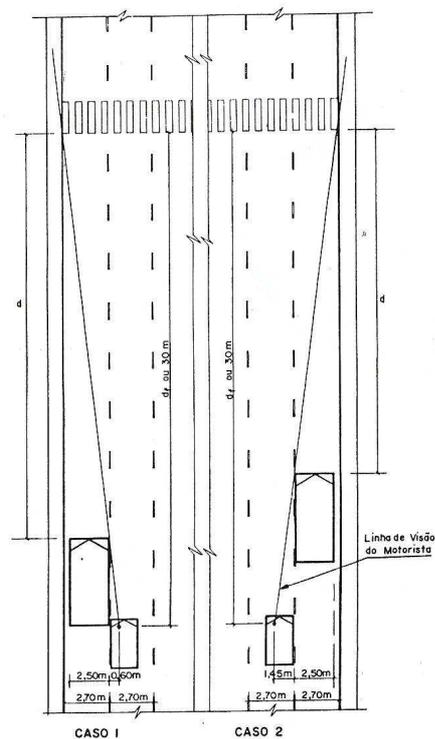


Figura 2-24 - Extensão do trecho com proibição de estacionamento em função da velocidade para travessias em meio de quadra (Fonte: Manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1979)

d) Travessia em desnível: passarelas e passagens subterrâneas

Para a AASHTO (2004a) travessias em desnível devem ser providenciadas onde volume de pedestres, volume de tráfego, capacidade da interseção e outras condições favorecem seu uso, no entanto sua localização específica e projeto requerem estudo individual. Devem ser consideradas onde tem elevados picos de movimentos de pedestres, como em distritos centrais e de negócios, fábricas, escolas, campos de exercício, em combinação com tráfego veicular moderado a alto, ou onde surgiria risco não usual e inconveniência para o pedestre. Códigos e leis federais devem ser consultados para critérios adicionais considerando necessidade, assim como orientação para projeto. Estruturas de travessia de pedestre em desnível não devem ser utilizadas em vias arteriais a menos que seja óbvio para o pedestre que é mais fácil usar a facilidade do que realizar a travessia em nível. Geralmente os pedestres são mais relutantes a utilizar a passagem subterrânea do que a passarela. Um problema sério associado a passarelas em rodovias são vândalos arremessando objetos na pista. Não tem um método ou conselho prático universal a ser utilizado nesse caso. No momento não é prático estabelecer critérios absolutos de quando ou onde barreiras devem ser construídas para evitar o arremesso de objetos da estrutura. Telas devem ser necessariamente colocadas em passarelas: próximas a escolas, playground ou outro lugar que sugere o uso da passarela por crianças desacompanhada de adultos; em grandes áreas urbanas sem constante vigilância da polícia; onde o histórica de incidentes em estruturas próximas indica a necessidade.

Para o Manual de Pedestres da AASHTO (2004b), travessias em desnível são algumas vezes necessárias, mas devem ser bem projetadas e posicionadas de preferência dando continuidade à trajetória normal dos pedestres. Passarelas podem ser mais eficientes onde:

- há uma demanda moderada a alta de pedestres para cruzar uma via expressa;
- há grande número de crianças para atravessar uma via de alta velocidade e volume de tráfego;
- conflitos encontrados por pedestres são inaceitáveis;
- uma ou mais das condições anteriores existe em conjunto com uma rota bem definida de pedestres.

Ainda segundo a AASHTO (2004b), estudos mostram que o grau de uso de uma passarela ou passagem subterrânea por pedestres, depende da distância percorrida e conveniência do dispositivo. Uma medida de conveniência pode ser, por exemplo, R, a taxa do tempo de travessia na passarela/passagem subterrânea pelo tempo de travessia na via.

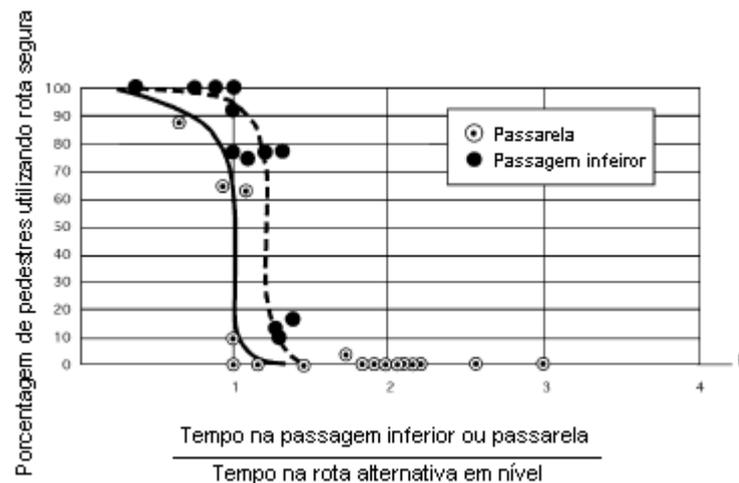


Figura 2-25 - Porcentagem de pedestres que utilizam via segura
 (Fonte: Design and Safety of Pedestrian Facilities, Institute of Transportation Engineers, Washington, DC, March 1998. *Apud*: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway and Transportation Officials, 2004)

Pelo gráfico, 95% dos pedestres usariam a passarela e 70% usariam a passagem subterrânea se o tempo de travessia fosse o mesmo da via, $R=1$. No entanto, se o tempo de travessia pelo dispositivo for 50% maior ($R=1,5$) poucos pedestres utilizaram os dispositivos. A observação mostra que a simples construção do elemento para travessia em desnível, desconsiderando sua conveniência, não é julgada suficiente para atender os pedestres.

O Manual de Travessias Urbanas do DNIT (2010) repete os critérios da AASHTO (2004b) e adiciona um critério preliminar para definir se a travessia de uma via com velocidade de até 60 km/h deve ser feita em desnível é apresentado em um gráfico:

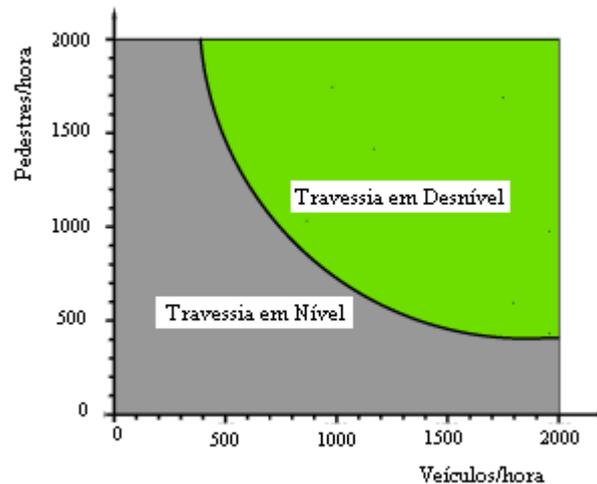


Figura 2-26 - Fluxos que justificam a implantação de passarelas (Fonte: Direction des Pontset de la Circulation Routière. Apud: Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, DNIT, 2010)

O DNIT (2010) menciona ainda que a declividade de acessos por rampas não deve exceder à inclinação de 1:12 (8,33%), conforme recomendação da NBR 9050 da ABNT, para maior adequação aos deficientes físicos. A altura mínima livre admissível para passagens cobertas ou subterrâneas é de 2,20 m.

Para OGDEN (1996), travessias em desnível são apropriadas quando há alta velocidade e/ou alto fluxo de veículos; onde há atraso considerável de pedestres ou grande problema de acidentes. Sua eficiência depende da escolha dos pedestres em usar ou não o dispositivo. Pesquisa no Estados Unidos (ZEGEER, 1993) mostra que 95% das pessoas usam a passarela se não há aumento no tempo de viagem e “quase ninguém utiliza” quando há um aumento de 50% no tempo da viagem. Passagens subterrâneas são menos utilizadas que as passarelas provavelmente devido a percepção de redução de segurança.

Para GOLD (1998), passarelas devem ser consideradas quando há pedestres que precisam cruzar um fluxo perigoso de veículos sem que haja uma alternativa segura; quando ocorreram atropelamentos, mesmo que a análise do fluxo de tráfego não indique que as condições de

tráfego são perigosas. Uma passarela deve ser usada quando não há nenhuma alternativa mais barata para proporcionar condições satisfatoriamente seguras ao movimento necessário de pedestre. Como as passagens em desnível geralmente supõem um aumento de tempo de percurso dos pedestres, é fundamental que estejam localizadas nas trajetórias desejadas pelos pedestres.

GOLD (1998) compara ainda passarelas com passagens inferiores (subterrâneas):

Vantagens da passarela:

- Não interferem com os serviços públicos subterrâneos
- Para os pedestres, são esteticamente mais agradáveis
- Melhor segurança pessoal
- Mais econômicas que as passagens inferiores (subterrâneas)

Vantagens da passagem inferior (subterrânea):

- Menor desnível a ser percorrido pelo pedestre
- Menores inconvenientes estéticos
- Mais confortáveis em condições climatológicas adversas

e) Método de escolha do tratamento da travessia

Foram selecionados três métodos para a escolha do tratamento a ser utilizado em determinada travessia. O primeiro é o método proposto pelo Manual de Segurança de Pedestres do DENATRAN (1983) baseados no conceito de retardamento sofrido na travessia. Em seguida são apresentados os conceitos de condições básicas e de condições adequadas de travessia expostos por GOLD (1998).

1. Método do Manual de Segurança de Pedestres do DENATRAN (1983)

O Manual de Segurança de Pedestres do DENATRAN (1983) propõe um método para seleção do tipo de travessia a ser aplicado, conforme segue:

Etapas:

- 1) Determina-se características do local a ser estudado através de pesquisas de campo;
- 2) Calcula-se o retardamento sofrido por pedestre para travessia sem semáforo e com semáforo (pelo volume de pedestres que utiliza a travessia);
- 3) Calcula-se o retardamento sofrido por veículos para cada tipo de travessia;
- 4) Taxa média de ocupação de cada veículo passando pelo local (pelos dados coletados);
- 5) Calcula-se o retardamento sofrido por todos os ocupantes dos veículos;
- 6) Somando-se 2 e 5, obtêm-se o retardamento sofrido por todas as pessoas que passam pelo trecho, para todos os tipos de travessia;
- 7) Escolhe-se a travessia com menor retardamento total;
- 8) No caso em que for escolhida a travessia com semáforo de ciclo fixo, deve-se pesquisar a viabilidade de substituí-la por uma passagem em desnível.

Retardamento para pedestres e veículos nos diversos tipos de travessias:

O Manual de Segurança de Pedestres do DENATRAN (1983) traz um método de cálculo da distância da rota principal à escada ou rampa de acesso à passagem em desnível, d_p (m).

$$d_p = \frac{V_p}{2} \left(a - \frac{2H}{V_e \text{ ou } V_r} \right)$$

$$a + t = 2t_p + 2t_h + t$$

$$a = 2t_p + 2t_h$$

Sendo:

d_p : distância da rota principal à escada ou rampa de acesso à passagem em desnível (m)

a : retardamento sofrido pelo pedestre se escolhida a travessia em nível (segundos)

t : tempo que o pedestre leva para percorrer a distância equivalente à largura da via (seg)

t_p : tempo que o pedestre leva para percorrer a distância d_p (seg)

t_h : tempo que o pedestre leva para subir ou descer a rampa ou escada de acesso à travessia em desnível (segundos)

V_p : velocidade do pedestre médio no plano (m/seg)

V_e : velocidade do pedestre médio para descer ou subir uma escada (m/seg)

V_r : velocidade do pedestre médio para percorrer um rampa (m/seg)

H : desnível entre a via e a travessia (m)

(H mínimo = 5,50 m – ABNT)

Retardamento para pedestres e veículos nos diversos tipos de travessias:

O retardamento médio por pedestres, a_p , depende da largura da via a atravessar, das condições de tráfego do local e do fluxo de pedestres no local (no caso de semáforo com botoeira).

O retardamento médio por veículo, a_v , depende do ciclo do semáforo, do fluxo de veículos no trecho, da capacidade da via no local e da composição do tráfego.

Tabela 2-3 - Fórmulas para cálculo do atraso sofrido por pedestres em pistas simples e dupla em diferentes tipos de travessia (Fonte: Baseado no Manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1979)

	Pista Simples	Pista Dupla
Travessia com faixa, sem semáforo	$a_p = \frac{e^{qI} - qI - 1}{q}$	$a_p = a_{pI} + a_{pII}$
Travessia com semáforo de tempo de ciclo fixo	$a_p = \frac{ C - (P - r) ^2}{2C}$	Em vias de mão única ou dupla existe um único tempo de ciclo C
Travessia com semáforo acionado pelo pedestre	$a_p = \frac{t_a \cdot 0,5 \cdot \lambda \cdot t_b^2 \cdot e^{(\lambda t_b - \lambda t_a)}}{1 + \lambda \cdot (t_b + P) \cdot e^{(\lambda t_b - \lambda t_a)}}$	

a_p : retardamento médio por pedestre

q : volume de veículos no trecho (veíc/seg)

I : tempo necessário ao pedestre para completar a travessia da rua

I : $L/1,3$ (seg) (Recomendado)

L : largura da via (metros)

P : duração do período de verde para pedestres

P : $L/1,3 + 6 = I + 6$

C : duração do ciclo do semáforo (seg)

t_a : tempo amarelo do semáforo (recomendado 2 seg)

t_b : tempo mín de verde para veículos

($=C - t_a - P = C - P - 2$)

λ : volume de pedestres atravessando a via na seção considerada

Tabela 2-4 - Fórmulas para cálculo do atraso sofrido por pedestres em pistas simples e dupla em diferentes tipos de travessia (Fonte: Baseado no Manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1979)

	Pista Simples	Pista Dupla
Travessia com faixa, sem semáforo	<i>Nulo</i>	
Travessia com semáforo de tempo de ciclo fixo	$a_v - \frac{0,45.C.(l-g)^2}{l-gX} + \frac{1620.X^2}{q.(l-X)}$	$a_v = a_{vI} + a_{vII}$
	$g = \frac{C-P-2}{C}$	
Travessia com semáforo acionado pelo pedestre	$a_v - \frac{0,45.C.(l-g)^2}{l-gX} + \frac{1620.X^2}{q.(l-X)}$	$a_v = a_{vI} + a_{vII}$
	$y - \frac{t_b + \frac{1}{\lambda} e (\lambda.t_b + \lambda.t_a)}{p t_b \frac{1}{\lambda} e (\lambda.t_b + \lambda.t_a)}$	
	$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$	
Passagens em desnível	<i>Nulo</i>	

a_v : retardamento médio por veículo

X : Grau de saturação (q'/q^S)

S : fluxo de saturação no trecho (525L ucp/h)

q : volume de veículos no trecho (veíc/seg)

q' : volume equivalente em veículos de passeio no trecho (ucp/h)

P : duração do período de verde para pedestres

g : proporção do ciclo que é efetivamente verde

C : duração do ciclo do semáforo (seg)

t_a : tempo amarelo do semáforo (recomendado 2 seg)

t_b : tempo mín de verde para veículos

($=C-t_a-P = C-P-2$)

λ : volume de pedestres atravessando a via na seção considerada (ped/seg)

2. Conceito de Condições Básicas e Adequadas de Travessia em GOLD (1998)

GOLD (1998) distingue os conceitos de condições básicas e condições adequadas de travessia. E propõe algumas medidas de melhoria a serem aplicadas a fim de garantir a existência dessas condições.

A apresentação é feita na discussão sobre atropelamentos, sendo baseada na análise dos artigos do Código de Trânsito Brasileiro, CTB1997 (BRASIL, 1997 e suas atualizações até 2008) relacionados ao pedestre; a caracterização do comportamento geral dos pedestres e dos condutores de veículos; e uma discussão sobre aspectos de fluxo de trânsito e da engenharia de tráfego que determinam as condições de travessia.

O autor ressalta que a maioria dos atropelamentos ocorre pois pedestres e condutores de veículos não seguem o comportamento dos modelos utilizados como base para os projetos do sistema viário e para a sinalização.

Define ainda o comportamento geral dos pedestres e o comportamento geral dos condutores de veículos, que devem ser levados em conta para qualquer análise de fatores que contribuam aos atropelamentos.

Comportamento geral dos pedestres:

- Pessoas de todas as idades (crianças e adultos);
- Qualquer estado físico/mental;
- Podem não ter recebido educação sobre o trânsito;
- Muitos não sabem ler ou não entendem os sinais,
- Desejam cruzar a rua pelo trajeto mais curto;
- A maioria tem habilidade para driblar os veículos em movimento, podendo passar por diferentes tipos de obstáculos;
- A maioria fica quase invisível, à noite, para os condutores;

- Consideram que podem cruzar a rua em qualquer local, e em geral podem, a menos que não existam brechas no fluxo de veículos ou existam barreiras eficazes.

Comportamento geral dos condutores de veículos:

- Maiores de 18 anos, normalmente;
- Devem ter passado por um exame médico;
- Devem possuir uma licença para dirigir (alfabetizados, receberam algum tipo de educação para o trânsito);
- Muitas vezes desejam dirigir a uma velocidade mais alta do que a permitida;
- Não desejam fazer paradas desnecessárias e/ou longas;
- Em sua maioria, obedecem à sinalização e os artigos do código de trânsito apenas quando sua desobediência ameaça a própria segurança ou pode terminar em castigo ou detenção;
- A maioria não se mostra consciente nem dos direitos nem da insegurança que sofrem os pedestres, e atuam com frequência, contra a sinalização e os regulamentos de trânsito;
- Muitos circulam, à noite, sem faróis ligados, desobedecendo a legislação e ficando sem condições de ver os pedestres a tempo de evitar um atropelamento.

Dessa forma, podem ser analisadas as condições reais da travessia, que determinam a facilidade com que o pedestre atravessa a rua sem entrar em conflito com os veículos.

O autor então apresenta o conceito de condição básica de travessia (sem as quais não haverá possibilidade de travessia segura), como as existentes em um local quando é possível mostrar, para qualquer pedestre que deseje atravessar a rua:

- Local correto: onde pode cruzar com segurança;
- Momento adequado: quando pode cruzar com segurança; e
- Perceptibilidade: como identificar o local correto e o momento adequado.

A não existência dessas condições básicas de travessia deve-se a alguma deficiência da engenharia de tráfego, e/ou à desobediência da sinalização e das normas de trânsito pelos condutores de veículos.

a. Local com condições básicas de travessia

Linha desejada: AB.

Local seguro: faixa de travessia de pedestres.

Momento adequado: semáforo S1 vermelho e veículos parados atrás da linha de retenção.

Perceptibilidade: faixa de travessia de pedestres, semáforo, veículos parados.

b. Local sem condições básicas de travessia – ausência de local seguro

Linha desejada: CD.

Local seguro: não existe. Não há semáforo e os fluxos geram trânsito contínuo sem brechas. Não há faixa de travessia de pedestres e não há um local alternativo à vista.

c. Local sem condições básicas de travessia – ausência de momento adequado

Linha desejada: EF.

Local adequado: faixa de travessia de pedestres.

Momento adequado: mudança de fase de S1 de verde a vermelho, porém há muitos veículos fazendo a conversão e os condutores não dão preferência aos pedestres.

d. Local sem condições básicas de travessia – ausência de perceptibilidade

Linha desejada: GH.

Local adequado: GH, sem faixa de travessia de pedestres.

Momento adequado: existem brechas adequadas, porém com frequência muito baixa e de duração mínima necessária para travessia.

Perceptibilidade: brecha difícil de perceber; mistura de veículos com diferentes velocidades.

O autor introduz então o conceito de condições adequadas, que não são garantidas pela existência das condições básicas: se o tempo de espera e/ou o desvio da trajetória desejada excedem o limite de tolerância dos pedestres, parte deles cruzará em condições de perigo.

As condições adequadas de travessia existem em um local quando, além da existência das condições básicas, é possível constatar um tempo de espera tolerável e um desvio tolerável da trajetória desejada.

O problema é a definição de tolerável, que depende da situação. O pedestre, por exemplo, tem mais paciência para esperar em ruas largas, com muitos movimentos de veículos que em ruas estreitas e calmas.

Finalmente, a travessia fácil e segura de uma rua onde se encontram as condições básicas e adequadas depende de características da via e do fluxo de veículos, que podem ou não ser controladas pela engenharia de tráfego, e que determinam a perceptibilidade do momento adequado para a travessia.

- Distância de travessia: recomenda dividir a travessia para distância maior ou igual a 9 metros;

-Duração das brechas nos fluxos de veículos: no caso de travessias com semáforo, recomenda-se aumentar o tempo para a travessia;

- Frequência das brechas adequadas nos fluxos de veículos: também pode ser regulada com ajuste nos tempos do semáforo;
- Velocidade dos veículos: pode ser reduzida com sinais de regulamentação, alargamento de calçada para deixar a via mais estreita e implantação de dispositivos especiais;
- Variações de velocidade dos veículos: a fim de reduzir as variações de velocidades dos veículos, podem ser implantadas as faixas exclusivas para ônibus e locais de confluência de fluxos de veículos com velocidades médias diferentes, por exemplo;
- Sentido de direção dos veículos: no caso de vias de sentido duplo de direção, recomenda-se implantar uma ilha de refúgio entre as faixas, pois a avaliação de brechas é mais simples com um único sentido de fluxo de veículos;
- Número de fontes de fluxos de veículos: nos casos complexo e muito complexos, recomenda a simplificação da travessia com a refúgios, implantação de faixas de conversão, semáforo para pedestres;
- Mudança de condições durante a travessia: no caso de muita mudança, os fluxos podem ser separados por pequenos refúgios ou divisores ou divisores centrais contínuos;
- Visibilidade pedestre/veículo e condutor/pedestre: medidas como a proibição do estacionamento de veículos próximos às esquinas, com ou sem alargamento de calçada (a fim de evitar a transgressão) ajudam a preservar a visibilidade.

O autor conclui que um ponto crítico de atropelamento requer, pelo menos, a criação das condições básicas, melhorando a perceptibilidade do local correto e do momento adequado. É recomendado também criar as condições adequadas, sem tempos de espera ou desvios excessivos (ou diminuí-los, se for o caso). Finalmente, deve-se buscar facilitar a travessia através de ajustes nos fatores acima descritos.

É fácil ver que este esquema qualitativo pode ser transferido para a análise de facilidades ao longo da via, baseado nos princípios específicos.

2.4 PARÂMETRO DE PROJETO PARA PEDESTRES

A seguir, serão coletadas as recomendações necessárias para o projeto detalhados dos dispositivos destinados a prover uma infra-estrutura adequada aos pedestres. Foram identificados os seguintes aspectos: velocidade na via, largura da via, meio-fio, distância de visibilidade, velocidade do pedestre, largura da via para pedestre, largura da faixa de separação, declividade longitudinal e transversal, além de recomendações específicas para pontos de ônibus, para calçadas em pontos, túneis e passarelas, para interseções, para dispositivos de canalização e proteção.

2.4.1 Velocidade do Tráfego

O Green Book (2004a) não traz considerações específicas de escolha da velocidade de projeto do tráfego em relação aos pedestres. Uma velocidade de 100 km/h é recomendada em vias expressas e rodovias.

O Manual de Pedestres da AASHTO (2004b) diz que a seleção de uma velocidade de projeto apropriada é um dos passos mais importantes no projeto viário, pois estudos têm indicado que, em acidentes envolvendo pedestres, quanto mais rápido estiver o motorista, maior o risco do acidente ser fatal para o pedestre.

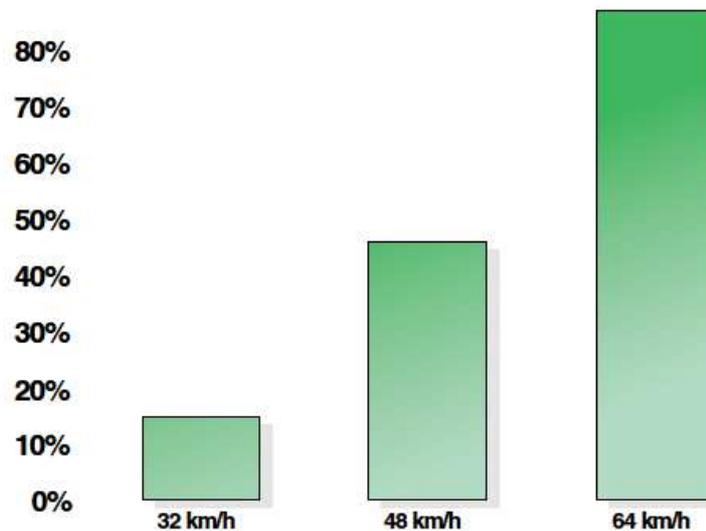


Figura 2-27 - Probabilidade de fatalidade de pedestres baseada na velocidade do veículo (Fonte: Pedestrian Facilities User Guide – Providing Safety and Mobility (FHWA-RD-01-102), FHWA, U.S. Department of Transportation, Washington DC, March 2002. Apud: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, July 2004)

Segundo o Manual de Pedestres da AASHTO (2004b), na maioria dos casos, vias urbanas arteriais bem desenvolvidas deve ser projetada, e controles de tráfego empregados, para encorajar velocidade de 50 a 75km/h. Vias locais residenciais devem ser projetadas para que a velocidades dos veículos não exceda 30 a 40km/h.

De acordo com o Manual de Travessias Urbanas do DNIT (2010), a velocidade diretriz básica recomendada para o projeto geométrico de vias expressas primárias é de 110 km/h. Nos trechos de transição para uma via de padrão inferior, a velocidade diretriz poderá descer até 80 km/h, valor que poderá também ser adotado para os trechos onde condicionantes técnicas, econômicas e urbanísticas obrigarem ao emprego generalizado de padrões inferiores de projeto. Essas velocidades podem ser empregadas independente de se tratar de via elevada, enterrada ou ao nível do solo. Velocidades inferiores, de 90 km/h, ou até mesmo 60km/h em casos extremos, podem ser empregadas em trechos específicos de uma via expressa secundária; por exemplo, na travessia de eventuais interseções em nível.

Recomenda-se ainda a velocidade diretriz de 80 km/h para arteriais em áreas urbanas pouco desenvolvidas ou para vias dotadas de canteiro central, onde a interferência de pedestres e do uso do solo adjacente for pequena e, ainda, a canalização das interseções for adequada. Em condições intermediárias, onde o grau de controle de acesso, bem como as interferências de pedestres e do uso do solo adjacente à via são moderadas e os movimentos de conversão nas interseções são pequenos em relação ao fluxo principal, recomenda-se a velocidade diretriz de 60 km/h. Finalmente, para as arteriais primárias atravessando zonas de intenso desenvolvimento e com pouca distância entre as interseções, uma velocidade diretriz de 50 km/h, embora não tão desejável, pode ser a mais apropriada. Isso também se aplica às vias integrantes do Sistema Arterial Secundário.

2.4.2 Largura da Via

O número de faixas de uma via é escolhido primeiramente para atender demandas de tráfego veicular para um nível de serviço desejado. No entanto, segundo o Manual de Pedestres da AASHTO (2004b), projetistas devem também considerar os efeitos da largura da via para os pedestres. Quanto mais larga a via, mais difícil para os pedestres atravessarem.

O *Green Book* da AASHTO (2004a) geralmente permite larguras das faixas de 3,0 a 3,6m. Onde o nível de serviço permite, faixas devem ser suprimidas, deixando inclusive espaço para calçadas ou ciclofaixas/ciclovias. Caso não seja possível, faixas mais estreitas são também uma boa opção para reduzir a travessia do pedestre.

O Manual do DNER (1999) e do DNIT (2010) não trazem recomendações de largura relacionadas aos pedestres.

O DNIT (2010) diz que a largura da faixa de rolamento de um modo geral é obtida adicionando à largura do veículo de projeto a largura de uma faixa de segurança, função da velocidade diretriz, da categoria da via e do nível de conforto que se deseja proporcionar. Larguras de faixa de 2,70 a 3,60 m são geralmente adotadas, predominando 3,60 m na maioria das rodovias de alto padrão. A largura da faixa de rolamento de um modo geral é obtida adicionando à largura do veículo de projeto a largura de uma faixa de segurança, função da velocidade diretriz, da categoria da via e do nível de conforto que se deseja proporcionar. Larguras de faixa de 2,70 a 3,60 m são geralmente adotadas, predominando 3,60 m na maioria das rodovias de alto padrão.

2.4.3 Meio-fio

Considerações específicas a respeito do uso do meio fio em relação a segurança de pedestres não foram encontradas no Manual da AASHTO (2004a).

Segundo o Manual de Pedestres da AASHTO (2004b) o uso de meio-fio ao longo de uma via aumenta o conforto, segurança de dispositivos para pedestres adjacentes, distinguindo claramente o espaço do veículo e do pedestre. Dois tipos de meio-fio são utilizados: guias com face vertical (*vertical curbs*) e guias com face inclinada (*sloping curbs*). Guias com face vertical tendem a desencorajar motoristas a deixar a via e guias com face inclinada são projetados para que motoristas possa traspassá-los facilmente quando necessário. Guias com face vertical são preferíveis onde há calçada ou outro dispositivo para pedestres adjacente à via.

O DNIT (2010) diz que o tipo e a localização dos meio-fios afetam sobremaneira os motoristas e conseqüentemente a segurança e utilização de uma via. São usados com as seguintes finalidades: controle da drenagem, delineamento das vias, proteção de pedestres,

redução da faixa de domínio, estética, delineamento dos passeios, redução do custo de manutenção e ordenação do desenvolvimento nas margens da rodovia. Meios-fios intransponíveis e passeios laterais seguros são desejáveis ao longo de túneis e muros de arrimo, principalmente se não se dispõe de acostamentos com largura plena. Esse tipo de meio-fio desencoraja o tráfego próximo à parede, aumentando a segurança dos pedestres.

2.4.4 Distância de Visibilidade

No Manual da AASHTO (2004a) não foi encontrada discussão específica de distância de visibilidade para pedestres especificamente.

Distância de visibilidade é o elemento principal no projeto viário, segundo o Manual de Pedestres da AASHTO (2004b), distinguindo distância de visibilidade de parada, distância de visibilidade de decisão e distância de visibilidade de ultrapassagem. Tão importante quando é para o motorista ver tudo que acontece ao redor, é para o pedestre poder ver e reagir a potenciais conflitos. Distâncias de visibilidade adequadas são considerações chaves para localização de travessias. Paisagem, mobiliário, carros estacionados, postes e dispositivos de controle de tráfego podem criar obstrução visual para os pedestres. Quando não for possível realocar esses elementos, extensão de calçada ou restrições de estacionamento são desejáveis.

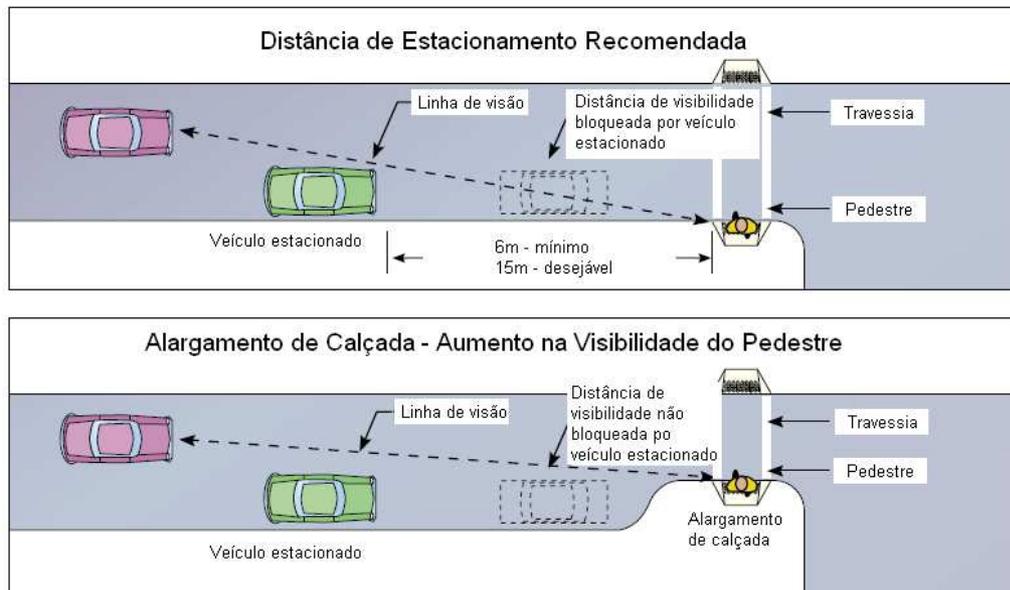


Figura 2-28 - Distância de estacionamento recomendada e/ou alargamento de calçada (Fonte: Design and Safety of Pedestrian Facilities, ITE, March 1998. Apud: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, July 2004)

Algumas recomendações usuais dos manuais de projeto viário podem ser consideradas relevantes para os pedestres. Por exemplo, o *Green Book* da AASHTO (2004a) recomenda que vias devem interceptar-se num ângulo o mais próximo possível de 90° , e não menor que 60° . Além disso, recomenda que em vias urbanas com limites de velocidade de 30 a 50km/h, o estacionamento deve ser proibido em uma distância mínima de 6m da travessia, de ambos os lados do cruzamento. Uma extensão de 9m deve ser mantida sem estacionamento caso haja semáforo, sinal de Pare ou Dê Preferência. Onde o limite de velocidade é entre 55 e 70km/h, o estacionamento deve ser proibido por uma extensão de 15m, e onde excede 70km/h deve ser proibido. A posição de um pedestre esperando para realizar a travessia em relação aos carros estacionados é importante para a visibilidade do pedestre.

Os critérios encontrados no DNIT (2010) são similares aos acima descritos.

2.4.5 Velocidade do Pedestre

O Green Book da AASHTO (2004a) diz que a velocidade média dos pedestres varia de 0,8 a 1,8m/s. Temperatura, hora do dia, motivo da viagem, gelo e neve afetam a velocidade do pedestres, porém a idade é a causa de velocidades mais baixas, e em áreas com pessoas mais velhas uma velocidade de 0,9m/s deve ser considerada para projeto.

Segundo o HCM (2000), depende da proporção de idosos (acima de 65 anos), um aumento de 10% reduz a velocidade em 0,1m/s. De 0 a 20% utiliza-se 1,2m/s; acima de 20%, 1,0m/s.

De forma semelhante o MUTCD (2009) usa uma velocidade média de 1,2m/s.

O Manual de Travessias Urbanas do DNIT (2010) utiliza as mesmas velocidades da AASHTO (2004a) e traz um gráfico com a variação da velocidade dos pedestres em função da declividade da via, obtido a partir dos estudos de BOVY (1973), mostrado na Figura 2-29.

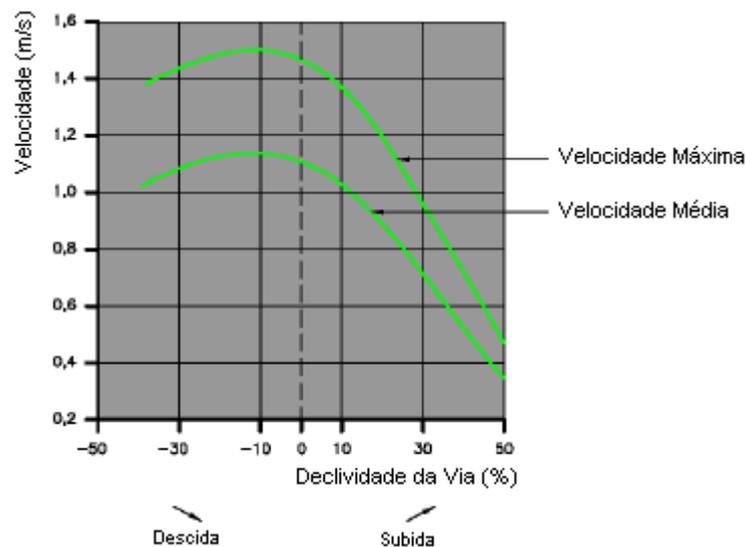


Figura 2-29 - Velocidade do pedestre em função da declividade da via (Fonte: Manual de Travessias Urbanas, DNIT, 2010)

Para o caso de uma interseção que sofra interferência de grande número de pedestres, o gráfico adaptado dos estudos de PUSHKAREV e ZUPAN (*Urban Space for Pedestrians* –

MIT Press – 1975), apresenta a velocidade de cada categoria de pedestre como função do nível de aglomeração a que está sujeita, medida pela sua densidade em pessoas por metro quadrado.

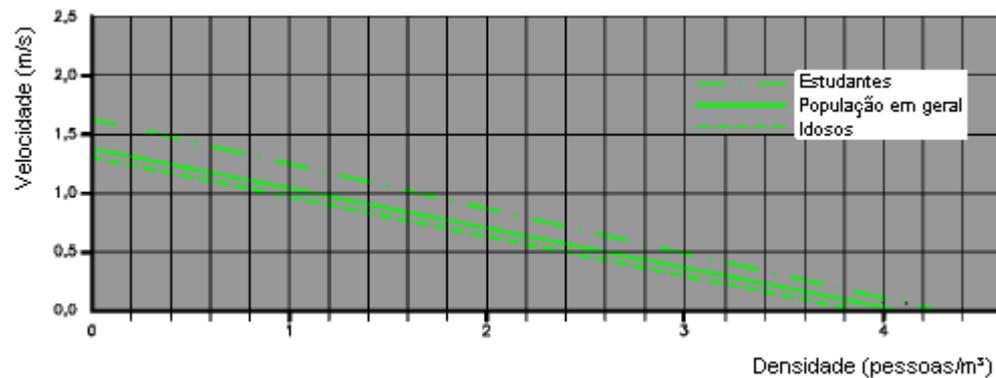


Figura 2-30 - Relação entre densidade e velocidade de pedestres (Fonte: Manual de Travessias Urbanas, DNIT, 2010)

Os valores recomendados pelo Manual de Segurança de Pedestres do DENATRAN (1983) fazem parte do procedimento de seleção do tratamento em travessias.

Para condições médias, serão utilizados os seguintes valores para velocidade dos pedestres: no plano: $V_p = 1,30$ m/seg; em escadas: $V_e = 0,15$ m/seg e em rampas:

Tabela 2-5- Valores recomendados para velocidade de pedestres em rampas (Fonte: manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1983)

Inclinação	Vr (m/seg)
2%	1,30
4%	1,30
6%	1,26
8%	1,17
10%	1,02
12%	0,93
14%	0,84
16%	0,78
18%	0,72

2.4.6 Largura da via de pedestre

Segundo o *Green Book* da AASHTO (2004a) a largura do acostamento varia de apenas 0,6m em vias rurais pequenas a 3,6m, geralmente pavimentado, em vias principais. Onde ciclistas e pedestres serão acomodados no acostamento uma largura livre mínima de 1,2m deve ser utilizada.

Para calçadas, a largura em vias residenciais varia de 1,20 a 2,40m. Se houver uma faixa de plantas deve ter no mínimo 0,60m. Caso não haja, ou seja, a calçada seja adjacente ao tráfego veicular, deve ser providenciada uma largura de 0,60m a mais.

Passagens em desnível devem ter uma largura mínima de 2,40m, sendo recomendado mais se o volume de pedestres é alto.

A Manual de Pedestres da AASHTO (2004b) diz que vias de pedestres devem ter no mínimo 1,2m. Isso vale para acostamentos em que pedestres serão acomodados ou calçadas.

A largura mínima para uma calçada é 1,20m. Onde as calçadas têm menos de 1,50m, locais de ultrapassagem com pelo menos 1,50m devem ser providenciados em intervalos razoáveis. Tem diversos locais onde larguras maiores são desejáveis. Em vias arteriais, 1,8m a 2,4m é desejável quando há uma linha de plantas entre o meio fio e a calçada. Em áreas centrais, a largura desejável é 3,0m, ou suficientemente larga para providenciar o nível de serviço desejável. Em áreas onde alto volume de pedestres é esperado, pode ser apropriado providenciar calçadas com 3,0 a 4,5m ou mais. Quando a calçada está em frente a lojas, uma largura adicional de 0,6m pode ser necessária para manter distância das paredes, pessoas que param para ver vitrines.

O *Pedestrian Facilities Users Guide*, FHWA (2002) diz que o ITE recomenda largura mínima de 1,5 m, que permite ultrapassagem, ou duas pessoas andando lado a lado, sendo recomendado larguras maiores perto de escolas, pontos de ônibus e em áreas com alta concentração de pedestres.

Segundo o Manual de Segurança de Pedestres do DENATRAN (1983), a largura do passeio deve ser suficiente para acomodar o volume de pessoas que normalmente passa pelo local, andando a velocidade média do pedestre adulto. A largura mínima deve ser 1,80m e a superfície deve ser o mais contínua possível. A declividade máxima recomendável é 5% e o dimensionamento da largura desejável deve ser baseado no cálculo do nível de serviço.

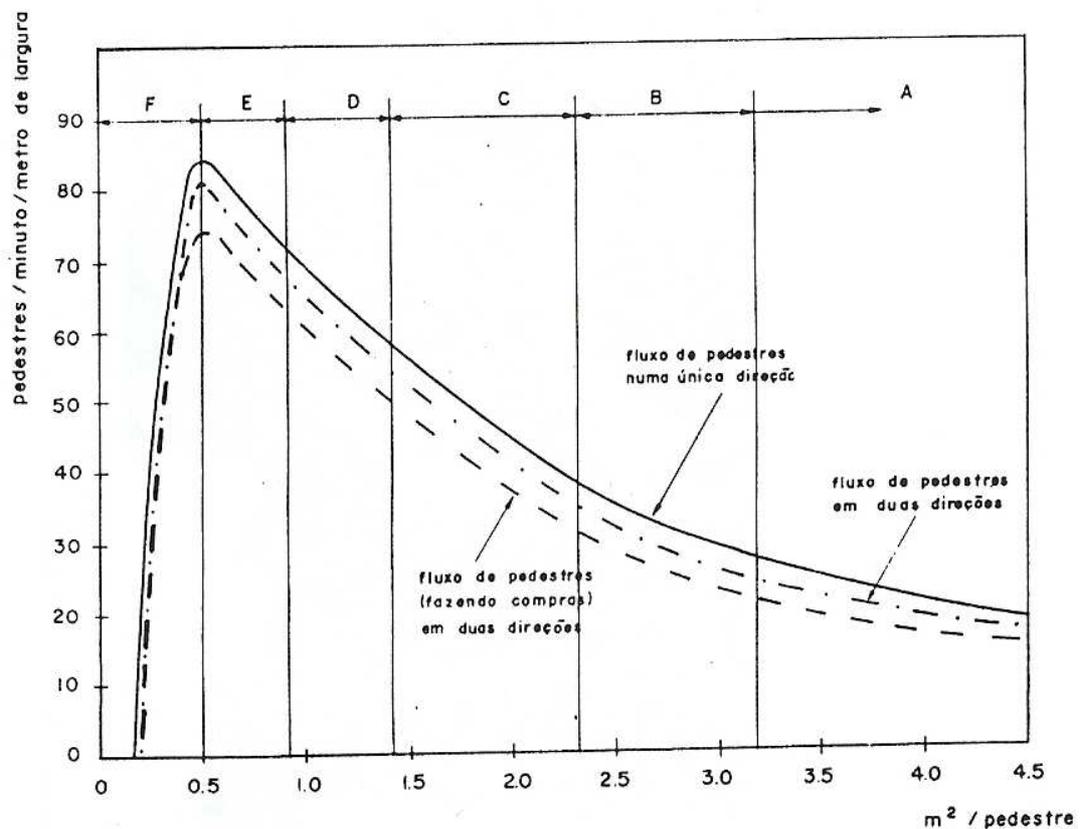


Figura 2-31 - Dimensionamento de calçadas em função do nível de serviço (Fonte: Manual de Segurança de Pedestres, DENATRAN, 1983)

2.4.7 Largura da área de espera

Segundo o Manual da AASHTO (2004a) é recomendado providenciar uma faixa de plantas de 0,60m.

O Manual de Pedestres da AASHTO (2004b) traz ainda considerações sobre a necessidade de haver uma área entre a via e a calçada. Em vias coletoras ou arteriais o ideal é que o buffer esteja entre 0,6 e 1,2m. Já em vias arteriais deve estar entre 1,5 e 1,8m. Caso o estacionamento seja permitido na via, ou haja ciclofaixa, essas áreas são consideradas áreas de separação (“*buffer*”). Em vias onde não há estacionamento ou ciclofaixa, uma faixa de 1,8m de floreira é recomendada. Se não há floreira, o meio fio adjacente a calçada, em áreas residenciais deve ser no mínimo 1,8m. Em áreas comerciais, ou ao longo de vias arteriais, a largura recomendada passa a ser 2,4m.

O *Pedestrian Facilities Users Guide*, FHWA (2002), recomenda área de separação (buffer zone) de 1,2 a 1,8 m (carros estacionados ou ciclovias)

2.4.8 Declividade longitudinal (Grade) e transversal (Cross-Slope)

O Manual da AASHTO (2004a) recomenda, de maneira geral, a fim de garantir a drenagem, uma declividade transversal de 2 a 4% para vias pavimentadas e 4 a 6% para vias não pavimentadas (6 a 8% se for gramado).

A fim de atender as pessoas com necessidades especiais, rampas de acesso às calçadas são recomendadas com declividade longitudinal de 8,33% e transversal de 2%.

O elemento crítico das calçadas de pedestres é o greide. Segundo o Manual de Pedestres da AASHTO (2004b), as calçadas devem apresentar, quando possível, greide inferior a 5%. Em casos extremos, de greides acima de 8%, guarda-corpos podem ser necessários. Onde a via adjacente não permitir greides menores, o pavimento dos passeios deve ter textura especial, com alto coeficiente de atrito. As declividades transversais dos passeios são necessárias para drenagem. Deve ser adotada uma inclinação máxima de 2%, para que pedestres e usuários de cadeiras de rodas possam transitar e executar manobras com facilidade. Isso é especialmente importante quando os greides são elevados.

Tabela 2-6 - - Critério de grade para calçadas (Fonte: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, 2004)

Adjacente a via pública	
Grade máximo da calçada adjacente a via	Sem limite se seguir a o grade da via
Cross slop máximo	2% (1V:48H)
Não adjacente a via pública	
Grade máximo sem corrimão	5% (1V:20H)
Grade máximo com corrimão	8,3% (1V:12H)

2.4.9 Pontos de parada de ônibus

O Manual da AASHTO não traz considerações específicas.

Pontos de paradas de ônibus devem fornecer espaços para embarque e desembarque de passageiros. O recomendado pelo Manual de Pedestres da AASHTO (2004b) é prover um trecho contínuo de calçada, com 2,40m de largura ao longo da parada. Caso não haja meio fio,

um acostamento de 2,40 m deve ser provido para desembarque. Para evitar travessia de pedestres em locais inapropriados, é preferível locar os pontos de ônibus próximos a interseções. Onde for viável, as paradas devem conter abrigos com áreas de espera e assentos para passageiros. Os abrigos devem ter uma área livre de 0,80 por 1,20 m, situada inteiramente dentro do abrigo, ligada à área de embarque e desembarque.

O Manual do DNIT (2010) repete esses mesmos critérios.

2.4.10 Calçadas para pontes, passarelas e túneis

Em obras de arte (pontes, viadutos, passagens inferiores e túneis) que fazem parte de alguma rota de pedestres, calçadas devem ser projetadas. Em pontes e viadutos, o passeio deve ser protegido, tanto quanto possível, por barreiras e guarda-corpos. Segundo o Manual de Pedestres da AASHTO (2004b), as larguras das passeios ao longo das obras-de-arte devem ser as mesmas ou mais largas que as dos passeios com que se conectam. Em uma ponte ou viaduto, a largura livre mínima é de 1,20 m, sendo desejável 2,40 m. Em passagens inferiores, é recomendável que o passeio fique entre os pilares e a via, para segurança, por aumentar a visibilidade mútua de pedestres e motoristas. Se houver necessidade de colocar os pilares próximos ao meio-fio, o passeio atrás das colunas deve ser tão largo quanto possível e incluir iluminação à prova de vandalismo. Em passagens inferiores longas (maiores que 60 m), a iluminação deve ser mantida durante o dia. Normalmente não são permitidos pedestres em túneis longos, mas deve haver espaço para passagem em uma emergência e para atender ao pessoal de manutenção. Passeios mais elevados que os acostamentos ou bordas das vias adjacentes são convenientes, para maior segurança dos pedestres para dificultar que os balanços de veículos desgovernados danifiquem as paredes do túnel e/ou dispositivos de iluminação laterais.

2.4.11 Interseções

Pelo Manual de Pedestres da AASHTO (2004b), o raio do meio fio utilizado tanto em interseções semaforizadas como não semaforizadas deve ser selecionado considerando segurança, operação e conveniência para motoristas e pedestres. Deve ser ainda apropriado para que veículos grandes como caminhões e ônibus possam realizar a manobra, no entanto quando maior o raio mais exposto ao pedestre fica (devido ao aumento da distância de travessia e aumento da velocidade dos veículos) e menor o espaço de espera para a travessia.

Dois raios distintos devem ser considerados. O primeiro é o raio da esquina, e o outro é o raio efetivo de conversão do veículo de projeto de conversão selecionado, que é o raio para o veículo realizar a conversão e retomar o alinhamento da sua trajetória.

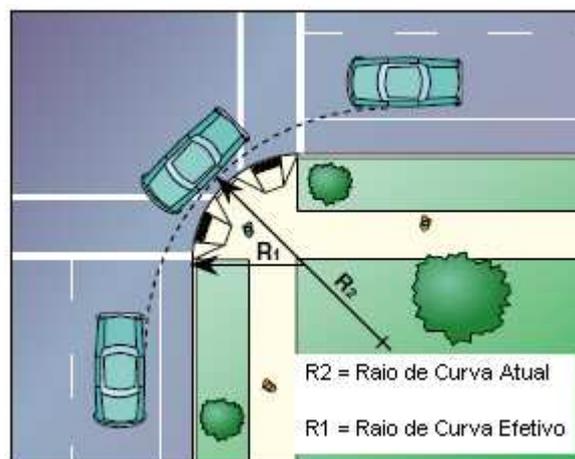


Figura 2-32 - Raio de curva efetivo (Fonte: Oregon Bicycle and Pedestrian Plan, Oregon Department of Transportation, 1995. Apud: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, 2004

O Manual americano traz ainda uma relação mostrando que quanto menor o raio, menor a distância de travessia.

Raio de Curvatura, R	Acréscimo na Distância de Travessia*
5m	1m
10m	7m
15m	12m

* Medido a partir da linha de centro da calçada/travessia como comparada a largura de meio-fio a meio-fio

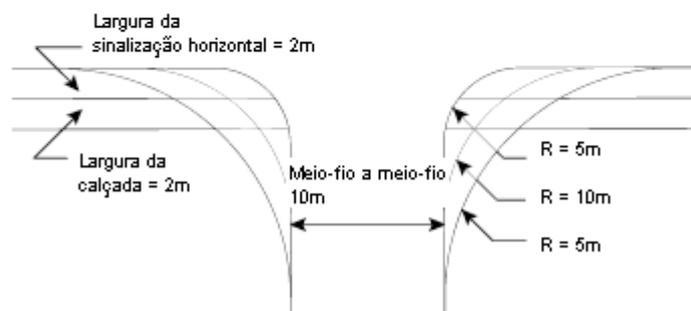


Figura 2-33 - Pedestrian Design Guidelines Notebook, City of Portland Oregon, Office of Transportation Engineering and Development, 1997. Apud: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, 2004)

Onde há baixo fluxo de conversão de caminhões é recomendado que o raio na esquina seja de 3 a 4,5m. Onde há altos volumes de caminhões o raio máximo da esquina deve ser aumentado e a faixa de retenção deve ser colocada mais pra traz para que veículos grandes tenham espaço para completar a manobra. O raio mínimo recomendado pelo Manual de Pedestres da AASHTO (2004b) é 1,5m.

Mais uma vez os critérios apresentados pelo DNIT são os mesmos.

2.4.12 Dispositivos de proteção para pedestres

Ilha de refúgio

No Manual de Pedestres da AASHTO (2004b), a largura de uma ilha de refúgio a ser construída deve ser no mínimo 1,80m para que possa acomodar cadeira de roda ou mais de um pedestre esperando. Ilhas existentes com 1,20m podem ser mantidas. Onde possível, uma largura de 2,40m deve ser providenciada para acomodar grupos de pedestres, ciclistas e usuários de cadeira de roda. Para isso as faixas de rolamento podem ser diminuídas para 3,30m ou até 3,0m. As ilhas devem ser sinalizadas 0,60m antes e depois.

O Manual de Segurança de Pedestres do DENATRAN (1983) recomenda largura mínima do refúgio: 1,5 m, sendo aceitável 1,2 m em alguns casos; e proibição de estacionamento ou parada de veículos.

GOLD (1998), diz que a largura mínima deve ser 1,0m com linha de bordo, faixa de segurança de 0,30m de cada lado, entre a linha de bordo e o refúgio. Em refúgios espaçados: sinalização contínua entre refúgios, reforçada por tachões.

Alargamento de calçada

O Manual de Pedestres da AASHTO (2004b) diz que, em geral, o alargamento de calçada deve ser uma extensão da faixa de estacionamento, com aproximadamente 1,8m.

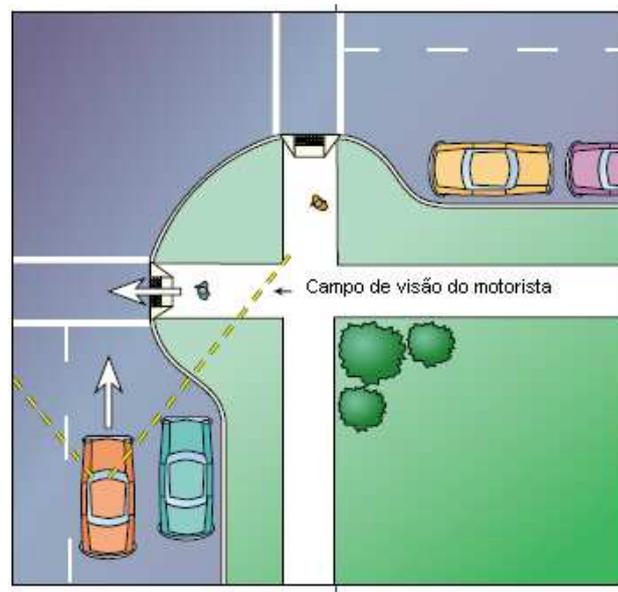


Figura 2-34 - Exemplo de alargamento de calçada (Fonte: Designing Sidewalks and Trails for Access, Part I, FHWA, 1999. Apud: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, 2004)

Faixa de pedestres

A largura da faixa de pedestre, segundo o Manual de pedestres da AASHTO (2004b) não deve ser menor que 1,80m (de acordo com o MUTCD). Em centros comerciais ou cidades grandes, o apropriado seria 3,0m ou mais. As faixas podem ser transversais, longitudinais ou diagonais, devendo se estender por toda a extensão da travessia.

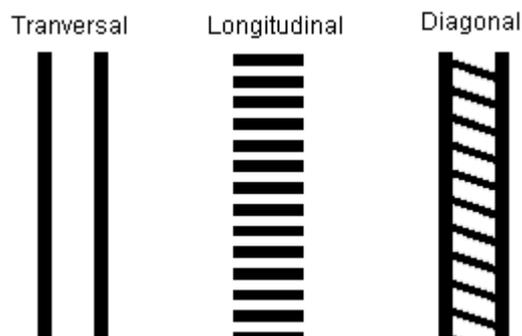


Figura 2-35 - Demarcação para faixas de pedestres (Fonte: Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities, America Association of State Highway Transportation Officials, 2004)

As linhas longitudinais ou diagonais devem ter 0,3 a 0,6m de largura e serem espaçadas de 0,3 a 1,5m, sendo que esse espaçamento não deve exceder 2,5 vezes a largura da linha. A largura das linhas transversais deve estar entre 0,60 e 1,50m.

O Manual de Segurança de Pedestres do DENATRAN (1979), dizia que as faixas devem ser na cor branca, com comprimento mínimo de 2m, largura de 30 a 60cm e o espaçamento deve ser o dobro da largura (60 a 120 cm). Estas recomendações eram também menos exigentes, embora estivessem em desacordo com as disposições legais da época.

Vê-se que os valores atualmente adotados no Brasil (revisados anteriormente no item 2.1) são bastante mais exigentes, pelo menos quanto à largura mínima (3,0m para FTP-1 e FTP-2, recomendando-se 4,0m).

No entanto, o aspecto mais importante corresponde a decidir onde as faixas de pedestres devem ser adotadas e onde são efetivas para melhorar a segurança dos pedestres. Não foram encontrados critérios claros sobre esta questão, particularmente considerando as peculiaridades do ordenamento legal e do (des)respeito às regras legais pelos usuários da via.

Existem indicações em manuais estrangeiros. No MUTCD 2009 (FHWA, 2009), faixas de pedestres sem outro dispositivo de controle são proibidas em vias onde o limite de velocidade é superior a 40 mph (64 km/h) em vias de 4 ou mais faixas (ambos os sentidos) se o VDMA é superior a 12000 veículos em vias não há canteiro ou refúgio de pedestes ou 15000 veículos em vias onde há canteiro ou refúgio de pedestres. Nestes casos deveriam ser usados dispositivos para reduzir a velocidade, encurtar a travessia, aumentar a percepção da travessia, advertir ativamente sobre a presença dos pedestres, entre outras. Este critério chama a atenção para o fato de que uma faixa de pedestre pode não ser segura para os próprios pedestres.

2.5 ANÁLISE DA OPERAÇÃO PARA PEDESTRES

A seguir, a análise da qualidade do atendimento às necessidades dos pedestres será feita com base nos procedimentos recomendados pelo HCM (2000) apenas. Como discutido anteriormente, o Manual de Segurança de Pedestres do DENATRAN (1983) propõe um procedimento para avaliar a qualidade da operação em travessias, incorporado ao seu método de escolha do tipo de tratamento nas travessias, que é uma fonte suplementar.

A discussão dos critérios recomendados pelo HCM (2000) é feita em termos gerais. Os detalhes do procedimento recomendado estão no Apêndice A.

2.5.1 Nível de Serviço em Calçadas e Vias Exclusivas para Pedestres

O cálculo do nível de serviço em calçadas e vias exclusivas para pedestres no HCM (2000) segue os princípios para análise da operação em fluxo contínuo, com base em fluxos de pedestres por unidade de largura efetiva (visto que os pedestres normalmente não seguem a disciplina de utilização de faixas).

O conceito de largura efetiva considera a interferência no uso do espaço lateral da facilidade trazido por elementos que a ocupam (como postes de sinalização, bancos e árvores) ou interferem no seu uso pelos pedestres (como as fachadas e vitrines).

A demanda é medida pelo fluxo de pedestres por unidade de largura, normalmente expressa por minuto (ped/min/m), para um período de pico de 15 minutos, admitindo-se correspondente capacidade 75p/min/m. O efeito da formação de pelotões pode também ser considerado transformando o fluxo médio no pico em fluxo em pelotões no pico.

O critério de nível de serviço é baseado na densidade de pedestres (ped/m²) ou espaço disponível (m²/ped) no fluxo, que pode também ser traduzida em um nível de utilização da capacidade (v/c). Dessa forma, o HCM traz as seguintes tabelas para o nível de serviço:

Tabela 2-7- Critério de fluxo médio para NS em caminhos e calçadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

Nível de Serviço	Espaço (m ² /p)	Fluxo (p/min/m)	Velocidade (m/s)	Taxa v/c
A	> 5.6	≤ 16	> 1.30	≤ 0.21
B	> 3.7–5.6	> 16–23	> 1.27–1.30	> 0.21–0.31
C	> 2.2–3.7	> 23–33	> 1.22–1.27	> 0.31–0.44
D	> 1.4–2.2	> 33–49	> 1.14–1.22	> 0.44–0.65
E	> 0.75–1.4	> 49–75	> 0.75–1.14	> 0.65–1.0
F	≤ 0.75	Variável	≤ 0.75	Variável

Tabela 2-8 - Critério de NS para caminhos e calçadas com o efeito de pelotões (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

Nível de Serviço	Espaço (m ² /p)	Fluxo (p/min/m)
A	> 49	≤ 1.6
B	> 8–49	> 1.6–10
C	> 4–8	> 10–20
D	> 2–4	> 20–36
E	> 1–2	> 36–59
F	≤ 1	> 59

Nota:

- a. Taxas na tabela representam fluxos médios num período de 5-6 min

Critérios específicos são apresentados para fluxo de pedestres em escada, fluxos cruzados, como pode-se ver no Apêndice A (ou no HCM, 2000).

2.5.2 Nível de Serviço em Calçadas Compartilhadas

A análise da operação compartilhada entre pedestres e ciclistas foi introduzida no HCM (2000), com base nos métodos holandeses como os apresentados por BOTMA (1995). O efeito sobre o nível de serviço para os pedestres decorrente da presença de ciclistas é avaliado pelo conceito de impedimento; considerando frequência de ultrapassagens e encontros entre pedestres e ciclistas.

A frequência de encontros (meetings), F_m , e a frequência de ultrapassagens (passings), F_p , são então calculadas em função do fluxo de bicicletas em direção oposta, ou na mesma direção respectivamente; e das velocidades médias dos pedestres e dos ciclistas na via.

$$F_p = Q_{sb} \left(1 - \frac{S_p}{S_b} \right)$$

$$F_m = Q_{ob} \left(1 + \frac{S_p}{S_b} \right)$$

F_p = número de eventos de ultrapassagem (eventos/h)
 F_m = número de eventos opostos (eventos/h)
 Q_{sb} = taxa de fluxo de bicicletas no mesmo sentido (bicicletas/h)
 Q_{ob} = taxa de fluxo de bicicletas no sentido oposto (bicicletas/h)
 S_p = velocidade média do pedestre na via (m/s)
 S_b = velocidade média da bicicleta na via (m/s)

A frequência total de eventos é então calculada considerando que encontros causando geralmente menos impedimento, devido ao contato visual.

$$F = F_p + 0.5 F_m$$

F = número total de eventos na via (eventos/h),
 F_p = número de eventos de ultrapassagens (eventos/h),
 F_m = número de eventos de encontro (eventos/h)

O HCM (2000) estima estas frequências considerando velocidade média dos pedestres de 1,5 m/s e velocidade média dos ciclistas de 6,0 m/s, com volume de bicicletas para via bidirecional (50/50). Propõe também uma tabela para cálculo do nível de serviço para uma via bidirecional com largura de 2,4 m:

Tabela 2-9 - Critério de NS para pedestres em caminhos compartilhados (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

Nível de Serviço Pedestres	Número de Eventos/h ^b	Volume de Bicycletas Correspondente por Direção ^c (bicycletas/h)
A	≤ 38	≤ 28
B	> 38-60	> 28-44
C	> 60-103	> 44-75
D	> 103-144	> 75-105
E	> 144-180	> 105-131
F	> 180	> 131

Notas:

a. Vía de 2,4m de largura

b. Um "evento" é uma bicycleta encontrar ou ultrapassar um pedestre

c. Assumindo divisão direcional de bicycletas de 50/50

2.5.3 Nível de Serviço em Áreas de Espera e Interseções

Novamente, o HCM (2000) baseia a avaliação do nível de serviço para os pedestres com base no conceito de na densidade de pedestres (ped/m²) ou espaço disponível (m²/ped) mas agora na espera.

Em áreas de espera, o nível de serviço para o pedestre é relacionado ao espaço disponível para cada pedestre e ao grau de mobilidade permitido:

Tabela 2-10 - - Critério de NS para áreas de espera de pedestres (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

Nível de serviço	Espaço (m ² /p)
A	> 1.2
B	> 0.9–1.2
C	> 0.6–0.9
D	> 0.3–0.6
E	> 0.2–0.3
F	≤ 0.2

As estimativas são baseadas nos conceitos e modelos de espaço-tempo usados por FRUIN (1990), que relacionam-se com as medidas de atraso dos pedestres e das dimensões físicas das áreas de espera e de travessia. Este procedimento está detalhado no Apêndice A, com base no HCM (2000).

Em interseções semaforizadas, o atraso médio sofrido pelo pedestre, calculado em função do tempo de verde efetivo para pedestres e comprimento do ciclo, é:

$$d_p = \frac{0.5(C - g)^2}{C}$$

d_p = atraso médio do pedestre
 g = tempo efetivo de verde (para pedestres)
 C = comprimento do ciclo

Há um critério específico de nível de serviço baseado no tempo de espera em interseções, observando que para tempos de espera maiores que 30seg, muitos pedestres assumem um comportamento de risco desobedecendo ao semáforo.

Tabela 2-11 - Critério de NS para pedestres em interseções semaforizadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

Nível de Serviço	Atraso do Pedestre (s/p)	Probabilidade de Desobediência
A	< 10	Low
B	≥ 10–20	Moderate
C	> 20–30	
D	> 30–40	
E	> 40–60	High
F	> 60	Very High

Em interseções não semaforizadas a oportunidade de travessia é função da brecha entre veículos. O atraso médio dos pedestres no HCM (2000) é avaliado por:

$$dp = \frac{1}{V} (e^{VTG} - VTG - 1)$$

dp = atraso médio de pedestres (s)
 v = taxa de fluxo veicular (veic/s)
 tG = grupo de brechas críticas

Tabela 2-12 - Critério de NS para pedestres em interseções não semaforizadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

Nível de Serviço	Atraso Médio / Pedestre (s)	Probabilidade de comportamento de Risco ^a
A	< 5	Low
B	≥ 5–10	Moderate
C	> 10–20	
D	> 20–30	
E	> 30–45	High
F	> 45	Very High

Nota:

a. Probabilidade a aceitar brechas curtas

Há novamente um critério específico de nível de serviço baseado no tempo de espera.

2.6 INFRA-ESTRUTURA PARA CICLISTAS

A primeira questão geral investigada diz respeito a identificar quais tipos de facilidades podem atender às necessidades dos ciclistas. A questão básica complementar é a definição de critérios que recomendam um ou outro tipo de facilidade. Ambas são discutidas a seguir.

Também para os ciclistas é importante conhecer o espaço requerido pelos ciclistas. O Manual de Ciclistas da AASHTO (1999) traz o seguinte gabarito da Figura 2-36.

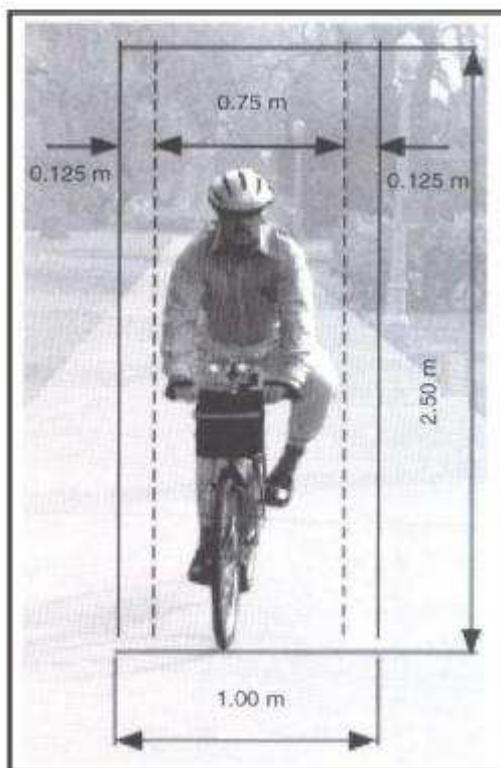


Figura 2-36 - Espaço necessário para ciclistas (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)

O Manual do DNIT (2010) reproduz a mesma figura.

2.6.1 Facilidades para Ciclistas ao Longo da Via

Estas são as facilidades que permitem o deslocamento dos ciclistas em trajetos compartilhados com o tráfego geral ou em trajetos paralelos ao alinhamento das vias que atendem o tráfego em geral. Via compartilhada é a tradução utilizada neste trabalho para o termo *shared roadway* encontrado na literatura estrangeira revisada, que freqüentemente refere-se ao uso compartilhado das vias com o tráfego geral. Caminho compartilhado é a tradução utilizada para a expressão *shared path*, também encontrada na literatura estrangeira revisada, para vias compartilhadas por pedestres e ciclistas. Esta terminologia encontra-se, particularmente, no Manual da AASHTO (1999). Desta forma, foram identificadas como facilidades as vias compartilhadas normais (sem sinalização), as ciclofaixas (faixas demarcadas como preferenciais ou exclusivas para os ciclistas), as calçadas compartilhadas (para pedestres e ciclistas) e as ciclovias (segregadas e exclusivas para ciclistas), além dos caminhos compartilhados para pedestres e ciclistas.

a) Acostamento e Acostamentos Compartilhados

No caso das rodovias, em especial, os acostamentos são o espaço destinados à circulação dos ciclistas, além da parada ou estacionamento de veículos em emergências. Na ausência de calçadas, são compartilhados com os pedestres.

b) Via Compartilhada

Segundo o Manual de Ciclistas da AASHTO (1999), bicicletas vão utilizar a via em todo lugar onde não são proibidas, daí a necessidade de promover práticas de projeto de segurança para ciclistas em todas as vias. A AASHTO subdivide as vias compartilhadas em vias compartilhadas e vias compartilhadas sinalizadas.

Como a maior parte das vias não foi projetada para acomodar ciclistas, algumas melhorias podem tornar o tráfego de ciclistas possível em determinadas vias, incluindo dispositivos de drenagem, juntas de expansão em pontes, superfícies homogêneas, distância de visibilidade adequada e temporização e detecção de semáforos respondendo a bicicletas. Também medidas mais caras, como melhoria no acostamento e faixas mais largas podem ser consideradas. Em certas vias, faixas mais largas à direita podem ser implantadas pela remarcação das faixas (sem necessidade de aumentar a largura da pista), com custo muito menor.

De forma similar, o Manual de Planejamento Ciclovitário do GEIPOT (2001) diz, de acordo com o CTB, art. 58, que “nas vias urbanas e nas rurais de pista dupla, a circulação de bicicletas deverá ocorrer onde não houver ciclovia, ciclofaixa ou acostamento, ou quando não for possível a utilização desses, nos bordos da pista de rolamento, no mesmo sentido de circulação regulamentado para a via, com preferência sobre os veículos automotores.”

c) Ciclofaixa

Ciclofaixas são faixas demarcadas nas vias para uso exclusivo de ciclistas. Tanto o Manual de Ciclistas da AASHTO (1999) quanto do GEIPOT (2001) recomendam que as ciclofaixas devem ser dispositivos unidirecionais, com as bicicletas trafegando no mesmo sentido dos veículos. A AASHTO (1999) diz ainda que devem ser colocada do lado direito da via, pois ciclofaixas do lado esquerdo não são familiares e são inesperadas para os motoristas, devendo ser apenas consideradas quando a ciclofaixa à esquerda reduzirá um número considerável de conflitos. O GEIPOT (2001) também recomenda que as ciclofaixas sejam do lado direito da via, ressaltando que de acordo com o CTB, art. 59, “a autoridade de trânsito com circunscrição sobre a via poderá autorizar a circulação de bicicletas em sentido contrário ao fluxo de veículos automotores, desde que dotado o trecho com ciclofaixa”.

d) Ciclovia

O Manual da AASHTO (1999) não utiliza o termo específico ciclovia, porém a maioria das considerações utilizadas para ciclistas em caminhos compartilhados entre pedestres e ciclistas

(*shared use paths*) aplica-se a ciclovias (exclusivas para ciclistas) e foram, portanto, considerados como válidas para ciclovias neste trabalho.

A ciclovia, sendo uma estrutura totalmente segregada do tráfego motorizado, é o dispositivo que apresenta o maior nível de segurança e conforto aos ciclistas. Portanto, a ciclovia distingue-se pela segregação, sendo assim classificada mesmo quando paralela às faixas destinadas ao tráfego geral (caso contrário seriam caminhos para ciclistas, fora do escopo deste trabalho).

Segundo o GEIPOT (2001), os altos custos e necessidade de bastante espaço impedem o uso em maior escala. Diz ainda que a ciclovia deve ser separada da pista de rolamento por um terrapleno com no mínimo 0,20m de largura, sendo habitualmente mais elevada do que a pista de veículos motorizados.

e) Caminhos e Calçadas Compartilhadas

Esse dispositivo é totalmente segregado do tráfego de veículos, porém o uso pode ser compartilhado com outros usuários, pedestres, skatistas, entre outros. Quando paralela à via de tráfego geral, pode ser posicionada na área originalmente destinada à calçada, configurando uma calçada compartilhada com ciclistas.

Nada impede, no entanto, que os caminhos compartilhados entre pedestres e ciclistas ocupem outras áreas adjacentes à via (ou não), mantendo-se (ou não) o uso pelos pedestres da área originalmente destinada às calçadas.

O Manual do GEIPOT (2001) não discute estas opções em detalhe.

f) Seleção do tipo de infra-estrutura para ciclistas

Métodos de opção por segregação ou compartilhamento de vias de ciclistas foram encontrados no manual de London, e no relatório FHWA-RD-92-073 (*Selecting Roadway Design Treatments to Accommodate Bicycles*, FHWA, 1992).

O relatório da FHWA é um guia para que tipo de dispositivo utilizar, de acordo com: volume de tráfego; velocidade operacional média dos veículos; tráfego misto de automóveis, caminhões, ônibus e/ou veículos recreacionais; estacionamento na via; distância de visibilidade; número de interseções. Para isso é caracterizado o ciclista de projeto, conforme segue:

Grupo A: ciclistas experientes (melhor acomodados em vias de uso compartilhado com faixas mais largas ou acostamento pavimentado);

Grupo B/C: ciclistas comuns / crianças (necessário identificar vias alternativas, arteriais e coletoras, e prover dispositivos para ciclistas nessas vias).

Os dispositivos são divididos em: vias compartilhadas (sl); vias compartilhadas com faixas mais largas, 4,2m (wc); ciclofaixa (bl); acostamento (sh) e ciclovia. As Tabelas 2-13 e 2-14 reproduzem as tabelas desenvolvidas pelo estudo em questão.

Tabela 2-13 - - Critério americano de seleção de infra-estrutura para ciclistas no meio urbano (Fonte: Selecting Roadway Design Treatments to Accommodate Bicycles, FHWA, 1992)

Ciclista A		Urbano			Ciclista B / C		Urbano		
		< 2000	2000-10000	> 10000			< 2000	2000-10000	> 10000
Velocidade média de operação	< 30 mi/h	sl / 3,6m com visibilidade inadequada wc / 4,2m com estacionamento wc / 4,2m	sl / 3,6m com veic pesados wc / 4,2m com visibilidade inadequada wc / 4,2m com estacionamento wc / 4,2m	wc / 4,2m com estacion. E veic. pesados wc / 4,6m		< 30 mi/h	wc / 4,2m	wc / 4,2m	bl / 1,5m
	30-40mi/h	wc / 4,2m com visibilidade inadequada wc 4,6m	wc / 4,2m com veic pesados wc / 4,6m com visibilidade inadequada wc / 4,6m	wc / 4,2m com veic pesados wc / 4,6m com visibilidade inadequada wc / 4,6m com estacionamento wc / 4,6m		30-40mi/h	bl / 1,5m	bl / 1,5m com veic pesados bl / 1,8m	bl / 1,5m com veic pesados bl / 1,8m com estacionamento bl / 1,8m
	41-50mi/h	wc / 4,6m	wc / 4,6m com visibilidade inadequada sh / 1,8m com estacion. e veic pesados wc / 4,9m com estacion. e visib. inadequada wc / 4,9m	wc / 4,6m com visibilidade inadequada sh / 1,8m com estacion. e veic pesados wc / 4,9m com estacion. e visib. inadequada wc / 4,9m		41-50mi/h	bl / 1,5m com estacionamento bl / 1,8m	bl / 1,8m	bl / 1,8m
	>50mi/h	sh / 1,8m com estacionamento não aplicável	sh / 1,8m com estacionamento não aplicável	sh / 1,8m com estacionamento não aplicável		>50mi/h	bl / 1,8m com estacionamento não aplicável	bl / 1,8m com estacionamento não aplicável	bl / 1,8m com estacionamento não aplicável

Tabela 2-14 - - Critério americano de seleção de infra-estrutura para ciclistas no meio rural (Fonte: Selecting Roadway Design Treatments to Accommodate Bicycles, FHWA, 1992)

Ciclista A		Rural			Ciclista B / C		Rural		
		< 2000	2000-10000	> 10000			< 2000	2000-10000	> 10000
Velocidade média de operação	< 30 mi/h	sl / 3,6m com visibilidade inadequada wc / 4,2m	sl / 3,6m com veic pesados wc / 4,2m com visibilidade inadequada wc 4,2m	wc / 4,2m com visibilidade inadequada sh / 1,2m		< 30 mi/h	sh / 1,2m	sh / 1,2m	sh / 1,2m
	30-40mi/h	wc / 4,2m com visibilidade inadequada sh / 1,2m	wc / 4,2m com veic pesados wc / 4,6m com visibilidade inadequada sh / 1,2m	sh / 1,2m		30-40mi/h	sh / 1,2m	sh / 1,2m com veic pesados sh / 1,8m	sh / 1,8m
	41-50mi/h	sh / 1,2m	sh / 1,8m	sh / 1,8m		41-50mi/h	sh / 1,8m	sh / 1,8m	sh / 1,8m
	>50mi/h	sh / 1,2m com veic. pesados sh / 1,8m	sh / 1,8m	sh / 1,8m		>50mi/h	sh / 1,8m	sh / 2,4m	sh / 2,4m

Os critérios acima mencionados não tiveram ampla aplicação, sequer na prática americana.

Internacionalmente, existem critérios mais aplicados que remontam a tradição holandesa. Por exemplo, os critérios ingleses (como os apresentados no *London Cycling Design Standards*, 2005) recomendam o dispositivo em função do AADT e da velocidade média de operação, conforme a Tabela 2-15.

Tabela 2-15 - Critério inglês de seleção de infra-estrutura para ciclistas no meio urbano (Fonte: London Cycling Design Standards, 2005)

		VDM Anual				
		< 1500	1500-3000	3000-8000	8000-10000	> 10000
Velocidade média de Operação	< 20 mi/h			Ciclofaixas podem ser apropriadas	Ciclofaixas	Ciclofaixas ou ciclovias
	20-30 mi/h			Ciclofaixas podem ser apropriadas	Ciclofaixas	Ciclofaixas ou ciclovias
	30-40 mi/h		Ciclofaixas ou ciclovias	Ciclofaixas ou ciclovias	Ciclofaixas ou ciclovias	Ciclofaixas ou ciclovias
	> 40 mi/h	Ciclofaixas ou ciclovias	Ciclofaixas ou ciclovias	Ciclovias	Ciclovias	Ciclovias

Neste caso, uma série de critérios complementares também ponderam outros aspectos (como a presença de veículos pesados).

2.6.1 Facilidades para Interseções e Travessias com Ciclistas

Estas são as facilidades que permitem o percurso dos ciclistas em interseções (normalmente compartilhando o espaço com o tráfego geral) ou o deslocamento dos ciclistas em trajetos transversais ao alinhamento das vias que atendem o tráfego em geral (normalmente compartilhando o espaço com os pedestres). Foram identificados os tratamentos em interseções sem semáforo ou com semáforo e os tratamentos em travessias compartilhadas.

A discussão destes tratamentos não será feita aqui porque normalmente deve ponderar aspectos específicos do tipo de infra-estrutura adotada ao longo da via (notadamente a circulação compartilhada com o tráfego geral ou segregada dos veículos). Sua discussão será feita, por este motivo, junto com os aspectos de projeto detalhado de cada tipo de elemento.

2.7 PARÂMETROS DE PROJETO PARA CICLISTAS

A seguir, serão coletadas as recomendações necessárias para o projeto detalhados dos dispositivos destinados a prover uma infra-estrutura adequada aos ciclistas. A apresentação está estruturada por tipo de infra-estrutura. Para vias compartilhadas foi identificado um único aspecto: largura da via. Para ciclofaixas foram identificados os seguintes aspectos: largura de faixa, e tratamento em interseções (os demais aspectos são determinados pelo delineamento da via que serve ao tráfego geral). Para ciclovias, foram identificados os seguintes aspectos: velocidade de projeto, distância de visibilidade, largura da via, desobstrução lateral, alinhamento horizontal, alinhamento vertical, e tratamento de interseções. Para caminhos compartilhados, foram identificados os seguintes aspectos: largura da via e tratamento de travessias.

2.7.1 Via Compartilhada

a) Largura

A largura necessária para acomodar veículos e bicicletas numa mesma faixa pode ser alcançada providenciando faixas mais largas ou acostamentos pavimentados.

De acordo com a AASHTO (1999), a largura do acostamento que será utilizado por ciclistas deve ser no mínimo 1,20m, sendo recomendado 1,50m se há barreiras e/ou interferências laterais. O TAC (1999) sugere um acostamento pavimentado de 1,50m a 3,0m.

A largura mínima recomendada pela AASHTO (1999) para a faixa de tráfego da direita, quando há tráfego compartilhado, é 3,60m, sendo em geral recomendado 4,20m. Quando há maior quantidade de manobras de ciclistas, presença de dispositivos de drenagem e/ou o estacionamento é permitido na via, é preferível adotar 4,50m. O TAC (1999) traz uma tabela (Tabela 2-16) relacionando a largura recomendada de acordo com o volume de tráfego (*AADT* – *Annual Average Daily Traffic*). Para AADT de 0 a 3000 faixas de 4,0 a 4,30m podem ser adotadas. Já para volumes de tráfego maiores, recomenda-se faixas mais largas, 4,50m para AADT de até 6000 e 4,80m para AADT maior que 6000.

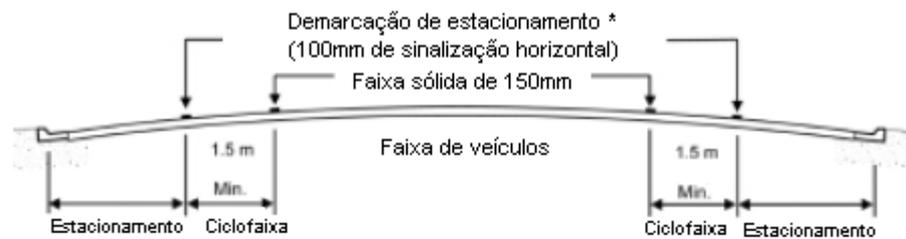
Tabela 2-16 - - Largura recomendada da faixa de tráfego compartilhado de acordo com AADT (Fonte: Geometric Design Guide for Canadian Roads, TAC, 1999)

Ciclovias e Faixa compartilhada a direita (arterial)	
AADT 0-1000	Faixa padrão - 4,0m
AADT 1000-3000	Faixa padrão - 4,3m
AADT 3000-6000	4,0-4,5m
AADT > 6000	4,3-4,8m

2.7.2 Ciclofaixa

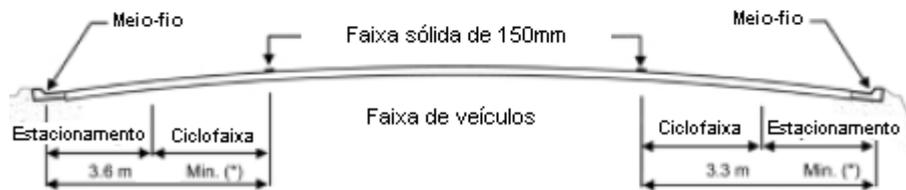
a) Largura

Segundo a AASHTO (1999), ciclofaixas unidirecionais, com estacionamento proibido, a largura recomendada é 1,50m do meio fio à demarcação, sobrando um mínimo de 0,90m para o ciclista. Se não houver meio fio e sarjeta, a largura mínima passa a ser 1,20m. Se o estacionamento é permitido, a ciclofaixa deve estar entre a faixa de estacionamento e o fluxo veicular, com largura mínima de 1,50m. Onde o estacionamento é permitido, mas não demarcado, a área compartilhada deve ser 3,30m sem meio fio e 3,60 com meio fio. Ainda se o volume de estacionamento é substancial, ou a quantidade de manobras alta, uma largura adicional de 0,30 ou 0,60m é desejável. Ciclofaixas bidirecionais não são recomendadas quando resultam em ciclistas trafegando contra os veículos. A Figura 2-37 ilustra essas situações.



* A sinalização horizontal opcional é aconselhável onde o estacionamento é baixo, contudo os motorista podem confundir a ciclofaixa com a via

(1) Estacionamento na via

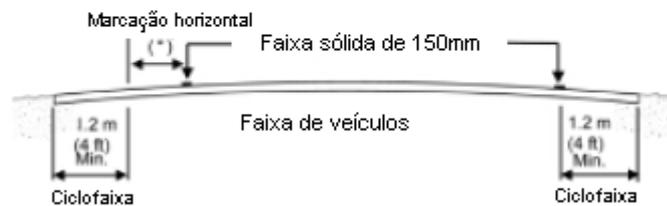


* 3,9m é recomendado onde tem um volume substancial de estacionamento ou a quantidade de manobras é grande

(2) Estacionamento permitido sem sinalização horizontal ou barreira



(3) Estacionamento proibido



* Mínimo de 1,2m, se existirem marcações horizontais

(4) Via típica em áreas afastadas com estacionamento protegido

Figura 2-37 - Seções transversais típicas de ciclofaixas (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)

O GEIPOT (2001), de forma similar, recomenda para ciclofaixas unidirecionais, usualmente, 1,40m, sendo: 1,20m (interna) + 0,20m (meio fio), sendo muitas vezes, necessário 1,80m, sendo: 1,20m (interna) + 0,40m (zebrado) + 0,20m (meio fio). Quando há estacionamento a ciclofaixa deve estar entre a faixa de estacionamento e a de tráfego, com largura de 2,0m. Ciclofaixas bidirecionais não são recomendadas.

b) Tratamentos nas interseções

As interseções são locais que devem ser tratados com bastante cuidado, pois o número de conflitos entre ciclistas e veículos é grande.

Segundo a AASHTO (1999), na maioria dos casos, a ciclofaixa não deve continuar em interseções. Quando necessário alguns detalhes devem ser observados. A Figura 2-38 ilustra algumas situações.

Em interseções semaforizadas com conversão à direita de veículos, a linha sólida na aproximação deve ser substituída por uma linha seccionada (0,60m o traço e 1,80m o espaçamento)., sendo o comprimento da linha seccionada usualmente de 15m a 60m. A ciclofaixa não deve ser colocada em faixas de pedestres. Se não houver faixa de pedestres, a linha da ciclofaixa deve parar antes da interseção e continuar logo após.

Em interseções não sinalizadas, como o volume de conversões à direita é usualmente baixo, a faixa sólida pode continuar por todo o cruzamento. Entretanto, se houver ponto de ônibus, a faixa sólida de 150mm deve ser substituída por uma seccionada com 0,60m o traço e 1,80m o espaçamento, pelo comprimento do ponto de ônibus.

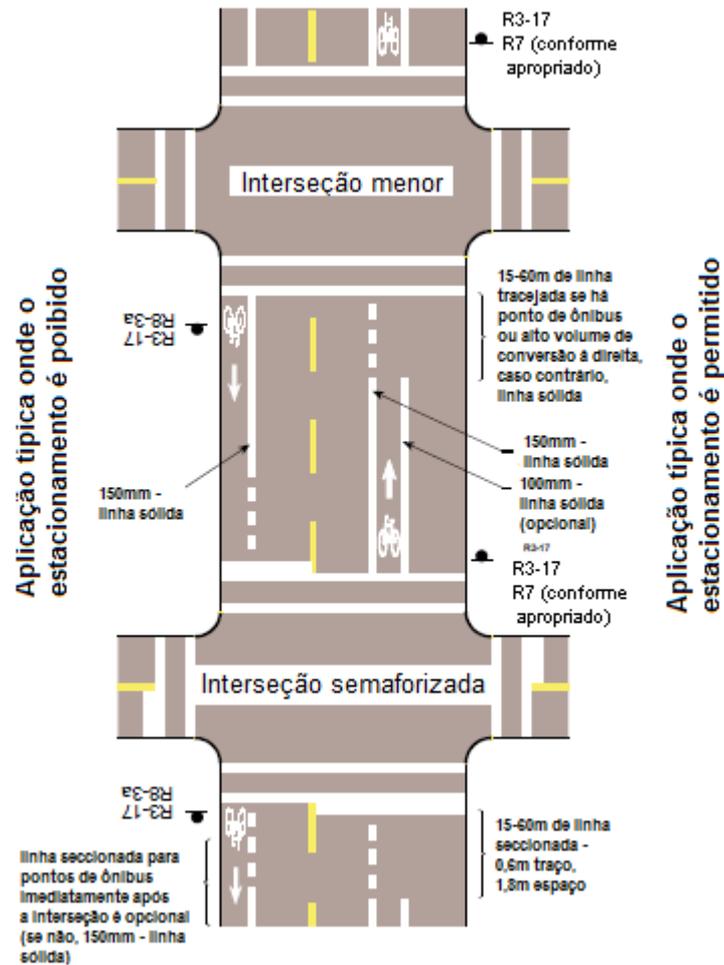


Figura 2-38 - Sinalização horizontal típica para ciclofaixas em vias de duas mãos (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)

Em interseções T sem faixa de pedestres, a linha sólida deve continuar sem interrupção na face oposta. Se houver faixa de pedestres pintadas, a faixa na face oposta deve ser interrompida apenas nas travessias, como mostra a Figura 2-39.

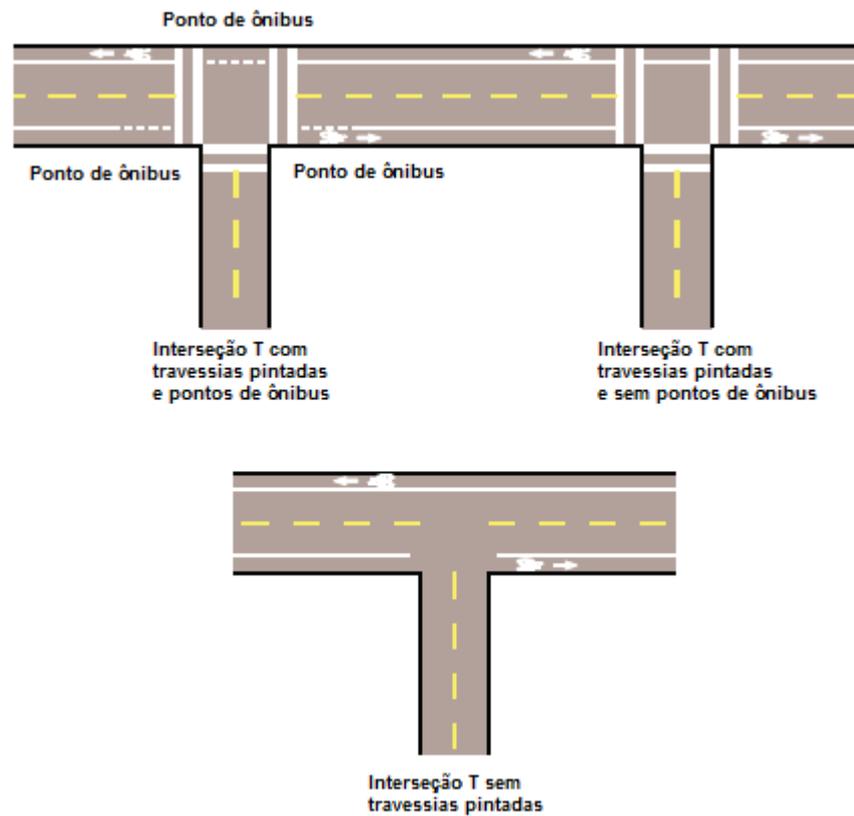
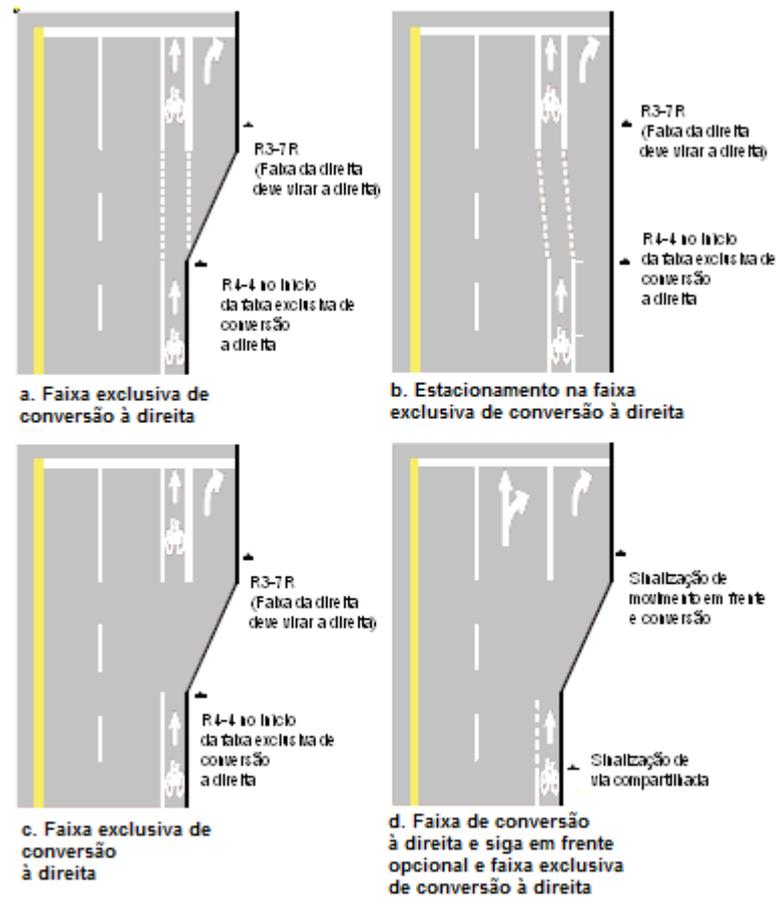


Figura 2-39 - Sinalização horizontal típica em interseções T (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)

Para faixas de conversão à direita e à esquerda, configurações de sinalização que encorajam o entrelaçamento antes do cruzamento são desejáveis. O mesmo é válido para motoristas virando à esquerda, em menor grau, quando também é possível realizar o movimento com a travessia de pedestres posterior ao cruzamento, como mostrado na Figura 2-40. Orientações gerais para marcação no pavimento seguem o MUTCD. Em interseções com alargamento para acomodar faixas exclusivas de conversão à esquerda e à direita, na falta de espaço para a ciclofaixa, ela deve ser interrompida e o ciclista mesclado com o fluxo de veículos, como na Figura 2-41.



Nota: A faixa seccionada em a e b é opcional (ver c)

Figura 2-40 - Ciclofaixas em aproximações de faixas de conversão à direita (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)

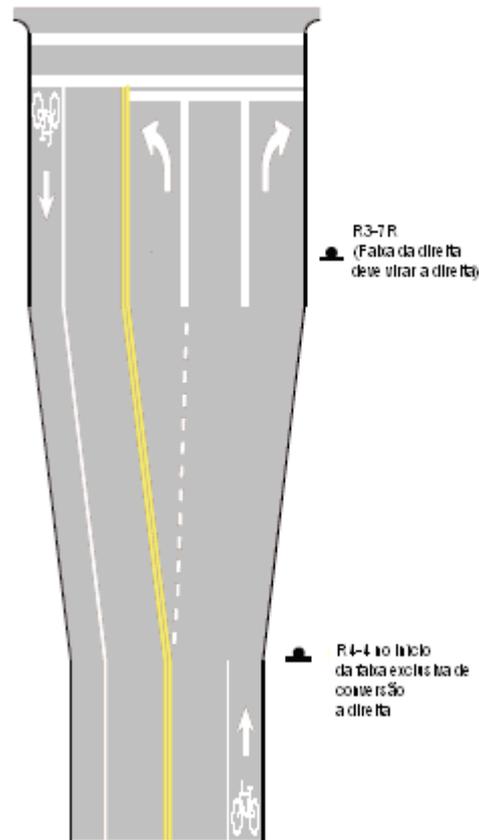


Figura 2-41 - Ciclofaixa em aproximação de interseção com alargamento (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 2004)

O GEIPOT (2001) recomenda, para circulação compartilhada nos cruzamentos, o uso de canalização dos ciclistas onde a área lateral na via é mínima ou há opção por retirar espaço da via destinada ao tráfego geral para se criar ilhas direcionais para os ciclistas.

Princípios Básicos:

- a. Diminuição da largura das faixas de tráfego. Em vias de 12m: 2 faixas de 3 m, uma de 3,50m, ilha de 1m e ciclofaixa canalizada de 1,5m. Onde uma das faixas é usada para estacionamento sua largura pode ter 2m, e a primeira faixa pode passar a ter 4m (as demais 3m);
- b. Aumento no raio de giro na esquina da via, com mínimo de 10m;

- c. Pintura de faixa vermelha, em cruzamentos de ciclovias com faixas de pedestres. Pintura de bicicletas no solo para orientar ciclistas e motoristas; eventualmente pode se estender a pintura de solo na ciclofaixa percorrendo a área interna do cruzamento;
- d. No caso de estacionamento permitido, pode ser conveniente o uso de avanço de calçada nas esquinas dos cruzamentos adjacentes à ciclofaixa;
- e. Implantação de área de retenção privilegiada para bicicletas à frente da faixa de retenção dos veículos motorizados, com extensão de 3m (estaria implícita a existência de semáforo; eventualmente com estágio exclusivo para conversões à esquerda dos ciclistas).

Em aproximações de cruzamentos, a GEIPOT (2001) reproduz arranjos esquemáticos do documento *Bikeway Planning and Design, California State Department of Transportation – Highway Design Manual (HDM)*.

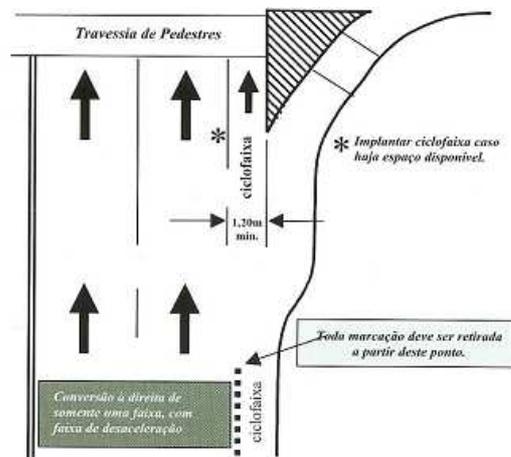


Figura 2-42 - Ciclofaixas em aproximações de cruzamentos (Fonte: Bikeway Planning and Design, California State Department of Transportation – Highway Design Manual, HDM. Apud: Manual de Planejamento Ciclovário, GEIPOT, 2001)

1 - Conversão à direita de somente uma faixa, com faixa de desaceleração

- a. Sem deslocamento da trajetória da ciclofaixa;

- b. Interrupção das marcas no pavimento, para que os veículos possam acessar a faixa de desaceleração para realizar conversão para via à direita da via principal;
- c. É exigível, para a ciclofaixa, na área imediatamente anterior a faixa de retenção, que ela tenha 1,20m de largura.

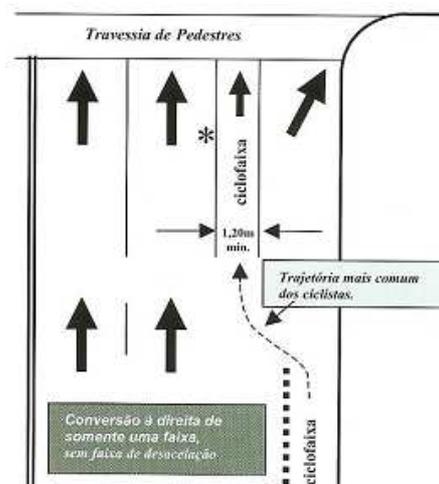


Figura 2-43 - Ciclofaixas em aproximações de cruzamentos (Fonte: Bikeway Planning and Design, California State Department of Transportation – Highway Design Manual, HDM. Apud: Manual de Planejamento Cicloviário, GEIPOT, 2001)

2 - Conversão à direita de somente uma faixa, sem faixa de desaceleração

- a. Troca de posição entre a ciclofaixa e a faixa de veículos motorizados;
- b. Necessário sobrelargura na faixa da direita do tráfego motorizado.

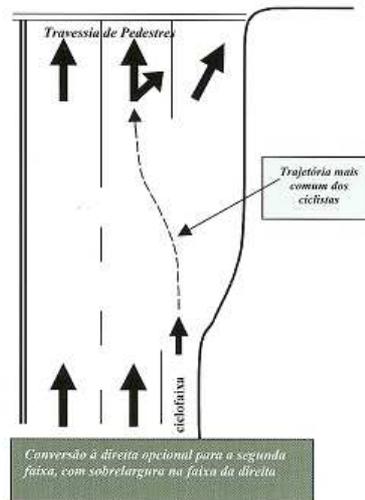


Figura 2-44 - Ciclofaixas em aproximações de cruzamentos (Fonte: Bikeway Planning and Design, California State Department of Transportation – Highway Design Manual, HDM. Apud: Manual de Planejamento Ciclovário, GEIPOT, 2001)

3 - Conversão à direita opcional para a segunda faixa, com sobrelargura na faixa da direita

- a. Os ciclistas não tem uma ciclofaixa antes da faixa de retenção;
- b. Estocagem dos ciclistas deve ocorrer na segunda faixa, obrigando-os a trocar de posição com os motoristas que pretendem realizar conversão à direita.

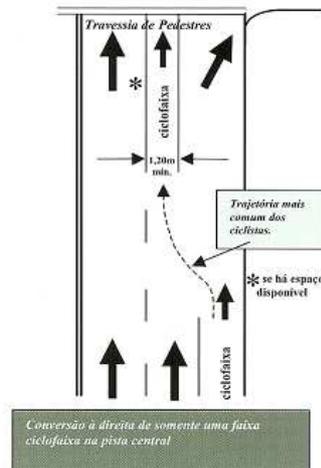


Figura 2-45 - Ciclofaixas em aproximações de cruzamentos (Fonte: Bikeway Planning and Design, California State Department of Transportation – Highway Design Manual, HDM. Apud: Manual de Planejamento Cicloviário, GEIPOT, 2001)

IV - Conversão à direita de somente uma faixa ciclofaixa na pista central

- a. Similar ao II, com menos espaço e menor número de faixas.

2.7.3 Ciclovía

- a) Velocidade de Projeto

Segundo a AASHTO (1999), a velocidade de projeto depende de diversos fatores: tipo e condição da bicicleta; o motivo da viagem; a condição, localização e grade do caminho; a velocidade e direção do vento; número e tipo de usuários do caminho e das condições físicas dos ciclistas. Em geral, a velocidade mínima que deve ser usada é 30km/h; quando um declive excede 4%, ou onde há ventos fortes, 50kmh ou mais é aconselhável. Em vias não

pavimentadas, pode ser usada uma velocidade menor, de 25km/h; com declives ou presença de vento forte, 40 km/h.

O GEIPOT (2001) não discute velocidade de projeto e o TAC (1999) traz os mesmos valores da AASHTO (1999).

b) Distância de Visibilidade

A distância de visibilidade para o ciclista deve ser calculada de acordo com a velocidade de projeto e grade considerando um tempo de ação e reação de 2,5seg e coeficiente de atrito de 0,25, de acordo com a AASHTO (1999).

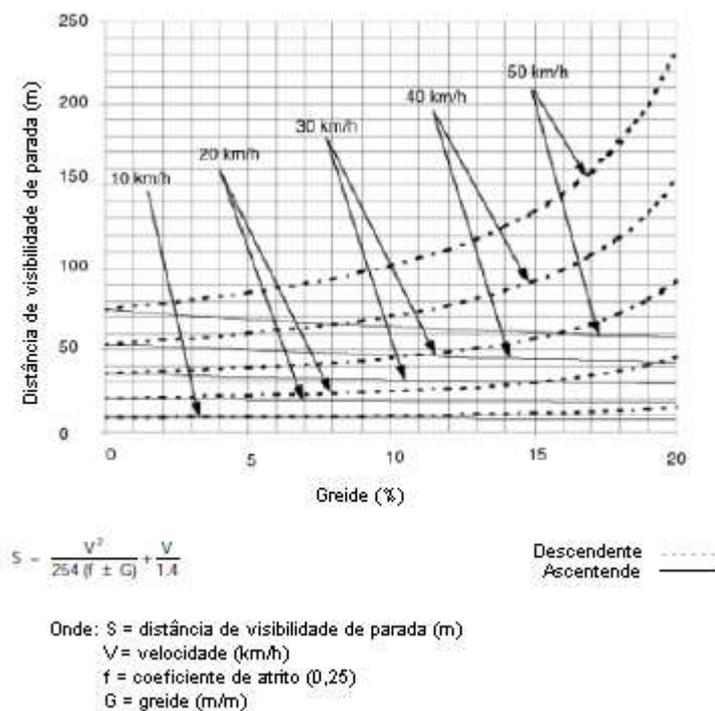


Figura 2-46 - Distância de visibilidade para cicloviarias (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 2004)

O GEIPOT (2001) não discute distância de visibilidade e o TAC (1999) traz os mesmos valores da AASHTO (1999).

c) Largura

Segundo a AASHTO (1999), ciclovias unidirecionais devem ter uma largura mínima de 1,80m. Para ciclovias bidirecionais, na maioria das condições, a largura recomendada é 3,0m. Raramente, 2,40m aceitável quando tráfego de bicicletas é baixo, bom alinhamento vertical e horizontal. Em certas circunstâncias pode ser necessário aumentar a largura para 3,60m ou 4,20m devido ao grande volume de ciclistas.

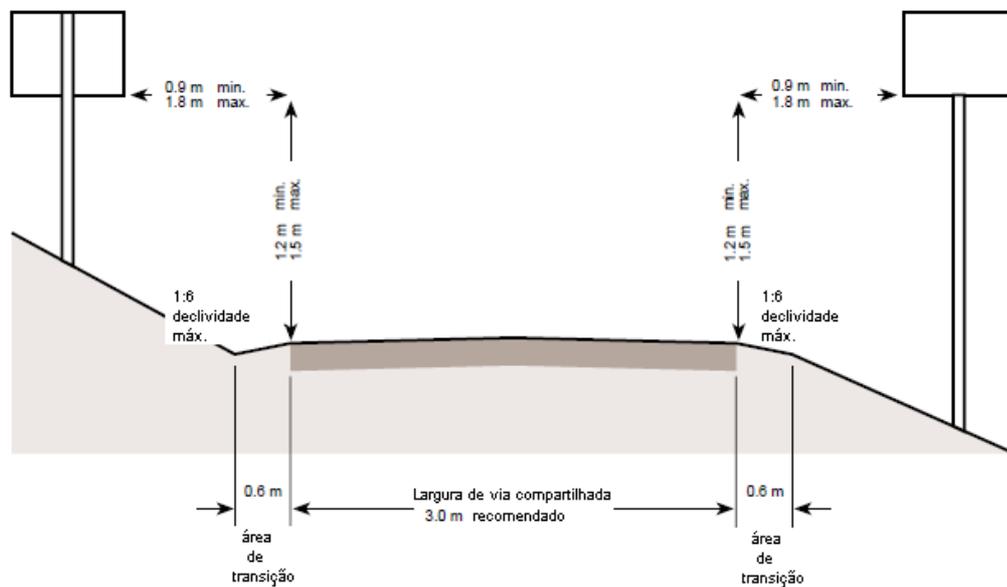


Figura 2-47 - Seção transversal de caminho compartilhado bidirecional (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)

O Manual do GEIPOT (2001) diz que ciclovias unidirecionais são pouco utilizadas no Brasil. Países como França e Holanda adotam 2,0m, acrescentando 0,50m, se o desnível lateral é maior que 0,10m, acrescentando 0,25m se houver arborização lateral. O Manual traz ainda uma tabela que relaciona a largura da ciclovia unidirecional com o fluxo de bicicletas:

Tráfego horário (bicicletas por hora)	Largura efetiva
(1) Até 1.000	de 2,00 a 2,50 m
(2) De 1.000 a 2.500	de 2,50 a 3,00 m
(3) De 2.500 a 5.000	de 3,00 a 4,00 m
(4) Mais de 5.000	De 4,00 a 6,00 m

Tabela 2-17 - Largura efetiva de ciclovia unidirecional de acordo com o tráfego horário de bicicletas (Fonte: Manual de Planejamento Ciclovitário, GEIPOT, 2001)

Para ciclovias bidirecionais, a largura ideal é 3,0m, sendo um mínimo de 2,50m aceitável (devendo-se acrescentar 0,50m se o desnível for maior que 0,10m). Traz também uma tabela de largura recomendada de acordo com o fluxo de bicicletas:

Tráfego horário (bicicletas por hora)	Largura efetiva
(1) Até 1.000	de 2,50 a 3,00 m
(2) De 1.000 a 2.500	de 3,00 a 4,00 m
(3) De 2.500 a 5.000	de 4,00 a 6,00 m
(4) Mais de 5.000	> 6,00 m

Tabela 2-18 - Largura efetiva de ciclovia unidirecional de acordo com o tráfego horário de bicicletas (Fonte: Manual de Planejamento Ciclovitário, GEIPOT, 2001)

O TAC (1999), muito semelhante ao americano (AASHTO, 1999), recomenda 1,50m a 2,0m para ciclovias unidirecionais e 2,50m a 3,0m para ciclovias bidirecionais.

d) Desobstrução Lateral

A AASHTO (1999) diz que uma área de no mínimo 0,6m e declividade máxima 1:6 deve ser mantida de cada lado do caminho, porém, 0,9 ou mais é desejável para manter o caminho afastado de árvores, postes, paredes, cercas, *guardrails* ou qualquer outra obstrução lateral. Onde o caminho é adjacente a canais, valas ou morros muito acentuados (1:3) uma largura maior deve ser considerada. Uma separação mínima de 1,5m do caminho até o topo do declive é desejável. Dependendo da altura do aterro e de sua condição, uma barreira física pode ser necessária. A desobstrução vertical deve ser no mínimo de 2,5m. Porém pode ser necessário que seja maior para permitir a passagem de veículos de manutenção e emergência. Em passagens subterrâneas e túneis, 3,0m é adequado (Figura 2-22, anterior).

O GEIPOT (2001) não discute e o TAC (1999) traz a seguinte tabela:

Tabela 2-19 - Desobstrução lateral (Fonte: Geometric Design Guide for Canadian Roads, TAC, 1999)

Elemento	Projeto
Desobstrução horizontal	0,6 – 1,0
Desobstrução vertical	2,5 – 3,6
Altura do parapeito	1,4 – 1,8
Nota: a) Medido da borda do caminho até a face da obstrução	

e) Alinhamento Horizontal

i. Raio de curva

De acordo com a AASHTO (1999), o cálculo do raio de curva leva em conta um coeficiente de fricção selecionado baseado no ponto em que a força centrífuga causa desconforto e ação instintiva de evitar altas velocidades ao ciclista.. O limite de contato dos pedais com o solo varia entre modelos de bicicletas, mas é algo em torno de 25°. Porém, geralmente ciclistas não gostam de se inclinar tanto e aceitam como ângulos de tombamento máximos 15° – 20°. Assumindo que o ciclista está reto na bicicleta, o raio de curva pode ser calculado da seguinte maneira:

Para unidades métricas:

$$R = \frac{0.0079 V^2}{\tan \theta}$$

Onde:

R = Raio mínimo de curvatura (m)

V = Velocidade de projeto (km/h)

θ = Ângulo de inclinação a partir da vertical (graus)

Quando o ângulo do pedal chega próximo de 20°, o raio se torna função da superelevação, do coeficiente de atrito entre os pneus da bicicleta e o pavimento e da velocidade:

Para unidades métricas:

$$R = \frac{V^2}{127 \left(\frac{e}{100} + f \right)}$$

Onde:

R = Raio mínimo de curvatura (m)

V = Velocidade de projeto (km/h)

e = Taxa de superelevação da bicicleta (%)

f = Coeficiente de atrito

A superelevação máxima é de 3% para atender ADA (*American with Disability Act*); neste caso a distância mínima entre duas curvas reversas deve ser 7,50m.

O coeficiente de atrito depende da velocidade; tipo, rugosidade e condição da superfície; tipo e condição do pneu; e se a superfície está molhada ou seca. Sendo a seguinte condição implícita: $f = \min\{\tan\theta, \mu_{\text{máx}}\}$, as tabelas mostram raios de curva mínimos, em função da velocidade:

Tabela 2-20 - Raio mínimo desejável para ciclovias pavimentadas baseado em ângulo de tombamento de 15o (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)

Velocidade de Projeto (V)		Raio mínimo (R)	
km/h	(mph)	m	(ft)
20	(12)	12	(36)
30	(20)	27	(100)
40	(25)	47	(156)
50	(30)	74	(225)

Tabela 2-21 - Raio mínimo desejável para ciclovias pavimentadas baseado em superelevação de 2% e ângulo de tombamento de 20o (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)

Velocidade de Projeto (V)		Fator de atrito (f) (superfície pavimentada)	Raio mínimo (R)	
km/h	(mph)		m	(ft)
20	(12)	0.31	10	(30)
30	(20)	0.28	24	(90)
40	(25)	0.25	47	(155)
50	(30)	0.21	86	(260)

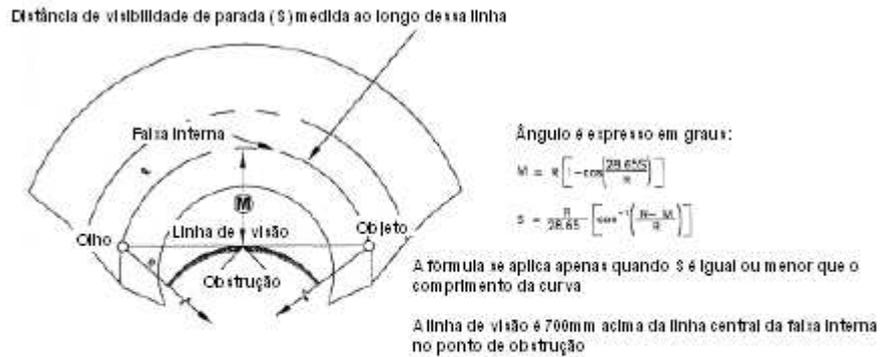
O GEIPOT (2001) diz muito pouco sobre raio de curva. Apenas que deve ser o mesmo da rodovias que a ciclovias margeia, e que para reduzir a velocidade dos ciclistas nas aproximações de cruzamentos: 3,00 a 5,00m, com placas de sinalização adequadas.

O TAC (1999) utiliza os mesmos coeficientes de atrito utilizados para gerar as tabelas acima, variando de 0,3 a 25 km/h a 0,22 a 50 km/h. Para projeto de superfícies não pavimentadas, o coeficiente de atrito é reduzido em 50%. Diz ainda que para a maioria das condições a superelevação varia de um mínimo de 0,02 a 0,05m/m.

- ii. O afastamento lateral mínimo para curvas horizontais, em função da distância de visibilidade e raio da curva

A AASHTO (1999) traz ainda o modo de calcular e uma tabela com o afastamento lateral mínimo para curvas horizontais, em função da distância de visibilidade e raio da curva.

Tabela 2-22 - - Afastamento lateral mínimo para curvas horizontais, em função da distância de visibilidade e raio da curva (Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)



Para unidades métricas:

- S = Distância de visibilidade de parada (m)
- R = Raio da linha central da falsa (m)
- M = Distância da linha central da falsa para a obstrução (m)

R (m)	S = Distância de visibilidade de parada (m)																		
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
10	1.2	2.7	4.6	6.8	9.3														
15	0.8	1.8	3.2	4.9	6.9	9.1	11	14											
20	0.6	1.4	2.4	3.8	5.4	7.2	9.2	11	14	16	19								
25	0.5	1.1	2	3.1	4.4	5.9	7.6	9.6	11	14	16	18	21	23					
50	0.3	0.6	1	1.6	2.2	3	3.9	5	6.1	7.4	8.7	10	12	13	15	17	19	21	23
75	0.2	0.4	0.7	1	1.5	2	2.7	3.4	4.1	5	5.9	6.9	8	9.2	10	12	13	15	16
100	0.1	0.3	0.5	0.8	1.1	1.5	2	2.5	3.1	3.8	4.5	5.2	6.1	7	7.9	8.9	10	11	12
125	0.1	0.2	0.4	0.6	0.9	1.2	1.6	2	2.5	3	3.6	4.2	4.9	5.6	6.3	7.2	8	8.9	9.9
150		0.2	0.3	0.5	0.7	1	1.3	1.7	2.1	2.5	3	3.5	4.1	4.7	5.3	6	6.7	7.5	8.3
175		0.2	0.3	0.4	0.6	0.9	1.1	1.4	1.8	2.2	2.6	3	3.5	4	4.6	5.1	5.8	6.4	7.1
200		0.1	0.3	0.4	0.6	0.8	1	1.3	1.6	1.9	2.2	2.6	3.1	3.5	4	4.5	5	5.6	6.2
225		0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2	2.3	2.7	3.1	3.5	4	4.5	5	5.5
250		0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8	1	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.8	3.2	3.6	4	4.5	5
275		0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5
300			0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	1	1.3	1.5	1.8	2	2.3	2.7	3	3.4	3.8	4.2

f) Alinhamento Vertical

i. Grade

A AASHTO (1999) diz que o grade deve ser mínimo, e grades maiores de 5% são indesejáveis pois é difícil para alguns ciclistas subir e na descida pode levar alguns ciclistas a desenvolver altas velocidade. Caso seja necessário devido a condições do terreno:

Tabela 2-23 - - Grades maiores que 5%
(Fonte: Guide for Development of Bicycle Facilities, AASHTO, 1999)

5-6%	maior que 240 m
7%	maior que 120 m
8%	maior que 90 m
9%	maior que 60 m
10%	maior que 30 m
11+%	maior que 15 m

Quando utilizar um grade mais elevado, acrescentar 1,20 a 1,80m de largura, para permitir que ciclistas mais lentos andem desmontados.

O GEIPOT (2001) da mesma forma diz que é importante buscar atenuar as rampas, observando-se as relações apresentadas na Figura2-48.

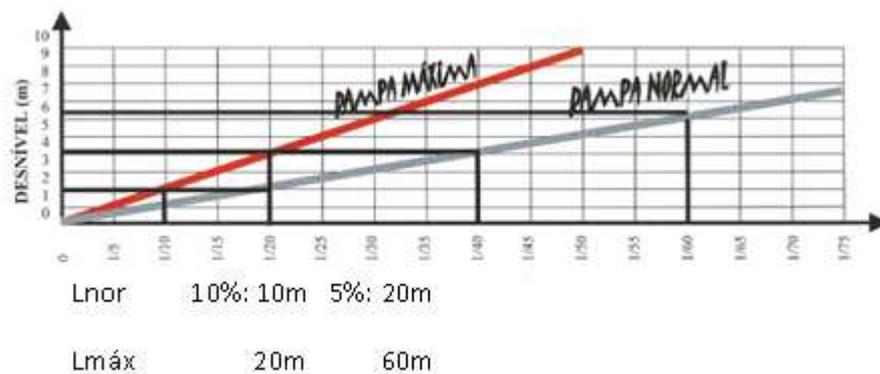


Figura 2-48 - Rampas normais máximas admissíveis em função do desnível a vencer (Fonte: Manual de Planejamento Ciclovial, GEIPOT, 2001)

E ainda, quando for possível deve-se adotar rampas escalonadas, para que não seja uma rampa muito longa.

- ii. Comprimento mínimo de curva vertical necessário para garantir uma distância de visibilidade de parada

As interseções de meio de quadra são aquelas que acontecem longe de cruzamentos. Nesse caso o ideal é que seja em um ângulo de 90°, podendo ser aceito um ângulo mínimo de 45°. Sinalização e semaforização deve ser de acordo com MUTCD.

O critério para semaforização de pedestres é 60 brechas adequadas por hora, em áreas escolares segundo o MUTCD de 2009. O critério foi introduzido pelo MUTCD de 1988 também para áreas escolares e depois foi estendido a todos os semáforos implantados para o atendimento aos pedestres no MUTCD de 2000 e 2003, voltando a ser específico para áreas escolares no MUTCD de 2009.

As interseções adjacentes acontecem quando a ciclovia cruza a via em um cruzamento existente. Nesse caso é necessário: proibir conversão à esquerda veicular com fluxo oposto quando há alto volume de veículos e/ou bicicletas; para a saída da conversão à direita, reduzir o raio da curva a fim de reduzir a velocidade dos veículos; para a entrada da conversão à direita, é recomendado não permitir conversão no vermelho; para entrada da conversão à direita e movimento direto é recomendado usar uma linha de retenção antes do cruzamento com ciclistas; uma fase de vermelho total para proteger os usuários da via.

Interseções complexas são os demais tipos de interseções e deve ser analisado caso a caso. Algumas alternativas: mover travessia, instalar semáforo, mudar o tempo do semáforo, utilizar ilha de refúgio.

Alguns problemas relativos aos três tipos de interseções, citados pelo manual estão listados a seguir:

Controle de Tráfego: Semáforos / Sinais de Pare ou Dê Preferência: Não se deve considerar somente as necessidades do tráfego veicular, mas também o conforto e conveniência dos usuários da ciclovia (tolerância ao atraso, desejo de manter movimento, desconhecimento do tráfego, desrespeito à regulamentação); todos os cruzamentos com ciclovias devem ter sinalização de controle seguindo os critérios usuais do MUTCD para decidir sobre a semaforização; semáforo atuado deve ser colocado em local de fácil acesso, 1,20m do solo (não há necessidade do ciclista desmontar); sinais de pare devem ser colocados o mais próximo possível do local e complementados com uma linha de retenção (“*stop bar*”); sinais de Dê Preferência são aceitáveis em locais com baixo volume de

tráfego, baixa velocidade nas vias adjacentes; deve-se ter cuidado para que os motoristas não sejam confundidos com os sinais para ciclistas.

Zonas de transição: Visam integrar os caminhos de uso compartilhado ao sistema viário existente; devem haver sinalização adequada das transições e dos extremos das ciclovias, para ciclistas, pedestres e motoristas; cada interseção deve ser considerada como um potencial local de entrada/saída de ciclistas.

Distância de visibilidade: É o elemento mais importante de interseções. Pode-se citar três tipos de distância de visibilidade: distância de visibilidade de parada, distância de visibilidade da interseção, e distância de visibilidade decisão. A distância de visibilidade de parada visa melhorar a condição usando um tempo de percepção e reação maior que 2,5seg ou a distância de visibilidade de decisão apropriada de acordo com o Green Book Não discute especificamente a distância de intervisibilidade das interseções com ciclistas.

Tratamentos de aproximação: As aproximações devem ser preferencialmente niveladas; a sinalização de advertência adequada a distância de visibilidade existente para permitir a parada dos ciclistas especialmente em declives e deve-se pavimentar pelo menos 3m na aproximação de interseções, para ciclovias não pavimentadas.

Largura das rampas: A largura das rampas nas interseções deve ser pelo menos a mesma da ciclovia; um raio ou alargamento de 1,5m deve ser considerado para facilitar as conversões.

Ilha de refúgio: Deve ser considerada quando há: alto volume de tráfego ou velocidade dos veículos; largura excessiva da via dado o tempo disponível para travessia; travessia será feita por pessoas mais lentas (próximo a escolas, deficientes). Largura da ilha de refúgio na área de espera (Y): 2m-pouco; 2,5m-satisfatório; 3m-bom. Comprimento da ilha de refúgio lateral (X): Maior ou igual a 2m (marcação paralela). Comprimento de transição (L): $0,62 \times V \times W$, V em km/h, $W=Y/2$

2.7.4 Calçada Compartilhada

a) Largura

Da mesma forma que o mencionado acima para cicloviás, a AASHTO (1999) recomenda 1,8m para caminhos unidirecionais e para caminhos bidirecionais, que seja utilizado 3,0m, sendo aceitável 2,4m quando tráfego de bicicletas é baixo, uso de pedestres ocasional, bom alinhamento vertical e horizontal. Em certas circunstâncias pode ser necessário aumentar a largura para 3,60m ou 4,20m devido ao grande volume de ciclistas, pedestres, skatistas.

Segundo o GEIPOT (2001), em calçadas de pedestres, unidirecionais, pode ser utilizada uma largura de 1,20m (pois a velocidade dos ciclistas é menor devido ao grande número de pedestres), sendo que a faixa separadora pode ser feita internamente, restando 1,0m de área útil para o ciclista.

2.8 ANÁLISE DA OPERAÇÃO PARA CICLISTAS

A seguir, baseado nos procedimentos recomendados pelo HCM (2000) será feita a avaliação da capacidade e nível de serviço de dispositivos para usos de bicicletas. A classificação utilizada é, como no caso dos pedestres, vias de fluxo contínuo (vias exclusivas e de uso compartilhado com pedestres, separados fisicamente do fluxo de veículos) e fluxo descontínuo (faixas de bicicletas que passam por interseções, semaforizadas e não semaforizadas).

Novamente, a discussão dos critérios recomendados pelo HCM (2000) é feita em termos gerais. Os detalhes do procedimento recomendado estão no Apêndice B.

2.8.1 Nível de Serviço em Vias Exclusivas

Os procedimentos adotados pelo HCM (2000) novamente tomaram como base os métodos holandeses, como apresentado por BOTMA (1995), baseados no conceito de impedimento e na frequência de encontros e passagens.

Assumindo distribuição normal da velocidade das bicicletas com velocidade média de 18 km/h e desvio padrão de 3 km/h, a frequência de encontros, f_m , e de ultrapassagens f_p , é calculada conforme segue:

$$F_p = 0.188v_s$$

$$F_m = 2v_o$$

$$F = 0.5F_m + F_p$$

- F_p = número de eventos de ultrapassagem (com ciclistas na mesma direção) (eventos/h);
 F_m = número de eventos opostos (com ciclistas na direção oposta) (eventos/h);
 F = número total de eventos na via (eventos/h), com um fator de peso de 0,5 para eventos de encontro;
 v_s = taxa de fluxo de bicicletas na direção avaliada (bicicletas/h);
 v_o = taxa de fluxo de bicicletas na direção oposta (bicicletas/h)

Com base nestas medidas de interação entre ciclistas, a tabela traz o critério de NS para bicicletas em vias exclusivas:

Tabela 2-25 - 25 - Critério de NS para bicicletas em vias exclusivas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

Nível de Serviço	Frequência de Eventos, 2 sentidos, 2 faixas ^a (eventos/h)	Frequência de Eventos, 2 sentidos, 3 faixas ^b (eventos/h)
A	≤ 40	≤ 90
B	> 40–60	> 90–140
C	> 60–100	> 140–210
D	> 100–150	> 210–300
E	> 150–195	> 300–375
F	> 195	> 375

Notas:

a. vias de 2,4m de largura. Também utilizado para bicicletas na via

b. vias de 3,0m de largura

2.8.2 Nível de Serviço em Vias de Uso Compartilhado Segregadas do Fluxo Motorizado

Os mesmos procedimentos adotados pelo HCM (2000) na análise do fluxo compartilhado para pedestres são utilizados para avaliar o ponto de vista dos ciclistas, novamente com base nos métodos holandeses, como apresentado por BOTMA (1995), no conceito de impedimento e na frequência de encontros e passagens.

Mantendo a suposição de distribuição normal com médias de 18 km/h para pedestres e de 4,5 km/h para ciclistas, as estimativas de interação são:

$$F_p = 3v_{ps} + 0.188v_{bs}$$

$$F_m = 5v_{po} + 2v_{bo}$$

$$F = 0.5F_m + F_p$$

F, F_p, F_m definidos anteriormente

v_{ps} = taxa de fluxo de pedestres na direção analisada (p/h)

v_{bs} = taxa de fluxo de bicicletas na direção analisada (bicicletas/h)

v_{po} = taxa de fluxo de pedestres na direção oposta (p/h)

v_{bo} = taxa de fluxo de bicicletas na direção oposta (bicicletas/h)

Com base nestas medidas de interação entre ciclistas e pedestres, a tabela traz o critério de NS para bicicletas em vias compartilhadas:

Tabela 2-26 - Critério de NS para ciclistas em vias de uso compartilhado segregadas do tráfego motorizado (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

Nível de Serviço	Frequência de Eventos, 2 sentidos, 2 faixas ^a (eventos/h)	Frequência de Eventos, 2 sentidos, 3 faixas ^b (eventos/h)
A	≤ 40	≤ 90
B	> 40–60	> 90–140
C	> 60–100	> 140–210
D	> 100–150	> 210–300
E	> 150–195	> 300–375
F	> 195	> 375

Notas:

a. vias de 2,4m de largura. Também utilizado para bicicletas na via

b. vias de 3,0m de largura

2.8.3 Nível de Serviço em Ciclofaixas

No HCM (2000), não há um procedimento detalhado para analisar ciclofaixas e, por extensão, acostamentos (considerado um contexto similar), ponderando o efeito do tráfego adjacente de veículos motorizados, tráfego de veículos pesados, estacionamento, entre outros.

2.8.4 Interseções Semáforizadas

O procedimento adotado pelo HCM (2000) trata o fluxo de bicicletas de forma similar ao fluxo veicular em interseções semáforizadas. A capacidade e o atraso são calculados conforme segue:

$$c_b = s_b \frac{g}{C} = 2000 \frac{g}{C}$$

c_b = capacidade da ciclofaixa (bicicletas/h)
 s_b = fluxo de saturação da ciclofaixa (bicicletas/h)
 g = verde efetivo para a ciclofaixa
 C = tempo de ciclo do semáforo

$$d_b = \frac{0.5C \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left[\frac{g}{C} \min\left(\frac{v_b}{c_b}, 1.0\right)\right]}$$

d_b = atraso (seg/bicicleta)
 v_b = taxa de fluxo na ciclofaixa unidirecional (bicicletas/h)

Tabela 2-27 - NS para bicicletas em interseções semaforizadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

A	< 10
B	≥ 10–20
C	> 20–30
D	> 30–40
E	> 40–60
F	> 60

Também de forma similar, o NS para ciclistas em interseções semaforizadas é definido em função do atraso em espera no semáforo:

2.8.5 Interseções não semaforizadas

Também em interseções não semaforizadas, o procedimento adotado pelo HCM (2000) trata o fluxo de bicicletas de forma similar ao fluxo veicular. O HCM (2000) recomenda fórmula poissoniana para capacidade, mas não fornece brechas críticas.

Para atraso, recomenda usar as mesmas expressões adotadas para veículos, advertindo que ciclistas não formam fila nas aproximações. É recomendado desprezar atrasos nas conversões à direita e usar critério de nível de serviço de interseção semaforizada. Adverte ainda sobre as manobras com entrelaçamento com veículos.

3 METODOLOGIA PARA O ESTUDO DE CAMPO E APLICAÇÃO A UM CASO PILOTO

O estudo de campo buscará medir a segurança de trânsito para pedestres e ciclistas em rodovias, tanto no deslocamento longitudinal como em travessias.

A metodologia a ser utilizada inicialmente é a da análise de oportunidade de manobra e oportunidade de conflito. A seguir, as características principais dos métodos de análise, empírico e teórico, baseados nestes conceitos são apresentadas. As oportunidades de conflito são eventos similares aos conflitos de tráfego, mais extensamente estudados (também mencionados adiante). A discussão inicial também analisa outros métodos recentemente propostos para análise de travessias de pedestres, de forma a incorporar pontos de interesse.

Em seguida, é apresentado o estudo de campo incluindo:

- seleção de trechos para análise (nas rodovias gerenciadas pela ViaOeste, para as quais obteve-se dados para aplicação) e descrição das características da operação e dos acidentes no trecho selecionado que envolvem pedestres e ciclistas (o escopo do trabalho);
- investigação do diagnóstico dos problemas de segurança para pedestres e ciclistas obtidos com a análise das oportunidades de manobra ou de conflito (estendida convenientemente para contextos ainda não considerados atualmente) e comparação com o diagnóstico obtido da análise da segurança viária local, particularmente com os acidentes correspondentes.

3.1. MÉTODOS DE OPORTUNIDADES DE MANOBRA E CONFLITO

Este estudo busca analisar a segurança de trânsito oferecida aos pedestres e ciclistas nos projetos viários, no contexto particular das rodovias concessionadas paulistas, analisando medidas objetivas relacionadas com o risco de acidentes envolvendo usuários vulneráveis da via. Em vista das dificuldades de avaliar a segurança de trânsito em projetos viários com base no potencial de acidentes, a investigação deve incluir outras variáveis.

Os dados ou as estatísticas de acidentes revelaram-se um instrumento inadequado para efeitos de análise e projeto de segurança, pois:

- levam um longo tempo para serem acumulados, o que inclusive pode comprometer simples avaliações do tipo “antes-depois” em função da ocorrência de alterações durante o período de avaliação (sem mencionar os vieses decorrentes dos critérios de escolha dos locais);
- não são passíveis de observação direta, o que torna a informação imprecisa e dificulta as inferências sobre a relação entre os fatores intervenientes;
- não permitem ação preventiva, uma vez que a insegurança somente será detectada após a ocorrência dos acidentes.

Em face da dificuldade de coletar dados suficientes sobre acidentes (o dado usual para análise de segurança), da importância de ter um método preventivo (tanto aplicável às fases iniciais da operação quanto às etapas de projeto) e da necessidade de considerar as especificidades das formas alternativas de tratamento em um determinado local, por tudo isso, seria desejável que essa medida pudesse ser estimada em função de dados de tráfego fáceis de coletar, como volumes de tráfego e de pedestres, dados físicos dos locais e decisões de tratamento, como geometria, estágios/tempos semafóricos, etc.

A evolução dos conceitos ou parâmetros que medem a segurança de um local a partir de medidas mais operacionais, em complementação ou substituição (conforme a disponibilidade) aos dados de acidentes de trânsito, pode ser resumida no desenvolvimento dos conceitos e técnicas de análise de medidas correlatas de segurança, de análise de conflitos de tráfego e de análise de medidas de oportunidades de conflito de tráfego.

A técnica de conflitos de tráfego supre as deficiências características dos dados de acidentes apontadas acima. Contudo, a sua pesquisa em campo exige um esforço adicional **para estabelecer** a relação intrínseca entre as variáveis envolvidas, **sendo** suspeitos de não ter resultados transferíveis de um local para outro.

Para suprir a dificuldade de obtenção direta de dados de acidentes e conflitos de tráfego seria necessário um método de obtenção indireta desses dados através de um modelo matemático que permita estimá-los usando dados mais fáceis de serem obtidos e que pudesse ser deduzido diretamente de variáveis físicas e de tráfego dos locais, de forma a contornar a principal desvantagem em usar os dados de acidentes ou mesmo de conflitos de tráfego (como medida operacional para determinar o grau de segurança).

Para este fim, o conceito de oportunidade de manobra e de conflito tem sido proposto para obter medidas analíticas de segurança. Essa abordagem permite o desenvolvimento de métodos para fazer estimativas de oportunidades de manobra e de conflito, o que torna este parâmetro uma medida potencialmente adequada para determinar o nível de segurança de um determinado local ou fazer projeções sobre a efetividade de projetos de segurança.

Medidas de segurança explorando o conceito de oportunidade de manobra e de conflito são encontradas em VASCONCELOS (2004) no contexto empírico, aplicada a pedestres em uma interseção semaforizada. Modelos analíticos de previsão foram também desenvolvidos em MING (2008), para oportunidades de conflito de tráfego, incluindo pedestres e veículos, em interseções semaforizadas ou não.

O desenvolvimento destes conceitos e técnicas têm motivações diversas. De maneira geral, tem-se percebido a necessidade de um meio de medir o nível/grau de segurança de uma forma que possibilite uma hierarquização entre diversos locais ou a seleção de tratamentos em um

determinado local. Este trabalho visa aplicar estes conceitos e técnicas e contrastá-los com observações de campo e dados de acidentes, como forma de contribuir para sua validação.

Serão aqui revisados os seguintes trabalhos:

1. VASCONCELOS, V. M. A. - Oportunidades de Travessia e Oportunidades de Conflito para Pedestres em Interseções Semaforizadas – Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2004.
2. MING, S. H. – Oportunidades de Conflito de Tráfego – Modelos de Previsão – Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2008.

3.1.1 Método de Análise Empírica

O objetivo da análise empírica das oportunidades de manobra e das oportunidades de conflito é o de mensurar a sua ocorrência (frequência) nos locais em estudo.

VASCONCELOS (2004) avaliou a segurança nas travessias dos pedestres, com um método empírico, evidenciando-se os conceitos de oportunidade de travessia e oportunidades de conflito entre pedestres e veículos.

Em VASCONCELOS (2004), o conceito de oportunidade de travessia a ser utilizado é definido com evento elementar em que o pedestre aceita atravessar a via. As brechas são o aspecto básico primeiro, mas outros aspectos devem ser também considerados.

Na opção metodológica adotada, as oportunidades de travessias são inicialmente classificadas pelo grau de risco objetivo oferecido ao pedestre.

Oportunidades de travessia (OT): situação em que ocorrem condições que proporcionam ao pedestre a possibilidade de atravessar a via. Esta situação deve ser identificada pela

probabilidade de concluir a travessia eventualmente com algum risco objetivo ao pedestre. Este risco eventual pode causar dúvida sobre a aceitação da situação pelos pedestres em alguma condição para travessia. Este conceito deve ser aplicado para cada categoria de pedestres e inclui as oportunidades ideais de travessia.

Oportunidades de travessia ideal (OTI): situação em que ocorrem condições de travessia ‘ideais’ para os pedestres que proporcionam a possibilidade ao atravessar a via sem arriscar-se. Esta situação deve ser identificada pela probabilidade muito baixa de ocorrer algum risco objetivo ao pedestre diante da travessia e pela ampla aceitação pelos pedestres desta condição para travessia. Este conceito também deve ser aplicado para cada categoria de pedestres.

Nas travessias efetivas, pode haver risco mesmo numa OTI se o pedestre atravessa no seu início ou término. No primeiro caso (travessia no início), o risco é provavelmente controlado, mas no segundo caso (travessia no final) pode não sê-lo quando a chegada do pedestre ocorre com um tempo restante (“lag”) reduzido.

As demais oportunidades de travessia são ‘não ideais’ e serão ainda sub-divididas em dois grupos:

- as oportunidades de travessia com risco aceitável (OTRA), e
- as com risco inaceitável (OTRI).

As brechas nunca utilizadas (pela duração reduzida ou outra característica) definiriam as não-oportunidades de travessia (NOT).

São ainda definidos quatro tipos de brechas:

- (1) as brechas próximas às “mínimas de separação” entre veículos (intervalo de tempo no pelotão) e conseqüentemente o pedestre nem cogitaria em atravessar;
- (2) “brechas **reduzidas**” (tempo mínimo, próximo, porém abaixo do necessário para a travessia) nas quais poucos pedestres aceitariam atravessar e em que a existência de risco objetivo é certa e significativa;

(3) brechas intermediárias, próximas do tempo de travessia, em que o pedestre ficará em dúvida sobre a existência de risco objetivo (o que normalmente depende da posição dos veículos nas faixas e do sentido da travessia do pedestre); e

(4) brechas amplamente maiores do que os tempos de travessia, nas quais há a situação de segurança ideal (também é a situação nos estágios exclusivos de pedestres ou estágios com movimentos de pedestres protegidos).

A caracterização das oportunidades de travessia para um local de travessia, considerando as diferentes categorias de pedestres e tipos de fluxo conflitante ou conflito envolvido, pode ser feita através de diversas variáveis. Entre estas estão:

(1) Duração média da oportunidade de travessia (seg/OT ou seg/OTRA);

(2) Frequência de oportunidades de travessia (OT/hora ou OTRA/hora);

(3) Duração total das oportunidades de travessia (horaOT/hora ou horaOTRA/hora); e

(4) Tempo normal de travessia (seg, estimado como L/V_p , onde: L é a largura da via a ser transposta pelo pedestre e V_p é a velocidade do pedestre em questão).

(5) Intervalo médio entre oportunidades de travessia (seg/OT ou seg/OTRA);

(6) Tempo de espera médio pela oportunidades de travessia (seg/OT ou seg/OTRA);

(as quatro primeiras foram propostas por VASCONCELOS (2004), enquanto as duas outras variáveis foram aqui propostas).

Na proposta de VASCONCELOS (2004), cada uma das diferentes caracterizações das oportunidades de travessias é distinta para as diferentes categorias de pedestres:

- o pedestre com passo normal ou moderado (algo como 1,4 m/s) que é prudente na aceitação das situações de risco (não aceita veículos a menos de 2 segundos de separação, seja na travessia ou na espera na via, e considera aceitável uma separação maior que 2 segundos enquanto considera ideal uma separação superior a 5 segundos);

- o pedestre com passo rápido (algo como 2,0 m/s) e comportamento ousado diante das situações de risco (não aceita apenas ser atropelado e admite mesmo a espera entre faixas de tráfego, considerando aceitável uma separação maior que 1 segundo e ideal uma separação superior a 3 segundos);

- o pedestre vagaroso (algo como 0,8 m/s) e comportamento conservador diante das situações de risco (não aceita veículos a menos de 3 segundos de separação e nunca inicia uma travessia com espera na via, considera aceitável uma separação maior que 3 segundos e ideal uma separação superior a 6 segundos).

VASCONCELOS (2004) também investiga a caracterização das Oportunidades de Conflito (OC), entendidas genericamente como situações nas quais existem certas pré-condições para a ocorrência das situações de risco.

Para cada pedestre o número de oportunidades de conflitos é dado pela quantidade de vezes que ele se depara com veículos conflitantes e, eventualmente, com brechas de magnitude insuficiente até encontrar uma brecha adequada. O tempo em que os pedestres expõem-se a estes eventos pode também ser um aspecto relevante.

Os conceitos de oportunidades de conflito investigados por VASCONCELOS (2004) são:

(1) oportunidades de conflito OC1 medidas pelo produto dos fluxos conflitantes:

- OC1a, utilizando os fluxos de tráfego médios,

- OC1b, utilizando os fluxos de tráfego médios de cada estágio,

- outros critérios de fluxo, por exemplo diferenciando fluxos por faixas ou fluxos nos verdes e entreverdes nos estágios;

(2) oportunidades de conflito OC2 medidas apenas pela coexistência, com o pedestre esperando/atravessando e o veículo conflitante deslocando-se ou eventualmente desacelerando/parando:

- OC2a, sem distinguir os valores das brechas entre veículos ou as velocidades de veículos ou pedestres, considerando apenas o veículo passando e o pedestre esperando,

- OC2b-3, desprezando as brechas veiculares menores que $T_n - 3$ seg, (ou outra margem de tempo) considerando os tempos de travessia compatíveis com as velocidades usuais dos pedestres,

- outros critérios de coexistência, por exemplo considerando as velocidades específicas dos pedestres e os requisitos de espera na calçada, fila de veículo parada ou outros.

(3) oportunidade de conflito OC3 medidas pela travessia na presença de veículos, com o pedestre atravessando e os veículos deslocando-se ou desacelerando/parando diante do pedestre na mesma faixa de tráfego:

- OC3a-3, distinguindo apenas as brechas em que a travessia ocorre com duração tempo livre em relação ao veículo adiante de até 3 seg, (ou outra margem de tempo), considerando os tempos de travessia compatíveis com as velocidades usuais dos pedestres,

- OC3b-3, distinguindo apenas as brechas em que a travessia ocorre com duração tempo livre em relação ao veículo adiante de até 3 seg, (ou outra margem de tempo), considerando os tempos de travessia e as velocidades específicas dos pedestres,

- outros conceitos de travessia, como os correspondentes a brechas potencialmente utilizáveis (mesmo quando rejeitadas pelos pedestres);

(4) oportunidade de conflito OC4, medidas pelo conflito efetivo, com o pedestre atravessando diante de veículos em curso de acidente (exigindo manobra evasiva):

- OC4a, com movimentação veicular em desaceleração ou desvio;

- OC4b, com movimentação veicular em desaceleração ou desvio ou pedestres alterando seu percurso na travessia,

- ou outro contexto similar, ponderando a gravidade do conflito potencial.

A Figura 3-1 mostra a classificação utilizada das oportunidades de travessia e sua relação com a classificação das oportunidades de conflitos:



Figura 3-1 - Classificação das oportunidades de travessia e sua relação com a classificação das oportunidades de conflito (Fonte: VASCONCELOS, V.A. - Oportunidades de travessia e oportunidades de conflito para pedestres em interseções semaforizadas, 2004)

Como critério de validação, o estudo de VASCONCELOS (2004) analisou a adequação das medidas alternativas propostas avaliando sua correlação com a segurança das travessias efetivamente observadas, avaliadas subjetivamente.

As travessias efetivas dos pedestres foram qualificadas em:

- travessias ideais (TI): nas quais as esperas ocorrem nas calçadas ou em faixas adjacentes sem veículos, com tempo livre de pelo menos 4 segundos diante do veículo na posição crítica da travessia (de menor tempo livre);
- travessias de risco aceitável (TRA): nas quais as esperas na mesma faixa do veículo em movimento ocorrem durante 1 segundo no máximo (a resolução da medida de tempo) e o tempo livre diante do veículo na posição crítica da travessia é maior do que 1 segundo, mas menor do que 4 segundos (da travessia ideal);
- travessia de risco inaceitável (TRI): nas quais as esperas na mesma faixa do veículo em movimento ocorrem por mais de um segundo ou o tempo livre diante do veículo na posição crítica da travessia é de 1 segundo ou nenhuma (isto é, pedestre e veículo ocupam o mesmo trecho da via em segundos consecutivos); e
- não travessia (NT): nas quais o pedestre abandonou o desejo inicialmente manifestado de realizar a travessia no local em avaliação.

A análise da correlação com dados de acidentes de trânsito será uma adição ao trabalho de VASCONCELOS (2004). No entanto, o trabalho citado é especialmente relevante pelo desenvolvimento da metodologia de observação empírica dos conceitos.

Na metodologia de campo e de análise adotaram-se as seguintes definições:

Unidade de tempo na observação: tanto as oportunidades de travessia quanto as oportunidades de conflitos serão medidas/computadas como uma variável de tempo. Durante as observações houve dificuldade em decidir qual seria a unidade de medição. ~~Como um dos critérios para dimensionamento de semáforo.~~

Anotação da movimentação veicular e de pedestres: O detalhe da movimentação dos veículos e pedestres em cada faixa de tráfego foi registrada. A metodologia **busca analisar** as brechas na travessia de cada faixa (que corresponde à travessia em etapas, com eventual espera nas faixas de tráfego adjacentes).

Seleção das Travessias Críticas: ~~Dada a caracterização, anteriormente vista (tipologias de travessias para pedestres),~~ decidiu-se focar a análise apenas nas travessias críticas de uma dada interseção. O critério utilizado para caracterizar uma interseção como crítica foi a ausência de tempo específico para a travessia de pedestres nas saídas e existência de travessias concorrentes de pedestres com movimentos veiculares.

A ~~O procedimento para o Estudo de Campo teve como~~ fonte de dados para o estudo **de campo** foi obtida através de filmagem. Os critérios utilizados para interpretação dos vídeos estão descritos em detalhe no trabalho de VASCONCELOS (2004).

De forma resumida, o estudo concluiu que as oportunidades de conflito foram melhores como medida explicativa para as travessias com risco inaceitável, provavelmente devido ao efeito da interação do tráfego veicular com os pedestres que é contemplada pelas oportunidades de conflito. Já a variação percebida pode estar relacionada com a omissão de algumas variáveis, como a composição do tráfego, as manobras de conversão e as **velocidades**. No entanto as oportunidades de travessia se mostraram importantes por apresentarem o perfil das condições de travessia.

A análise proposta está baseada na contagem direta das oportunidades de travessia e de conflito e na comparação com os conflitos ou com as travessias efetivamente realizadas segundo a avaliação da sua segurança.

Em VASCONCELOS (2004), estes dados primários foram correlacionados entre si e a relação entre as contagens obtidas e as variáveis de tráfego e de controle semaforico ou sua correlação com as variáveis de comportamento e de aceitação de brecha foi investigada. Propõe-se adicionar a análise da correlação com os acidentes.

Deve-se observar que o escopo deste trabalho também inclui os movimentos de pedestres ao longo da via e os movimentos de pedestres de travessia e ao longo da via. Portanto, novos conceitos e procedimentos podem ser necessários.

3.1.2 Análise com Modelos de Previsão

O objetivo da análise baseada em modelos das oportunidades de manobra e das oportunidades de conflito é o de prever a sua ocorrência (frequência) em locais em estudo.

MING (2008) estudou e desenvolveu modelos matemáticos que possam avaliar a segurança viária usando o conceito de oportunidades de conflito de tráfego em interseções semaforizadas ou não, buscando obter a precisão necessária para efeitos de aplicação prática.

Os contextos analisados por MING (2008) foram:

- a) Movimento veicular em interseções com sinalização de prioridade;
- b) Movimento veicular em interseções semaforizadas, incluindo:
 - i. movimentos veiculares protegidos;
 - ii. movimentos veiculares permitidos;

iii. entreverdes.

c) Movimento de pedestres em interseções com sinalização de prioridade;

d) Movimento de pedestres em interseções semaforizadas, incluindo:

i. movimentos de pedestres protegidos;

ii. movimentos de pedestres permitidos;

iii. entreverdes.

Neste trabalho interessam os modelos propostos por MING (2008) para oportunidades de conflitos envolvendo pedestres em interseções semaforizadas ou não. MING (2008) não desenvolveu modelos correspondentes às oportunidades de manobra (travessia) mas estes podem ser considerados similares aos desenvolvidos.

O objetivo buscado com a aplicação dos modelos de oportunidades de conflito foi o uso do conceito de oportunidade de conflito de tráfego buscando permitir o desenvolvimento de métodos analíticos que dependam apenas de dados de tráfego e de parâmetros relacionados à geometria e ao tipo de controle.

MING (2008) ressalta que existe a dificuldade de considerar a preferência entre veículos e pedestres, definida pelas regras gerais de circulação. Face à ambiguidade existente na legislação e à inobservância da preferência dos pedestres em São Paulo, este aspecto é difícil de analisar.

No caso de travessias em interseções não semaforizadas, a hipótese adotada para o desenvolvimento do modelo é que não há acúmulo de pedestres (os pedestres chegam e atravessam um a um). Sem distinguir as faixas, o tempo de exposição de cada pedestre é seu tempo de travessia na zona de conflito e a probabilidade de uma chegada conflitante define uma oportunidade de conflito com pedestres correspondente. As expressões desenvolvidas para o modelo de previsão para este caso foram as seguintes:

Tabela 3-1 - Oportunidades de conflito em interseções com sinalização de prioridade (Fonte: MING, S. H. – Oportunidades de Conflito de Tráfego – Modelos de Previsão, 2008),

a. Modelos de Previsão

Movimentos de pedestres em interseções não semaforizadas (preferencial ou secundário)	
CO com pedestre (1a)	$CO(\text{pedestre})/h = Q_{ped} \cdot \left(1 - e^{-\frac{-T_c \sum q^l}{a}}\right), T_c = t_{cz}$
CO com pedestre (1b)	$CO(\text{pedestre})/h = Q_{ped} \cdot \left[\sum_c \left(1 - e^{-\frac{-T_c \sum q^l}{c}}\right)\right], T_c = t_{cz}$
CO com pedestre (1c)	$CO(\text{pedestre})/h = Q_{ped} \cdot \left[\sum_{cl} \left(1 - e^{-T_{cl} \cdot q^l}\right)\right], T_{cl} = t_{czl}$
Movimentos de pedestres preferencial em interseções não semaforizadas	
CO com pedestre (2)	$CO(\text{pedestre})/h = Q_c \cdot OCC_{ped}$ (3)(3)
CO com pedestre (3)	$CO(\text{pedestre})/h = Q_{ped} \cdot \left(1 - e^{-\frac{-T_c \sum q^l}{a}}\right) P[F], T_c = t_{cz}, P[F] = (1 - X)$
Movimentos de pedestres secundário em interseções não semaforizadas	
CO com pedestre (4)	$CO(\text{pedestre})/h = Q_{ped} \cdot \left(1 - e^{-\frac{-(\tau_a + \tau_l) \sum q^l}{a}}\right), \tau_a = \tau_l = 0,25 T_c, T_c = t_{cz}$

b. Expressões Auxiliares

Interseções não semaforizadas	
$T_i = t_{zci}$	$t_{zci} = \frac{W_{zc}}{V_{ped}}$
$OCC_{ped} = OCC_{pedg}$	$OCC_{pedg} = \begin{cases} Q_{pedg} / 2000 & \text{se } Q_{pedg} \leq 1000 \\ Q_{pedg} / 10000 + 0,4 & \text{se } Q_{pedg} > 1000 \end{cases}, Q_{pedg} = Q_{ped}$

Sendo:

OCC_{ped} : Oportunidade de conflito pedestre

t_i : tempo integral de travessia de pedestre

q_{cl} : fluxo do movimento ℓ (por fluxo e/ou faixa) da zona de conflito c

Q_{ped} : travessia do fluxo de pedestres

t_c : tempo de travessia do pedestre na zona de conflito c (que pode ser levantado em campo)

q_l : fluxo do movimento ℓ (por fluxo e/ou faixa), conflitante com a zona de conflito c ,

T_c : tempo de ocupação de cada zona de conflito

T_{cl} : tempo de ocupação de cada faixa de tráfego

v_{ped} : velocidade do pedestre

$P[F]$: probabilidade de não ter fila ao chegar, aproximada por $(1 - X)$; $X=q/C$ é a razão fluxo/capacidade veicular;

τ_u, τ_l : limites de tolerância para os intervalos entre veículos nas brechas que delimitam oportunidades de conflito relevantes

MING (2008) apresenta um método para conversão das oportunidades por hora, em oportunidades anuais. É um método bastante simples que adota um fator de conversão F para obter o valor referente ao dia todo a partir da estimativa feita na hora pico. Tendo essa estimativa diária, basta multiplicar pela quantidade de dias do ano para obter a estimativa anual. Portanto, tem-se:

$$COANUAL = COhora * D/F$$

Sendo:

$COANUAL$: Oportunidades de conflito anual

COhora: Oportunidades de conflito em 1 hora

D: Quantidade de dias no ano ($D=365$)

F: Fator de conversão de hora-pico para dia ($F=0,10$)

Outros aspectos também podem ser incorporados no esquema básico proposto. MING (2008) também apresenta formulações para conflitos com pedestres em interseções semaforizadas e para conflitos veiculares em interseções com ou sem semáforos.

MING (2008) aplicou estes modelos a duas interseções urbanas típicas e analisou a correspondência entre o diagnóstico obtido com seus resultados numéricos e a análise técnica subjetiva. Propõe-se novamente adicionar a análise da correlação com os acidentes.

Novamente deve-se observar que o escopo deste trabalho também inclui os movimentos de pedestres ao longo da via e os movimentos de pedestres de travessia e ao longo da via. Portanto, novos conceitos, modelos e procedimentos podem ser necessários. Nota-se que as variáveis utilizadas para caracterizar o nível de serviço no HCM (2000), encontros e passagens são similares a COs (oportunidades de conflito).

MING (2008) discute um aspecto específico, relacionado com a evitabilidade da oportunidade de conflito, que parece particularmente relevante.

A condição é uma manobra evasiva destinada à evitar um risco de acidente pode decorrer de diversos aspectos como restrições à visibilidade (por obstruções visuais ou por falta de iluminação) ou falha humana no julgamento da situação de risco (por erro ou falta de atenção). Em um dos esquemas propostos, MING (2008) traduz a probabilidade de falha em evitar o acidente em uma comparação entre o tempo de reação disponível e necessário, expresso como:

$$P_{sv} = P[D_p > D_v] \Leftrightarrow P_{sv} = P[\delta_R > \delta_A] \delta_A = \frac{D_v}{V} - \frac{V}{2.b}$$

Onde

$$D_p \text{ é a distância requerida para parada } D_p = \delta_R.V + \frac{V^2}{2.b},$$

D_v é a distância de visibilidade existente ou efetiva

δ_R é o tempo de reação do condutor (função do tipo de evento)

δ_A é o tempo de reação disponível para o condutor $\delta_A = \frac{D_v}{V} - \frac{V}{2b}$

onde a probabilidade é calculada a partir de uma aproximação de momentos de segunda ordem para velocidades aleatórias (os demais parâmetros assumem valores típicos, embora sua aleatoriedade também possa ser considerada de forma similar) e da hipótese de distribuição

logística $(P[X > x] = 1 - P[X \leq x], P[X \leq x] = \frac{1}{1 + e^{-\frac{(x-m)}{a}}}, m = E[X], a = \frac{\sqrt{3}}{\pi} \cdot \sqrt{V[X]},$ com

fórmula analítica e parâmetros dados em função dos momentos da variável considerada).

Este termo incorpora o efeito da velocidade dos veículos, um aspecto relevante mas ausente dos demais termos nos modelos propostos por MING (2008). Naturalmente, existem outros efeitos relevantes da velocidade dos veículos, como a gravidade do acidente potencial, que também seria importante incorporar em versões futuras dos modelos de previsão.

A mesma formulação pode ser traduzida em uma probabilidade de acidente dada por

$$P_{sv} = P[D_p > D_v] \Leftrightarrow P_{sv} = P[V > V_A], V_A = \sqrt{b^2 \cdot \delta_R^2 + 2b \cdot D_v} - b \cdot \delta_R$$

onde V_A é a velocidade que corresponde a $D_p = D_v$ para $\delta = \delta_R$ (e também $\delta_A = \delta_R$).

Quando apenas a velocidade é considerada aleatória, esta expressão é colocada diretamente em função da distribuição da variável aleatória V e $P_{sv} = P[V > V_A] = 1 - F[V_A]$, dada a função de distribuição acumulada F para as velocidades dos veículos (simplicadamente, pode-se admitir distribuição normal ou logística com um coeficiente de variação de 10% a 20%).

Ainda melhor, a expressão pode ser traduzida em uma velocidade de impacto. Dado $\delta = \delta_R$,

tem-se $V_I = V - b \cdot \left(\frac{D_v}{V} - \delta_R \right)$ se $V > V_A$ (caso contrário $V_I = 0$ pois não há acidente) e

$\frac{D_v}{V} > \delta_R$ (ou $V < \frac{D_v}{\delta_R}$, caso contrário $V_I = V$). Generalizando, tem-se

$V_I = \min\left\{V - b \cdot \left(\frac{D_v}{V} - \delta_R\right); V\right\}$ se $V > V_A$ e $V_I = 0$ se $V \leq V_A$. Invertendo a relação, obtém-

se $V = \max\left\{\frac{V_I - b \cdot t_r}{2} + \sqrt{\left(\frac{V_I - b \cdot t_r}{2}\right)^2 + b \cdot D_v}; V_I\right\}$ se $V > V_A$.

Segundo DAVIS (2007), a velocidade de impacto pode ser relacionada com a severidade dos acidentes com pedestres por um modelo de distribuição logística dado por

$$P_{ac}[Leve] = \frac{e^{\alpha_1 - \beta \cdot V_I}}{1 - e^{\alpha_1 - \beta \cdot V_I}}$$

$$P_{ac}[S\u00e9rio] = \frac{e^{\alpha_2 - \beta \cdot V_I}}{1 - e^{\alpha_2 - \beta \cdot V_I}} - \frac{e^{\alpha_1 - \beta \cdot V_I}}{1 - e^{\alpha_1 - \beta \cdot V_I}}$$

$$P_{ac}[Fatal] = 1 - \frac{e^{\alpha_2 - \beta \cdot V_I}}{1 - e^{\alpha_2 - \beta \cdot V_I}}$$

onde os par\u00e2metros calibrados est\u00e3o resumidos na Tabela 3-2.

Tabela 3-2 - Par\u00e2metros (e Erro Padr\u00e3o) dos Modelos Estimados por DAVIS (2007) para Severidade dos Acidentes com Pedestres em Fun\u00e7\u00e3o da Velocidade de Impacto (em km/h)

Grupo de Idade da V\u00edtima	β	α_1	α_2
Crian\u00e7as (at\u00e9 14 anos)	0,120 (0,019)	4,678 (0,543)	8,846 (0,809)
Adultos (15 a 59 anos)	0,127 (0,018)	4,970 (0,531)	8,866 (0,822)
Idosos (mais de 60 anos)	0,204 (0,035)	5,290 (0,811)	9,728 (1,433)

Preliminarmente, o critério pode ser aplicado em função da distribuição aleatória de velocidades, a partir dos valores limites das faixas de velocidade.

Como aproximação, pode-se admitir gravidade leve se $P_{ac}[Leve] > 50\%$ (ou, correspondentemente, $V_I < V_{I1} = \frac{\alpha_1}{\beta}$) e gravidade fatal se $P_{ac}[Fatal] \geq 50\%$ (ou, correspondentemente, $V_I \geq V_{I2} = \frac{\alpha_2}{\beta}$), admitindo-se gravidade intermediária caso contrário (ou $V_{I1} = \frac{\alpha_1}{\beta} \leq V_I < V_{I2} = \frac{\alpha_2}{\beta}$), se forem casos de acidentes.

Traduzindo em termos da velocidade inicial, se $V > V_A$, tem-se acidente leve se

$$V < V_1 = \max \left\{ \frac{V_{I1} - b.t_r}{2} + \sqrt{\left(\frac{V_{I1} - b.t_r}{2} \right)^2 + b.D_v}; V_{I1} \right\} \quad \text{e} \quad \text{acidente fatal se}$$

$$V \geq V_2 = \max \left\{ \frac{V_{I2} - b.t_r}{2} + \sqrt{\left(\frac{V_{I2} - b.t_r}{2} \right)^2 + b.D_v}; V_{I2} \right\}, \quad \text{tendo-se acidente grave em caso}$$

contrário.

A distribuição de gravidade dos acidentes seria obtida como $P_{ac} = P[V > V_A]$,

$$P_{ac}[Leve] = P[V < V_1 / V > V_A], \quad P_{ac}[Fatal] = P[V \geq V_2 / V > V_A] \quad \text{e}$$

$$P_{ac}[Grave] = 1 - P_{ac}[Leve] - P_{ac}[Fatal] = 1 - P[V < V_1 / V > V_A] - P[V \geq V_2 / V > V_A], \quad \text{onde}$$

$$P[V < V_1 / V > V_A] = \frac{P[V_A < V < V_1]}{P[V > V_A]} = \frac{F[V_1] - F[V_A]}{1 - F[V_A]} \quad (0 \quad \text{se} \quad V_1 < V_A) \quad \text{e}$$

$$P[V \geq V_2 / V > V_A] = \frac{P[V \geq V_2 > V_A]}{P[V > V_A]} = \frac{1 - F[V_2]}{1 - F[V_A]} \quad (1 \quad \text{se} \quad V_2 < V_A). \quad \text{Estes valores são relativos à}$$

probabilidade de acidente $P_{sv} = P[V > V_A] = 1 - F[V_A]$. Em termos da ocorrência das

oportunidades de conflito, os valores correspondentes seriam $P_{ac}[Leve] = F[V_1] - F[V_A]$ (0 se

$V_1 < V_A$), $P_{ac}[Fatal] = 1 - F[V_2]$ (P_{ac} se $V_2 < V_A$) e $P_{ac}[Grave] = P_{ac} - P_{ac}[Leve] - P_{ac}[Fatal]$,

onde $P_{ac} = P_{sv}$ (condicionada à ocorrência da oportunidade de conflito).

Alternativamente, estas probabilidades poderiam ser obtidas diretamente pela integração das expressões propostas por DAVIS (2007) em função da distribuição de velocidades.

3.2. OUTROS MÉTODOS DE ANÁLISE

Alguns autores utilizam métodos distintos para avaliar a segurança de pedestres.

A seguir são apresentados os seguintes trabalhos, que apresentam métodos de avaliação da segurança:

1. ARAUJO, G.P.; BRAGA, M.G.C. - *Methodology for the Qualitative Evaluation of Pedestrian Crossings at Road junctions with Traffic Lights*, in *Transportation*, vol.35, pp.539-557
2. BASILE, O.; PERSIA, L.; USAMI, D. - *A Methodology to Assess Pedestrian Crossing Safety*, in *European Transportation Research Review*, vol.2, pp.129-137; 2010

3.2.1 Método de ARAUJO e BRAGA (2008)

O trabalho de ARAUJO e BRAGA (2008) tem como objetivo do trabalho testar a aplicação de um método para avaliar qualitativamente a travessia de pedestres, baseado na metodologia de KHISTY (1994). O artigo em questão analisou quatro travessias na cidade de SP e os resultados dos níveis de serviço qualitativos obtidos foram comparados com os níveis de serviço calculados pelo HCM 2000.

O passo preliminar é definir a importância relativa, no ponto de vista do pedestre, das medidas de desempenho empregadas. Então, o nível de serviço, percebido pelos usuários, é determinado para cada travessia estudada. A metodologia de KHISTY (1994) torna possível relacionar o nível de satisfação geral com um nível de serviço qualitativo para o dispositivo de pedestre em análise. A metodologia sugerida é simples e rápida de aplicar, além de relativamente barata, compreendendo os seguintes passos:

1. Escolher uma lista de Medidas de desempenho (“*Performance Measures*” – PMs) que distingue o dispositivo em análise (no máximo 10 PMs)
2. Aplicar procedimentos psicométricos (*Paired comparison, Constant sum*) num estudo de campo com pedestres, para obter pesos para cada PM considerada
3. Examinar os resultados obtidos e montar uma lista final com as PMs a serem utilizadas, mostrando a importância relativa de cada uma
4. Medir o nível de satisfação ou insatisfação para cada PM, correlacionado esta medida com 6 níveis de serviço (de A a F)
5. Determinar o nível de serviço qualitativo resultante para cada dispositivo analisado.

KHISTY (1994) analisou o nível de serviço para calçadas. A fim de selecionar as PMs, KHISTY (1994, apud ARAUJO e BRAGA, 2008) revisou a literatura e consultou especialistas na esfera da análise da segurança de trânsito do pedestre. Os seguintes PMs foram selecionados: atratividade, conforto, conveniência, segurança, coerência e continuidade do sistema. O método de ponderação foi uma combinação do método de comparação par-a-par (*paired comparison*) e do método de soma constante (*Constant Sum*), a fim de estabelecer uma ordem de importância para os pedestres. ARAUJO e BRAGA (2008) e KHISTY (1994) fornecem uma breve descrição dos métodos mencionados.

ARAUJO e BRAGA (2008) adaptaram a metodologia de para o Brasil e buscou determinar o nível de serviço para travessias de pedestres semaforizadas. Foram estudados 4 cruzamentos na cidade de São Paulo e um corpo técnico de 17 especialistas trabalharam na determinação das PMs. Diferente do estudo original, em que os atributos eram específicos dos locais estudados, nesse caso os atributos escolhidos foram mais gerais no intuito de poder ser utilizados na

análise de qualquer travessia semaforizadas, independente da sua localização. As PMs selecionadas foram: conforto, conveniência, segurança, continuidade do sistema e economia.

O próximo passo foi coletar os dados a fim de obter os atributos que melhor descrevem as medidas acima mencionadas. Isso foi feito da seguinte maneira:

- Passo 1: O corpo técnico de especialistas desenhou um esboço de um cruzamento conhecido, com movimento intenso de pedestre e veículos, mostrando as características do cruzamento, em termos de infra-estrutura e condições operacionais.

- Passo 2: Os especialistas listaram então os atributos que poderiam influenciar a percepção do pedestre considerando o nível de risco e a qualidade do cruzamento em questão.

- Passo 3: Os autores analisaram as listas resultantes, unificaram eliminando repetições existentes e classificaram os atributos restantes de acordo com as seguintes categorias: (a) operação viária, (b) pedestres, (c) veículos, (d) sinalização horizontal e vertical, (e) semáforos, (f) calçadas, (g) outros.

- Passo 4: Os atributos classificados foram então mostrados aos especialistas, num grupo de discussão, a fim de estabelecer em consenso quais seriam realmente considerados. A tabela inicial mostrava 60 atributos, um número considerado alto e foi decidido reduzi-lo inicialmente por ordem de relevância e frequência. Finalmente 38 atributos foram mantidos.

- Passo 5: Como o número continuou alto (38), 3 especialistas analisaram a lista a fim de escolher 5 atributos para cada PMs, número considerado razoável para o estudo de campo. Para facilitar a redução foi eliminada a PM Economia, já que poucos atributos foram relacionados a ela e geralmente atributos repetidos em outras PMs. Além disso as PMs conveniência e conforto foram considerados num mesmo item considerando que a distinção nas duas definições dificilmente poderia ser percebida pelos pedestres.

Finalmente, as 3 medidas selecionadas, com os respectivos atributos estão abaixo relacionadas:

- Conforto: tempo de espera, espaço disponível enquanto espera a travessia, número de pedestres, via de mão única/dupla, estado da superfície da via;

- Segurança: largura da via, velocidade dos veículos, visibilidade, luz, defensas;
- Continuidade do sistema: ausência de obstáculos, estado de conservação das calçadas, guias rebaixadas, semáforos de pedestres, canteiro central.

Foi então aplicado um questionário para pedestres nos quatro cruzamentos em estudo a fim de medir o grau de satisfação/insatisfação de cada medida, e conseqüentemente o nível de serviço qualitativo. Foi utilizada a escala diferencial semântica bi-polar linear para escolher a medida de satisfação do pedestre em relação aos atributos definidos anteriormente.

O resultado dos 424 questionários aplicados determinou os seguintes pesos: Segurança, 38; Continuidade do Sistema, 32 e Conforto, 30; mostrando que o pedestre prioriza fatores relacionados a Segurança, como largura da via, velocidade dos veículos, visibilidade, condições da iluminação e existência de defesa.

Percebe-se que o método é totalmente subjetivo, não tendo sido apresentadas comparações com a realidade (particularmente quanto ao risco de acidentes).

3.2.2 Método de BASILE, PERSIA e USAMI (2010)

BASILE et al. (2010) procuraram medir a segurança de pedestres em interseções, semaforizadas ou não, em áreas urbanas. Para isso relacionaram fatores que consideravam importante para a segurança do pedestre na travessia e a contribuição relativa de cada fator foi determinada através da metodologia de AHP (*Analytic Hierarchy Process*) proposta por Saaty.

Esse método é geralmente utilizado para comparar diferentes alternativas e avaliar qual é a que melhor satisfaz o objetivo inicial. No trabalho, AHP é utilizado para agregar a opinião de diferentes especialistas sobre cada aspecto de segurança da travessia de pedestres.

A metodologia proposta foi utilizada para avaliar a segurança de 215 travessias de pedestres em 17 cidades europeias.

Os principais aspectos considerados, baseados em opiniões de especialista e em resultados de estudos anteriores, foram: projeto espacial e temporal; visibilidade diurna; visibilidade noturna; e, acessibilidade.

As Figuras 3-2 e 3-3 mostram esses macros critérios aplicados para interseções não semaforizadas e semaforizadas respectivamente.

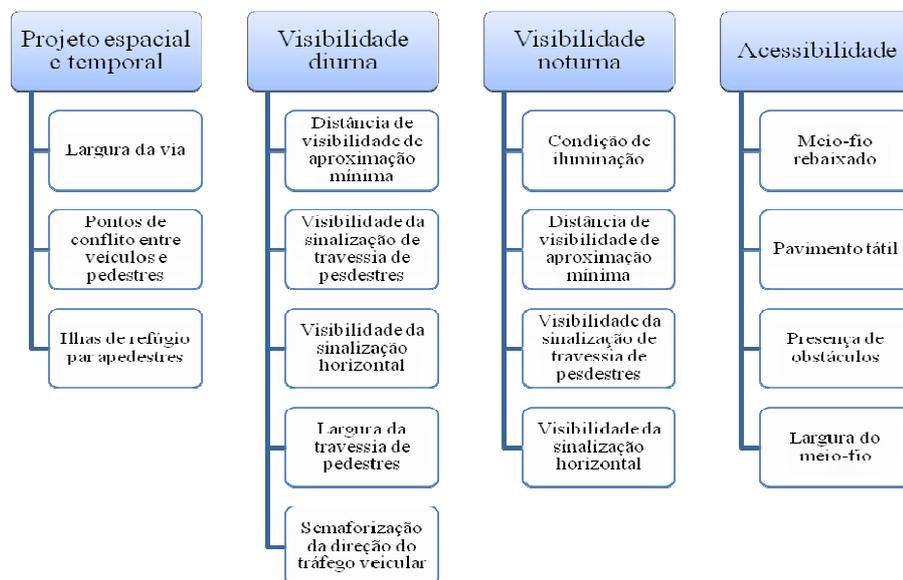


Figura 3-2 - Estrutura hierárquica para interseções não semaforizadas. (Fonte: BASILE, O.; PERSIA, L.; USAMI, D.; A Methodology to Assess Pedestrian Crossing Safety, European Transportation Research Review, vol.2, PP. 129-137, 2010)

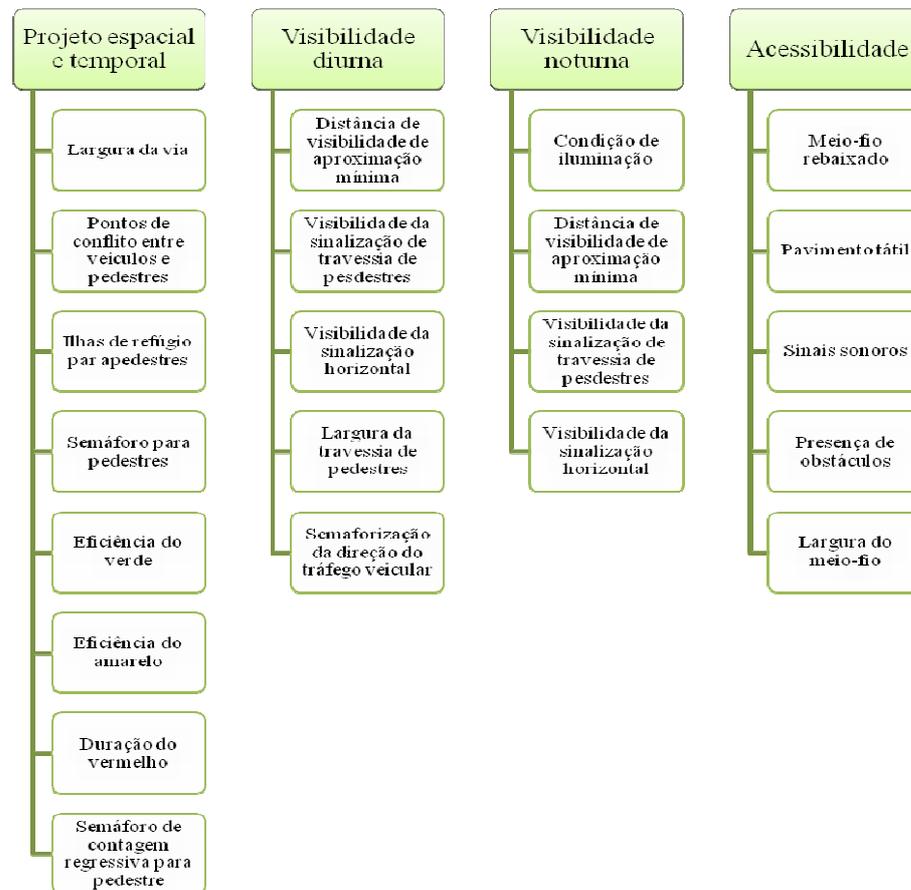


Figura 3-3 - Estrutura hierárquica para interseções semaforizadas. (Fonte: BASILE, O.; PERSIA, L.; USAMI, D.; A Methodology to Assess Pedestrian Crossing Safety, European Transportation Research Review, vol.2, PP. 129-137, 2010)

Características de projeto espacial e temporal levam em conta a exposição dos pedestres ao tráfego, conflitos e fatores de tempo de acesso da facilidade pelo pedestre, incluindo dispositivos que facilitam ou minimizam o tempo de travessia.

A visibilidade diurna e noturna avalia a visibilidade dos pedestres nos cruzamentos para os motoristas, visibilidade da travessia para os motoristas e visibilidades dos veículos que se aproximam para os pedestres.

O critério de acessibilidade leva em conta a possibilidade de acesso para todos os usuários, com ou sem deficiências, sem obstáculos e possíveis perigos.

Para cada macro critério foram então estabelecidos indicadores que foram escalados a fim de ter uma medida comum (0, 1). Um valor próximo a 0 indica um situação mais segura enquanto um valor próximo a 1 é associado a situações de risco.

Uma vez definido o problema, o AHP foi utilizado para achar um peso para cada critério presente no modelo teórico. De acordo com esse método, no caso de estrutura hierárquica com três níveis, definido pelo critério J, macro-critério M e um objetivo, é necessário avaliar:

Tabela 3-3 - Escala semântica de Saaty (Fonte: BASILE, O.; PERSIA, L.; USAMI, D.; A Methodology to Assess Pedestrian Crossing Safety, European Transportation Research Review, vol.2, PP. 129-137, 2010)

A_{ij}	Julgamento
1	Igual importância
3	Fraca importância
5	Forte importância
7	Muito forte importância
9	Importância absoluta
2,4,6,8	Valores intermediários

O peso w_{mj} do critério geral A_j associado ao macro-critério geram C_m ;

O peso w_m do macro-critério geral C_m contribuindo para o objetivo geral (nível de segurança).

Foram criadas matrizes para cada macro-critério, onde o elemento a_{ij} (coeficiente dominante) da matriz representa a prevalência do critério A_i sobre o critério A_j .

A prevalência é por sua vez medida qualitativamente, usando um escala semântica que associa um valor numérico (de 1 a 9) para um julgamento expressando um resultado possível da comparação, como na seguinte tabela.

Um grupo de 15 especialistas foi então selecionado para fazer as comparações entre os critérios de segurança adotados.

Assumindo $a_{jk} = w_j / w_k$, com w_j sendo o peso associado ao critério j e w_k o peso do critério k, o seguinte é válido:

$$a_{jj} = 1$$

$$a_{kj} = 1/a_{jk}$$

$$a_{ji} * a_{ik} = a_{jk}$$

O peso para cada critério foi então obtido agregando os coeficientes dominantes resultantes das matrizes de comparação, obtendo então a matriz agregada de comparação A, que deve ser quadrada, positiva, simétrica e consistente.

Um conjunto de 15 travessias foi avaliado e foi criado um ranking considerando o nível de segurança. Foram ainda realizadas análises na alteração do ranking, removendo cada macro-critério utilizado. A maior mudança foi observada na remoção do macro-critério de acessibilidade.

A análise final permite obter uma lista de melhorias potenciais que acarretarão no aumento da segurança para o pedestre. Dados de 215 travessias de 17 cidades europeias mostrou que os principais problemas encontrados foram: ausência de ilha de refúgio para pedestres, ciclos de semáforos inadequados, carros estacionados bloqueando a visibilidade e problemas frequentes de acessibilidade com obstáculos nas travessias de pedestres.

A proposta da metodologia é principalmente a obtenção de medidas de segurança sem a necessidade de se conhecer dados do tráfego, porém o método é totalmente subjetivo, não tendo sido apresentada a validação contra dados de acidentes ou diagnóstico com dados de acidentes.

3.3. DEFINIÇÃO DO ESTUDO DE CAMPO

Esse item apresenta a discussão relativa à seleção dos trechos para estudo.

3.3.1 Análise Geral e Seleção dos Trechos para Estudo

Atualmente, o Programa de Concessões Rodoviárias de São Paulo conta com dezenove Lotes contratados. Dos Lotes contratados, doze correspondem à 1ª Etapa do Programa, iniciada em meados de 1998, seis correspondem à 2ª Etapa, com Contratos assinados entre junho/2008 e junho/2009 e um corresponde à 3ª Etapa, com contrato assinado em março/2011 (lote 25 - Rodoanel Mário Covas – Trechos Sul e Leste).

A atuação na área de segurança de trânsito tem como instrumento fundamental o PRA, Plano de Redução de Acidentes, é elaborado pelas concessionárias anualmente, a fim de estudar e tratar problemas de segurança nas rodovias concedidas. A Secretaria de Transportes estabeleceu como meta para, obter até o final do período de Concessão, o Índice de Mortos menor que 2,5 em todo o Sistema de Rodovias Concedidas. Para atingir este objetivo a ARTESP estabelece metas anuais que são discutidas e acordadas com as concessionárias:

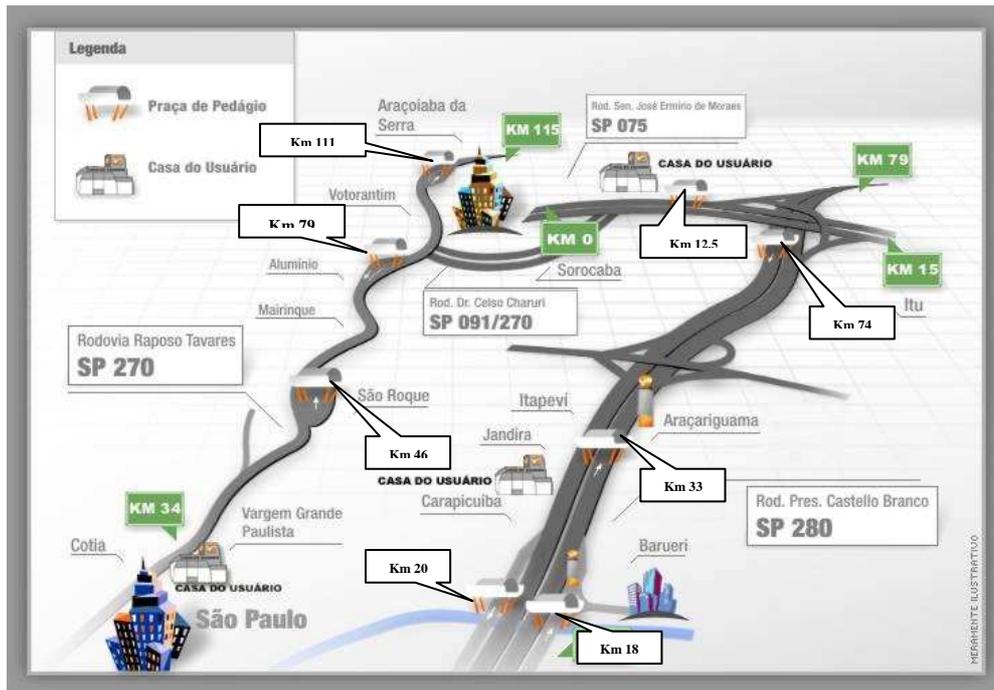
- META 1: Índice de Mortos
- META 2: Redução da Quantidade de Mortos do(s) Principal(ais) Tipo(s) de acidente() fatal (ais)
- META 3: Pontos Críticos

A concessionária ViaOeste administra o Lote 12, com 168 quilômetros de rodovias por onde trafegam diariamente mais de 500 mil veículos. O Sistema Castello-Raposo integra as rodovias Castello Branco, Raposo Tavares, Sen. José Ermírio de Moraes (Castelinho), além da

rodovia Dr. Celso Charuri, beneficiando mais de 2 milhões de habitantes, moradores da região. Essas rodovias constituem a principal ligação entre a Capital e o Oeste paulista.

A Figura 3-4 a seguir ilustra a configuração espacial do sistema Castelo-Raposos.

Figura 3-4 - Sistema Castelo-Raposos



- Rodovia Presidente Castello Branco (SP-280) – trecho do km 13,46 (Osasco) ao km 79,38 (Itu) - (65,92km)
- Rodovia Raposo Tavares (SP-270) – trecho do km 34,0 (Cotia) ao km 115,5 (Araçoiaba da Serra) - (81,5 km)
- Rodovia Senador José Ermírio de Moraes (SP-075) – do km zero ao km 15 - (15 km)
- Rodovia Dr. Celso Charuri (SP-091/270) – do km zero ao km 6,2 - (6,2 km)

As rodovias SP-270 (Raposo Tavares) e SP-280 (Castello Branco) foram analisadas para seleção de locais para estudo por serem as mais extensas e por reunirem características típicas de distintos contextos de operação.

A SP-270 apresenta trechos em pista simples (com ou sem terceira faixa) e trechos em pista dupla (com duas ou três faixas), tanto em áreas urbanas (incluindo grandes aglomerações e ocupações médias ou pequenas) quanto rurais (incluindo condições de relevo variado).

A SP-280 apresenta-se totalmente duplicada e tem 3 ou mais faixas ao longo de todo seu trajeto, percorrendo trechos altamente adensados (sem controle de acesso, como nas imediações da capital paulista) e trechos rurais com ocupação variável.

Para este trabalho, buscou-se analisar os trechos críticos específicos para pedestres e/ou ciclistas no sistema concedido. Foram analisados os dados de 2005 a 2010 (eventualmente suplementados por dados referentes a 2004 e até julho de 2011, quando necessário).

Primeiramente, pode-se ver a distribuição mensal desses acidentes, e o comparativo anual, mês a mês, considerando os dados da Rodovia Raposo Tavares (SP-270), nas Figuras 3-5 e 3-6, e da Rodovia Presidente Castello Branco (SP-280), nas Figuras 3-7 e 3-8.

Posteriormente, analisou-se a distribuição desses acidentes por km, sentido e gravidade do acidente, tanto para a SP 270, na Figura 3-9a para acidentes com ciclistas e Figura 3-9b para acidentes com pedestres, quanto para a SP 280, na Figura 3-10a para acidentes com ciclistas e Figura 3-10b para acidentes com pedestres.

- SP 270: Rodovia Raposo Tavares

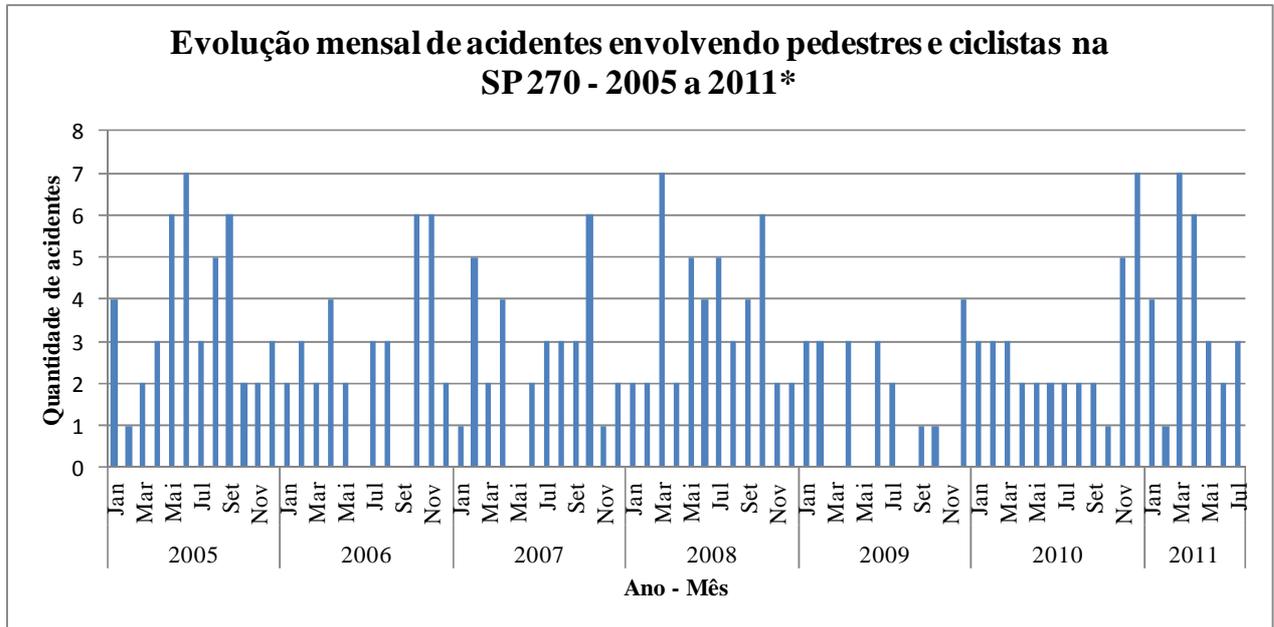


Figura 3-5 - Gráfico de evolução mensal de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas na SP 270

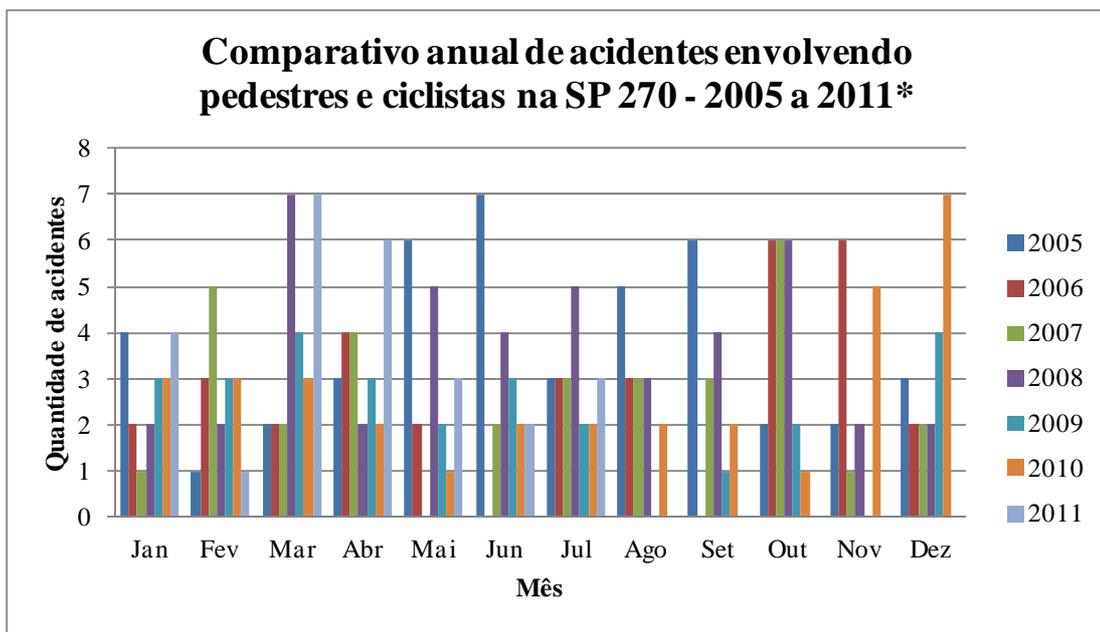


Figura 3-6 - Gráfico do comparativo anual de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas na SP 270

- SP 280: Rodovia Castello Branco

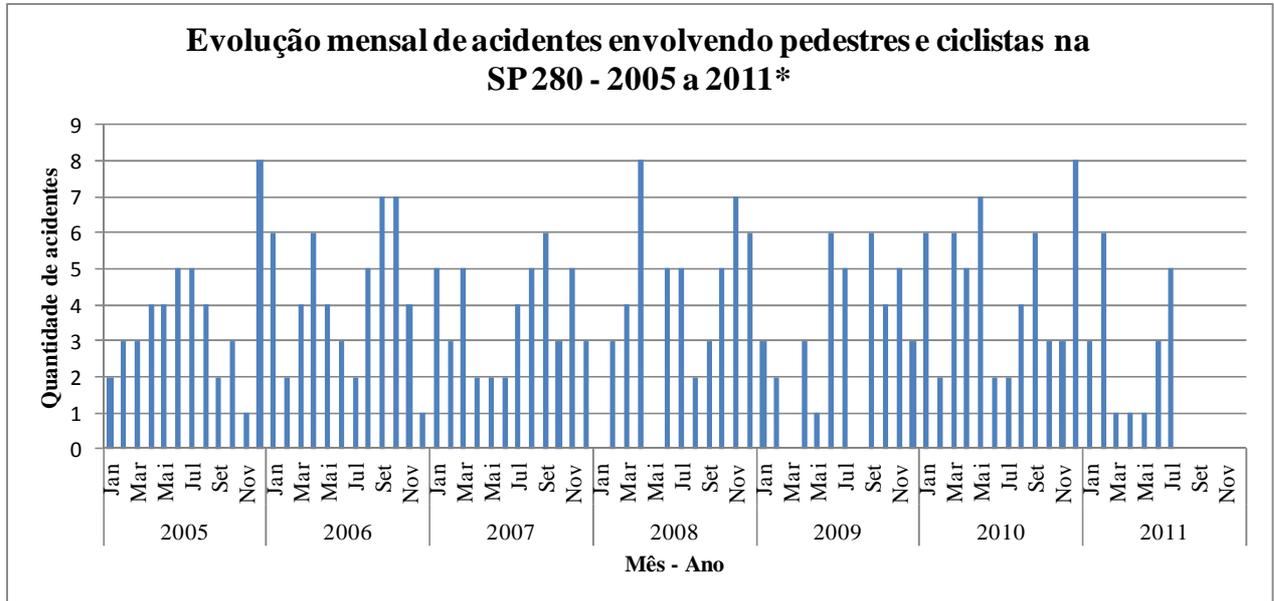


Figura 3-7 - Gráfico de evolução mensal de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas na SP 280

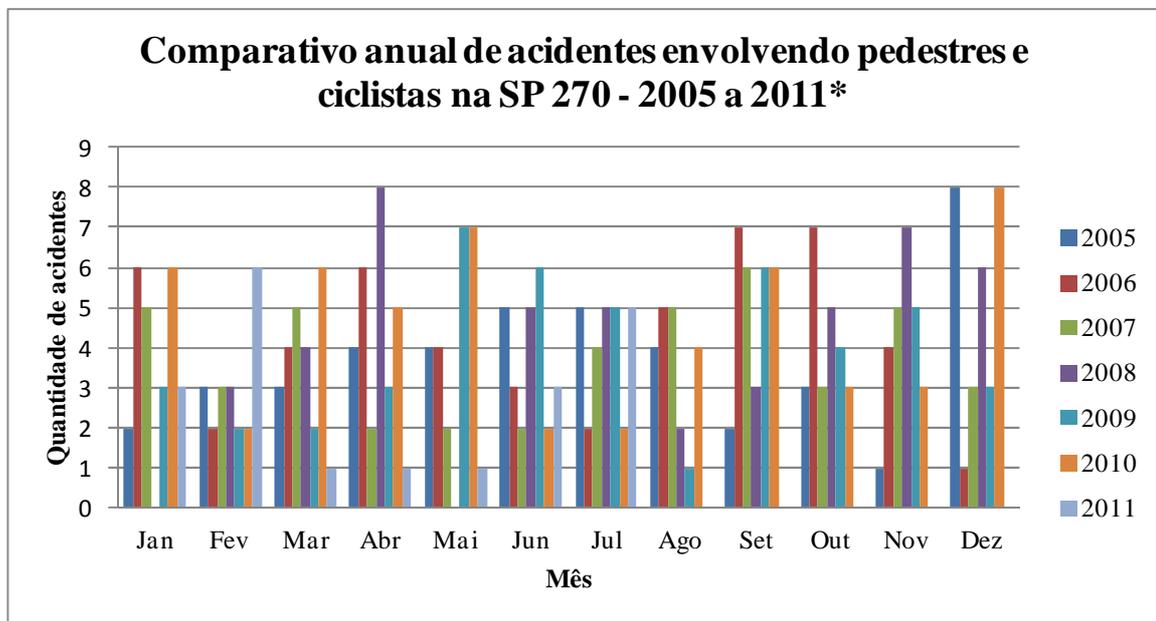
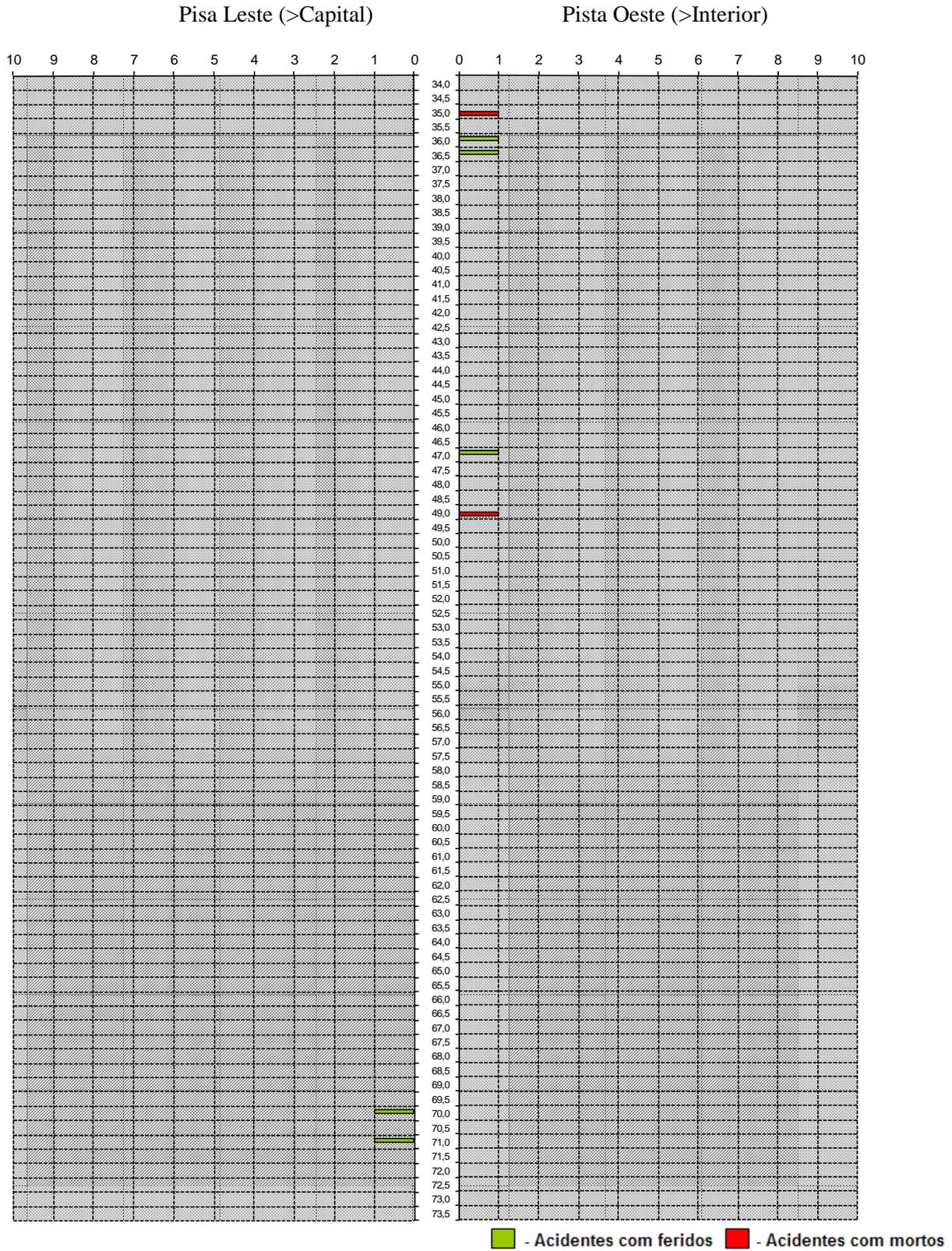


Figura 3-8 - Gráfico do comparativo anual de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas na SP 280

- SP 270: Raposo Tavares

a) Acidentes com ciclistas



b) Acidentes com pedestres

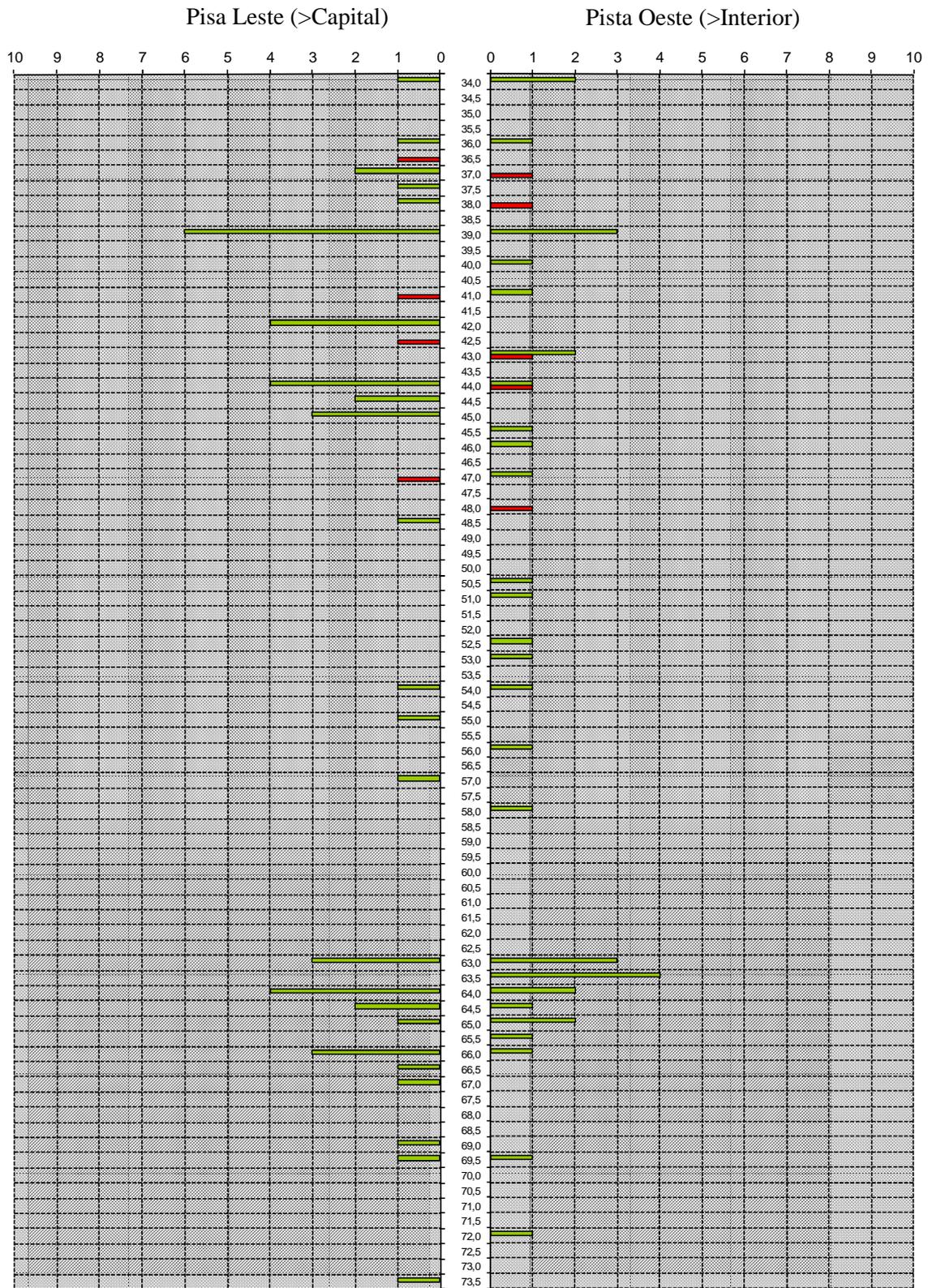
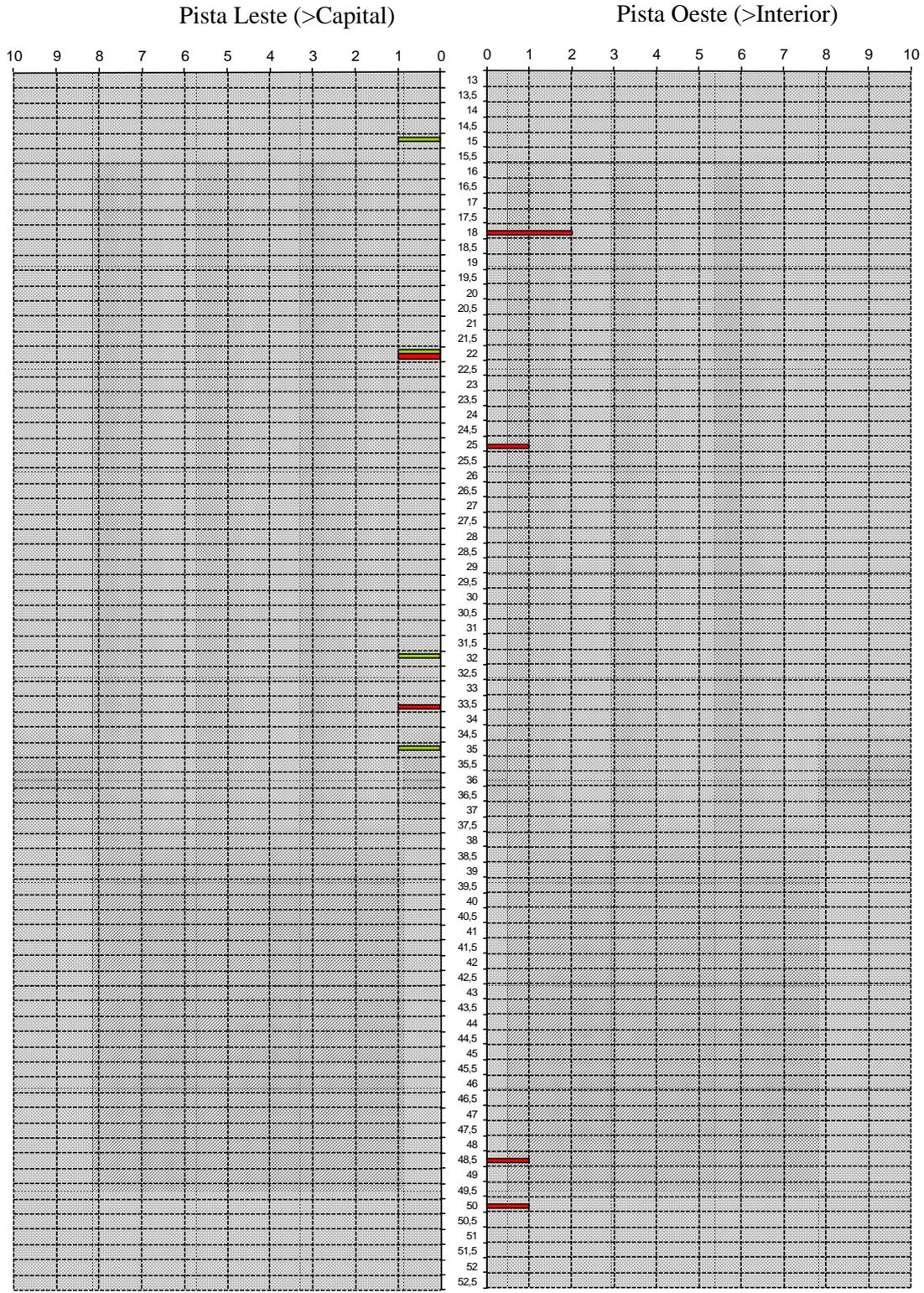


Figura 3-9 - Quadro dinâmico de acidentes - SP 270

■ - Acidentes com feridos ■ - Acidentes com mortos

- SP 280

a) Acidentes com ciclistas



■ - Acidentes com feridos ■ - Acidentes com mortos

b) Acidentes com pedestres

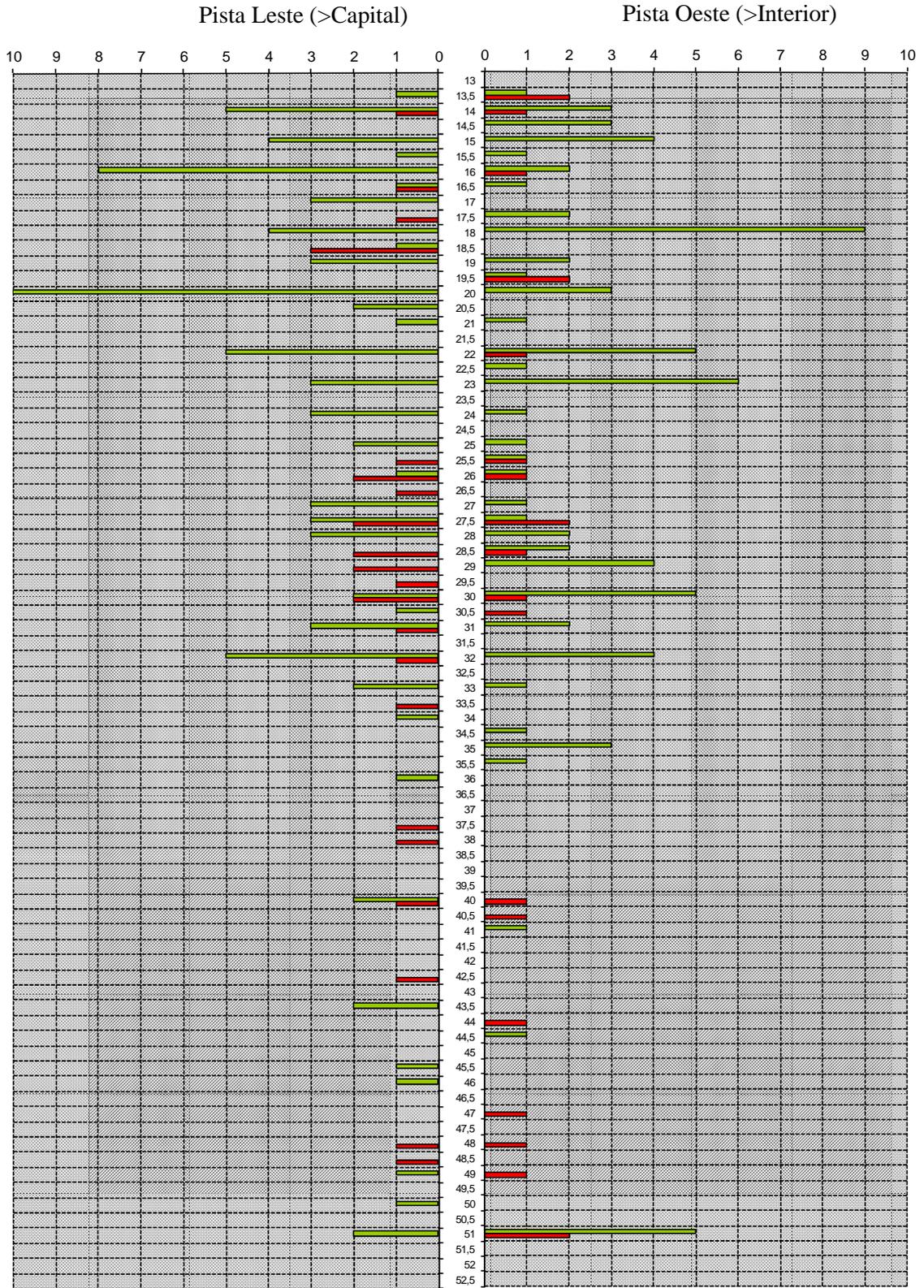


Figura 3-10 - Quadro dinâmico de acidentes - SP 280

■ - Acidentes com feridos ■ - Acidentes com mortos

Na SP270, Rodovia Raposo Tavares, os trechos críticos identificados no gráfico acima são: km 37 ao km 40 (duplicado em 2005) e km 63 ao km 65 (com pista simples). Os trechos finais, onde ocorre quantidade significativa de acidentes, estão sob influência das obras das marginais, e por esse motivo foram descartados como possíveis trechos para estudo.

Na SP280, Rodovia Castello Branco, o trecho mais crítico é o início da rodovia, próximo à São Paulo, do km 13 ao km 33, sendo mais acentuado do km 18 ao 20. No entanto, notam-se diversos trechos com frequência persistente de atropelamentos adiante, normalmente associados a adensamentos ou empreendimentos lindeiros à rodovia.

Por fim, foram analisadas as intervenções realizadas pela Concessionária no período recente. A Figura 3-11 a seguir mostra o cronograma de todas as obras programadas nas rodovias sob concessão da ViaOeste, concluídas no período 2005 a 2010.

Obra	OBRAS PROGRAMADAS		% Avanço Físico
	Início	Fim	
Implantação do Entroncamento com a Estrada Municipal km 104+130 (antigo km 104+000) - Sorocaba	10/01/05	29/03/05	100,00
Implantação de Entroncamento com Estrada Municipal km 36+500 - Cotia	01/04/03	30/06/05	100,00
Implantação de Entroncamento com o Acesso a Caucáia do Alto km 38+600 (antigo km 38+900) - Cotia	01/04/03	30/06/05	100,00
Melhorias no Dispositivo de Retorno do km 92+500 - Sorocaba	02/05/05	31/07/05	100,00
Recapeamento - 1ª Intervenção Pista Oeste no pavimento entre os km 48+000 ao km 79+380 - 2ª Fase - Araçariquama/ Itú	01/09/00	29/09/05	100,00
Recapeamento - 2ª Intervenção do km 13+700 ao km 33+000 - Pista Leste e Pista Oeste - Osasco/ Itapevi	01/07/02	30/12/05	100,00
Implantação de Entroncamento com a Estrada das Lajes km 42+200 - Vargem Grande Paulista	15/04/05	29/03/06	100,00
Passarela - Implantação km 40+500 - Jardim Elias	03/04/06	20/09/06	100,00
Duplicação - km 34+000 ao km 45+200 - Sub-trecho1 - Cotia/ Vargem Grande Paulista	01/08/02	30/09/06	100,00
Implantação de Entroncamento com a SP 250 km 45+600 (antigo km 45+200) - Vargem Grande Paulista	01/07/05	30/09/06	100,00
Implantação de Ponte Sobre o Rib. V. Grande - km 46+000 - Vargem Grande Paulista	01/09/05	30/09/06	100,00
Implantação do Dispositivo Vargem Grande Paulista km 43+700	01/09/05	30/09/06	100,00
Recapeamento - 2ª Intervenção do km 34+000 ao km 45+200 Pista Leste e Pista Oeste - Cotia/ Vargem Grande Paulista	01/08/02	30/09/06	100,00
Drenagem do Córrego Varjão entre o km 69+000 ao km 71+0000	30/03/06	29/03/07	100,00
4ª Faixa - Implantação km 23+000 ao km 26+000	10/08/06	29/03/07	100,00
Recapeamento - 2ª Intervenção do km 53+000 ao km 58+500 Pista Leste e Pista Oeste - São Roque	01/09/05	29/03/07	100,00

Continua

Continuação

Obra	OBRAS PROGRAMADAS		% Avanço Físico
	Início	Fim	
Recuperação do Pavimento e Sinalização da Av. dos Bandeirantes - km 87+200 ao km 89+300 (trecho fora da Concessão da Viaoeste)	30/03/07	29/06/07	100,00
Duplicação - km 89+300 ao km 90+490 - Sub-trecho 7 - Sorocaba	10/04/06	30/06/07	100,00
Implantação da Transposição da linha Férrea da FEPASA km 87+200 - Sorocaba	01/08/06	30/06/07	100,00
Implantação do Contorno Provisório de Brigadeiro Tobias	10/04/06	15/07/07	100,00
Implantação de Passarela - Brigadeiro Tobias km 88+430	30/03/07	15/07/07	100,00
Melhorias das alças do dispositivo de retorno km 58+000 - São Roque	01/12/06	29/07/07	100,00
Implantação de Área de Descanso km 57+000 - São Roque	01/07/06	29/07/07	100,00
Implantação do Contorno Provisório de São Roque	01/09/06	30/07/07	100,00
3ªs Faixas e Acostamentos - Implantação Pistas Leste e Oeste (18082 m)	01/09/04	30/07/07	100,00
Recapeamento - 2ª Intervenção do km 45+200 ao km 53+000 Pista Leste e Pista Oeste - Vargem Grande Paulista/ São Roque	01/06/04	30/07/07	100,00
Recapeamento - 2ª Intervenção do km 63+000 ao km 67+000 Pista Leste e Pista Oeste - São Roque/ Mairinqui	01/09/05	30/07/07	100,00
Recapeamento - 2ª Intervenção do km 67+000 ao km 87+200 Pista Leste e Pista Oeste - Mairinqui/ Sorocaba	15/03/03	30/07/07	100,00
Base Operacional da Polícia Militar Rodoviária - PMRv km 35+700 Pista Oeste - Cotia	01/04/07	31/07/07	100,00
1ª Interv. pavimentos a serem implantados durante a concessão - Complexo Maria Campos	30/06/07	30/09/07	100,00
Passarela - Implantação km 72+600 - Itú	15/05/07	15/10/07	100,00
Melhorias na Estrada do Marmeleiro	01/03/07	15/10/07	100,00
Passarela - Implantação km 40+000 - Santana de Parnaíba	01/06/07	18/12/07	100,00
Recapeamento - 2ª Intervenção no pavimento entre os km 92+000 ao km 115+500 Pista Leste e Pista Oeste - Sorocaba/ Araçoiaba da Serra	19/04/06	18/01/08	100,00
Passarela - Implantação km 42+500 - Vargem Grande Paulista	06/11/07	29/03/08	100,00
Passarela - Implantação km 41+500 - Vargem Grande Paulista	27/08/07	31/03/08	100,00
Implantação de Entroncamento com a Estrada do Marmeleiro km 63+600 (antigo km 63+000) - São Roque	15/12/06	30/01/09	100,00
Melhorias nas interseções em níveis dos km 50+300, km 62+800, km 65+800 e km 76+000	30/03/06	29/03/09	80,00
Melhoria do Pátio de Estacionamento km 74+000 (Fase 01)	02/02/08	30/07/09	100,00
PGF - Implantação km 73+500 Pista Leste	01/04/09	30/11/09	100,00
Melhoria e Complementação do Dispositivo de Retorno km 76+000 - Itú	01/04/08	04/12/09	100,00
Melhorias Viárias na Marginal Tietê - Marginal Esquerda e Direita	06/05/09	30/12/09	100,00
Complementação da Interseção com o Rodoanel no km 19+300 (conforme projeto)	22/04/09	30/12/09	100,00
Melhorias no Trevo do km 31+950 - Acesso à Jandira, Itapevi e Aldeia da Serra	26/01/09	08/02/10	100,00
Acostamento - Melhorias km 45+200 ao km 87+200 (Exceto Contorno de São Roque) 34.812 m - Vargem Grande Paulista/ Sorocaba	21/07/04	29/03/10	100,00
Recapeamento - 3ª Intervenção do km 0+000 ao km 15+000 Pistas Norte/ Pista Sul - Sorocaba/ Itú	01/05/10	01/10/10	100,00
Faixa Adicional - km 73+320 ao km 73+860 Pista Oeste e km 75+100 ao km 75+600 Pista Leste	01/04/09	30/12/10	100,00

Figura 3-11 - Cronograma de obras concluídas de 2005 a 2010

Os trechos da SP 270, Rodovia Raposo Tavares, passaram por algumas intervenções no período em estudo (2005 a 2010), como pode ser observado na Figura 3-11.

Em 2008 foram realizadas melhorias nas interseções em níveis dos kms 62+800, 65+800 e km 76+000. O principal ganho para os pedestres foi justamente a instalação do dispositivo de proteção, chamados pela concessionária de “*bullets*”, que incluem um refúgio central.

As principais intervenções foram a duplicação do trecho entre Cotia e Vargem Grande Paulista (incluindo passarelas para pedestres), o Contorno Urbano em São Roque e as Marginais nos trechos de Cotia, Vargem Grande e Sorocaba (a duplicação do trecho entre Sorocaba e Araçoiaba da Serra havia sido feita anteriormente). Em 2009 foi implantado também o entroncamento com a Estrada do Marmeleiro no km 63+000, em São Roque.

O trecho estudado da SP 280, Rodovia Castello Branco, do km 28 ao km 30 não sofreu grandes intervenções no período em estudo (2005 a 2010), com exceção dos trevos nos acessos próximos a São Paulo (como o de Jandira). Foram feitas alterações nas Marginais no trecho entre São Paulo e Alphaville, em Barueri (que haviam sido implantadas anteriormente).

Foram implantadas diversas passarelas para pedestres, adiante. Os trechos que deveriam ser estudados inicialmente foram o km 40+000 e o km 72+600 onde foram construídas passarelas, em 2007. Porém, as imagens das câmeras de segurança da concessionária não mostraram as passarelas em questão e foram, portanto, descartadas do estudo.

Com base nesta caracterização preliminar e no histórico de intervenções realizadas, definiu-se a seguinte diretriz para o estudo de campo:

- na SP 270 optou-se por analisar trechos de pista simples que tiveram a implantação de facilidades para travessias de pedestres e/ou ciclistas em nível;
- na SP 280 optou-se por analisar trechos (todos de pista dupla) que apresentaram elevados índices de acidentes;
- em ambos os casos, foram buscados locais que pudessem servir de grupo de comparação pelas características locais similares, mas sem um histórico de acidentes similar.

Com estes critérios, foram pré-selecionados diversos trechos em ambas as rodovias e iniciou-se o contato com a concessionária para obtenção de dados de campo. Em particular, face à disponibilidade de um amplo sistema de monitoração da operação com CFTV, onde seria possível obter imagens em filme da operação regular, decidiu-se por concentrar a observação, nos seguintes trechos: na SP 270, trechos de pista simples no km 60,5 (controle) e km 63; na SP 280, trechos de pista dupla no km 29,5 (controle) e km 30.

A Figura 3-12a relaciona as obras, por ordem, que influenciaram de alguma forma nos trechos estudados da SP 270, Rodovia Raposo Tavares. A Figura 3-12b, por sua vez, lista as obras que influenciaram nos trechos sob análise da SP 280, Rodovia Castello Branco.

a) SP 270

Rodovia	Item de Serviço	Obra	OBRAS PROGRAMADAS	
			Início	Fim
SP 270	050102020104	Recapeamento - 2ª Intervenção do km 63+000 ao km 67+000 Pista Leste e Pista Oeste - São Roque/ Mairinqui	01/09/05	30/07/07
SP 270	02040131	Melhorias nas interseções em níveis dos km 50+300, km 62+800, km 65+800 e km 76+000	30/03/06	29/03/09
SP 270	010504	Implantação do Contorno Provisório de São Roque	01/09/06	30/07/07
SP 270	02040108	Implantação de Entroncamento com a Estrada do Marmeleiro km 63+600 (antigo km 63+000) - São Roque	15/12/06	30/01/09
SP 270	0204010801	Melhorias na Estrada do Marmeleiro	01/03/07	15/10/07

b) SP 280

Rodovia	Item de Serviço	Obra	OBRAS PROGRAMADAS	
			Início	Fim
SP 075	0202010106	Praça de Pedágio - Implantação km 12+500 Pista Sul (antigo km 7+000) - Sorocaba	01/04/98	30/09/98
SP 280	020607	Faixas de Aceleração/ Desaceleração km 18+000 Pista Leste (Posto SAU a instalar). Substituída por Faixa de	30/03/00	29/09/00

Figura 3-12 – Cronograma com relação de obras que influenciaram de alguma forma os trechos em estudo

Considera-se que uma influência potencialmente relevante pode ter ocorrido nos trechos selecionados da SP270. O contorno provisório fica entre os trechos estudados e pode ter efeito reduzido nos locais selecionados, mas o entroncamento com a Estrada do Marmeleiro certamente reduziu o fluxo no km 63 (uma melhor rota que busca o acesso à SP280).

3.4. PREPARAÇÃO DO ESTUDO DE CAMPO

Esse item apresenta as atividades desenvolvidas na preparação do estudo de campo, a saber:

- coleta de dados dos acidentes;
- filmagem da operação de tráfego no trecho;
- coleta de dados físicos e de tráfego;
- análise das condições locais e dos acidentes.

3.4.1. Coleta de Dados sobre Acidentes nos Trechos para Estudo

Nestes trechos selecionados, foi examinada a distribuição dos acidentes de trânsito envolvendo pedestres e ciclistas por dia da semana e hora do dia, de forma a garantir a cobertura de filmagens em períodos de maior frequência de acidentes.

No km 60,5 da SP 270 não houve a ocorrência de acidentes e no km 29,5 ocorreu apenas 1 acidente no período analisado (2005 a 2010). Foram utilizados nesse estudo como controles dos demais kms em cada rodovia.

Com base na distribuição dos acidentes, foram programadas filmagens em um sábado e uma segunda-feira, em 3 períodos cada dia: pico da manhã (06:30 às 07:30), entre pico (12:00 às 13:00) e pico da tarde (18:30 às 19:30), em cada trecho sob análise.

Tabela 3-4 – SP 270 – Acidentes por dia da semana

a. SP270		Km63		Dia da Semana						
todos os sentidos	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total	
		12		1						1
	14		1						1	
	18					2			2	
	21						1		1	
	23	1							1	
	Total	1	2			2	1		6	
p/Cap	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total	
	12		1						1	
	21						1		1	
	23	1							1	
	Total	1	1				1		3	
p/Int	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total	
	14		1						1	
	18					2			2	
	Total		1			2			3	

b. SP270		Km63,5		Dia da Semana						
todos	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total	
		8			1					1
	12							1	1	
	17							1	1	
	21					1			1	
	total			1		1			2	
p/Cap	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total	
	total									
p/Int	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total	
	8			1					1	
	12							1	1	
	17							1	1	
	21					1			1	
	total			1		1			2	

c. SP270		Km64		Dia da Semana						
todos	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total	
		15					1			1
	18		1						1	
	19	1							1	
	20	2							2	
	23						1		1	
	total	3	1			1	1		6	
p/Cap	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total	
	15					1			1	
	18		1						1	
	20	2							2	
	total	2	1			1			4	
p/Int	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total	
	19	1							1	
	23						1		1	
	total	1					1		2	

Tabela 3-5 - SP 270 - Acidentes por gravidade

a. SP270		Km63		ANO					
todos	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
	Leve	2	1		2		1	6	
	total	2	1		2		1	6	
p/Cap	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
	Leve	2					1	3	
	total	2					1	3	
p/Int	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
	Leve		1		2			3	
	total		1		2			3	

b. SP270		Km63,5		ANO					
todos	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
	Leve		1		3			4	
	total		1		3			4	
p/Cap	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
p/Int	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
	Leve		1		3			4	
	total		1		3			4	

c. SP270		Km64		ANO					
todos	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
	Grave						1	1	
	Leve	1	1	1	1		1	5	
	total	1	1	1	1		2	6	
p/Cap	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
	Grave						1	1	
	Leve		1		1		1	3	
	total		1		1		2	4	
p/Int	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
	Leve	1		1				2	
	total	1		1				2	

Tabela 3-6 - SP 280 – Acidentes por dia da semana

a. SP280		Km29		Dia da Semana					
	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total
todos	2	1							1
	5	1							1
	15					1			1
	16	1							1
	18							1	1
	20					1			1
	total		3				2		1
p/Cap	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total
	2	1							1
	20					1			1
	total	1				1			2
p/Int.	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total
	5	1							1
	15					1			1
	16	1							1
	18							1	1
total	2					1		1	4

b. SP280		Km29,5		Dia da Semana					
	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total
todos	7		1						1
	total		1						1
p/Cap	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total
	7		1						1
	total		1						1
p/Int.	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total

c. SP280		Km30		Dia da Semana					
	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total
todos	7		1			1			2
	8			1	1				2
	15	1							1
	16			1					1
	18			1			1	1	3
	19							1	1
	total		1	1	3	1	2	1	1
p/Cap	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total
	7		1				1		2
	8				1				1
	19							1	1
total		1		1	1		1	4	
p/Int.	Hora do Dia	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sab	total
	8			1					1
	15	1							1
	16			1					1
	18			1			1	1	3
total	1		3			1	1	6	

Tabela 3-7 - SP 280 – Acidentes por gravidade

a. SP280		Km29		ANO				
todos	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total
		Fatal				1	1	
	Grave		1				1	2
	Leve		1			1		2
	total		2		1	2	1	6
p/Cap	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total
	Fatal				1	1		2
	total				1	1		2
p/Int	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total
	Grave		1				1	2
	Leve		1			1		2
	total		2			1	1	4

b. SP280		Km29,5		ANO					
todos	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
		Fatal						1	1
		total						1	1
p/Cap	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
	Fatal						1	1	
	total						1	1	
p/Int	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
	total						1	1	

c. SP280		Km30		ANO					
todos	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
		Fatal				2		1	3
		Grave			1	1			2
		Leve		1	2	1	1		5
		total		1	3	4	1	1	10
p/Cap	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
	Fatal				1		1	2	
	Leve		1	1				2	
	total		1	1	1		1	4	
p/Int	Gravidade do acidente	2005	2006	2007	2008	2009	2010	total	
	Fatal				1			1	
	Grave			1	1			2	
	Leve			1	1	1		3	
	total			2	3	1		6	

3.4.2. Coleta de Dados sobre Operação nos Trechos para Estudo

Nesse item primeiramente é apresentada a descrição geral de cada trecho estudado, e são então apresentados os dados básicos de operação nos trechos obtidos através da análise dos vídeos, conforme segue:

- Quantidade de veículos leves;
- Quantidade de veículos pesados;
- Quantidade de motos;
- Quantidade de ciclistas (ao longo da via e atravessando)
- Quantidade de pedestres (ao longo da via e atravessando)
- Velocidade veicular.

a. Descrição dos trechos

- km 60,5 da SP 270:

A Figura 3-15a mostra a imagem aérea do trecho em questão. A Figura 3-15b mostra a imagem da câmera de monitoração da concessionária, das imagens utilizadas nesse trabalho.

A Figura 3-16 mostra detalhes do trecho, sentido interior e sentido SP. O trecho é caracterizado por elevado fluxo de pedestres, devido à presença de pontos de ônibus em ambos os sentidos da rodovia, como pode ser observado.

A área lindeira é ocupada por bairros residenciais em ambos os sentidos e uma fábrica de móveis de escritório no sentido São Paulo.

a. Imagem aérea



b. Câmera de segurança da concessionária



Figura 3-13 - km 60,5 da SP 270, imagem aérea (Google Earth) e câmera de segurança da concessionária

a. Visão geral, pontos de ônibus



b. Sentido SP



c. Sentido Interior



Figura 3-14 - km 60,5 da SP 270, detalhes (Street View - Google Earth)

- km 63 da SP 270:

Esse trecho é caracterizado pela alta interferência urbana nas áreas lindeiras, tendo bairros mistos (residenciais e comerciais) em ambos os sentidos da rodovia. A Figura 3-17a mostra a vista aérea do local e a Figura 3-17b a imagem da câmera de monitoração da concessionária.

São utilizados dispositivos de travessia, como ilhas de refúgio, a fim de dividir a travessia, que pode ser realizada em um sentido de cada vez. A Figura 3-18 mostra fotos do local.

a. Imagem aérea



b. Câmera de Segurança



Figura 3-15 - km 63 da SP 270, imagem aérea (Google Earth) e câmera de segurança da concessionária

a. Sentido SP



b. Dispositivo de proteção



Figura 3-16 – km 63,5, detalhes

- km 29,5 da SP 280:

O km 29,5, utilizado nesse trabalho como controle, é caracterizado por alto fluxo de veículos, principalmente nos períodos de pico da manhã e da tarde. Tem a área adjacente da pista sentido SP ocupada por fábricas, sem ocupação na área adjacente da pista sentido interior, como pode ser visto nas Figuras 3-19.

A Figura 3-20 mostra os detalhes do trecho, sentido SP e sentido interior.

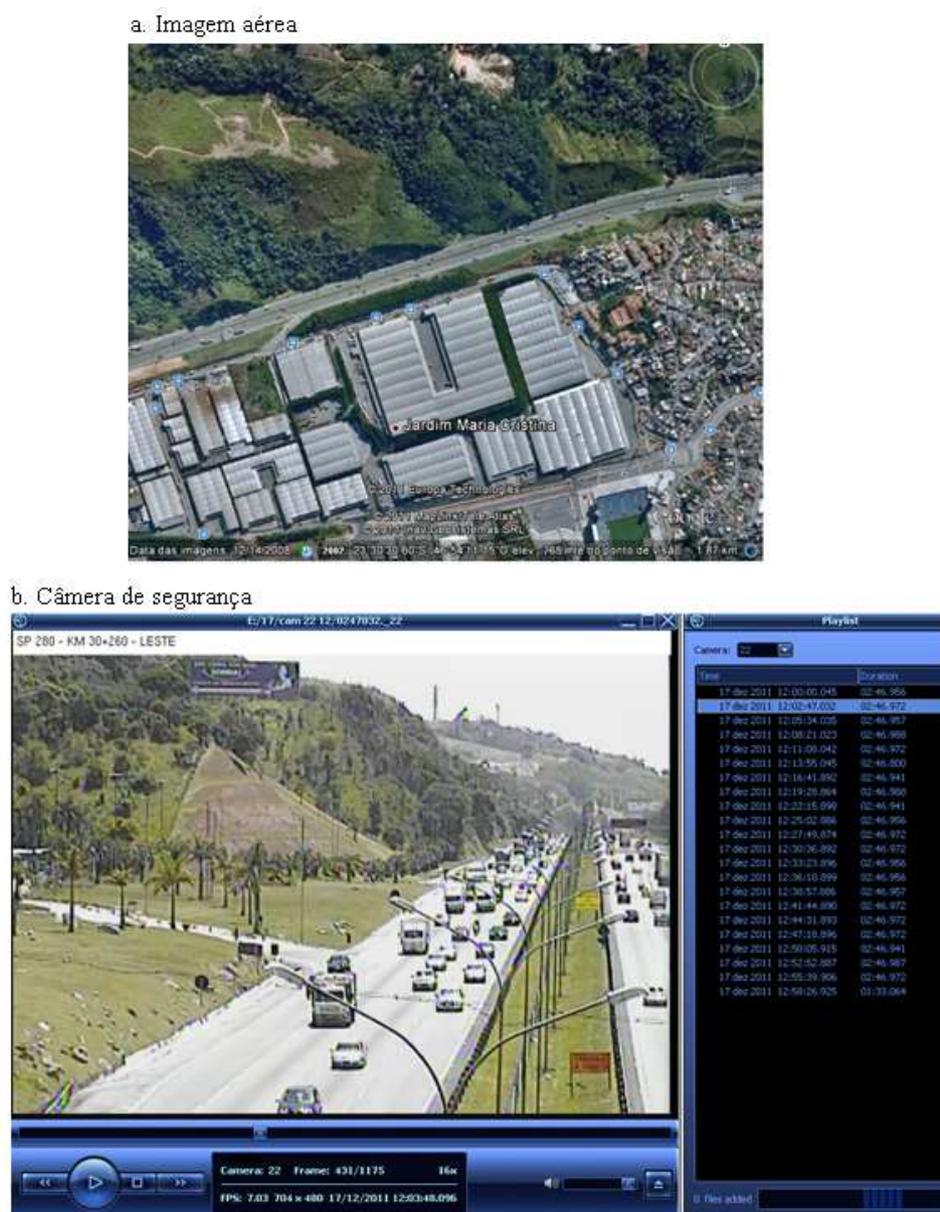


Figura 3-17 - km 29,5 da SP 280, imagem aérea (Google Earth) e câmera de segurança da concessionária

a. Sentido interior



b. Sentido SP



Figura 3-18 - km 29,5 da SP 280, detalhes (Street View - Google Earth)

- km 30 da SP 280:

O km 30 da SP 280 tem elevado fluxo de veículos, tanto no sentido SP como no sentido interior. As áreas adjacentes são ocupadas, tendo um posto de serviços na pista sentido interior e um fábrica grande de produtos químicos na pista sentido SP. A Figura 3-21 mostra a imagem aérea da região e da câmera de segurança da concessionária.

A Figuras 3-22 mostra os detalhes do trecho.

a. Imagem aérea



b. Câmera de segurança



Figura 3-19 - km 30 da SP 280, imagem aérea (Google Earth) e câmera de segurança da concessionária

a. Sentido interior



b. Sentido SP



Figura 3-20 - km 30 da SP 280, detalhes (Street View - Google Earth)

b. Resumo dos dados operacionais básicos

Nesse item são apresentados resumidamente os dados básicos de tráfego obtidos a partir do processamento as imagens das câmeras de segurança fornecidas pela concessionária.

No anexo A são apresentadas as planilhas utilizadas para esse levantamento, contendo as contagens feitas a cada 5 minutos de gravação.

No km 63 da SP 270, Rodovia Raposo Tavares, a filmagem do período da manhã apresentou problema e portanto não pode ser analisada. No período da tarde, a câmera estava posicionada bem distante da rodovia, e portanto foi possível realizar as contagens de tráfego, mas não identificar pedestres e ciclistas.

Foi levantada a composição do tráfego (quantidade de veículos leves, quantidade de veículos pesados e quantidade de motos), a velocidade de cada categoria, e os movimentos de pedestres e ciclistas, ao longo da via (no canteiro central ou nas laterais), e atravessando a via.

- km 60,5 da SP 270:

Tabela 3-8 - Dados básicos de operação km 60,5 da SP 270

	Sentido: Interior (O)	Sentido: SP (L)		Sentido: Interior (O)	Sentido: SP (L)
06:30-07:30					
Passeio (veículos/hora)	213	170	Ciclista ao longo da via (ciclistas/hora)	0	3
Comercial (veículos/hora)	48	48	Ciclista atravessando a via (ciclistas/hora)	0	0
Moto (veículos/hora)	21	14	Pedestre ao longo da via (pedestres/hora)	13	15
Velocidade (km/h) - (+/- 15%)	41	39	Pedestre atravessando a via (pedestres/hora)	22	19
12:00-13:00					
Passeio (veículos/hora)	506	469	Ciclista ao longo da via (ciclistas/hora)	0	2
Comercial (veículos/hora)	60	45	Ciclista atravessando a via (ciclistas/hora)	0	0
Moto (veículos/hora)	36	48	Pedestre ao longo da via (pedestres/hora)	8	7
Velocidade (km/h) - (+/- 15%)	40	32	Pedestre atravessando a via (pedestres/hora)	16	9
18:30-19:30					
Passeio (veículos/hora)	377	419	Ciclista ao longo da via (ciclistas/hora)	1	0
Comercial (veículos/hora)	30	27	Ciclista atravessando a via (ciclistas/hora)	0	0
Moto (veículos/hora)	25	30	Pedestre ao longo da via (pedestres/hora)	8	7
Velocidade (km/h) - (+/- 15%)	39	35	Pedestre atravessando a via (pedestres/hora)	16	17

- km 63 da SP 270:

Tabela 3-9 - Dados básicos de operação km 63 da SP 270

	Sentido: Interior (O)	Sentido: SP (L)		Sentido: Interior (O)	Sentido: SP (L)
06:30-07:30					
Passeio (veículos/hora)	-	-	Ciclista ao longo da via	-	-
Comercial (veículos/hora)	-	-	Ciclista atravessando a via	-	-
Moto (veículos/hora)	-	-	Pedestre ao longo da via	-	-
Velocidade (km/h) - (+/- 15%)	-	-	Pedestre atravessando a via	-	-
12:00-13:00					
Passeio (veículos/hora)	489	517	Ciclista ao longo da via	3	0
Comercial (veículos/hora)	82	58	Ciclista atravessando a via	0	0
Moto (veículos/hora)	60	64	Pedestre ao longo da via	24	10
Velocidade (km/h) - (+/- 15%)	52	47	Pedestre atravessando a via	3	9
18:00-19:00					
Passeio (veículos/hora)	835	726	Ciclista ao longo da via		
Comercial (veículos/hora)	45	42	Ciclista atravessando a via		
Moto (veículos/hora)	90	51	Pedestre ao longo da via		
Velocidade (km/h) - (+/- 15%)	48	46	Pedestre atravessando a via		

Sem dados

- km 29,5 da SP 280:

Tabela 3-10 - Dados básicos de operação km 29,5 da SP 280

	Sentido: Interior (O)	Sentido: SP (L)		Sentido: Interior (O)	Sentido: SP (L)
06:30-07:30					
Passageiro (veículos/hora)	1331	1608	Ciclista ao longo da via (ciclistas/hora)	0	1
Comercial (veículos/hora)	733	717	Ciclista atravessando a via (ciclistas/hora)	0	0
Moto (veículos/hora)	104	102	Pedestre ao longo da via (pedestres/hora)	0	2
Velocidade (km/h) - (+/- 15%)	88	56	Pedestre atravessando a via (pedestres/hora)	0	0
12:00-13:00					
Passageiro (veículos/hora)	4772	2681	Ciclista ao longo da via (ciclistas/hora)	0	0
Comercial (veículos/hora)	698	847	Ciclista atravessando a via (ciclistas/hora)	0	0
Moto (veículos/hora)	205	138	Pedestre ao longo da via (pedestres/hora)	4	1
Velocidade (km/h) - (+/- 15%)	78	64	Pedestre atravessando a via (pedestres/hora)	0	0
18:30-19:30					
Passageiro (veículos/hora)	2452	4717	Ciclista ao longo da via (ciclistas/hora)	0	0
Comercial (veículos/hora)	691	956	Ciclista atravessando a via (ciclistas/hora)	0	0
Moto (veículos/hora)	153	121	Pedestre ao longo da via (pedestres/hora)	0	1
Velocidade (km/h) - (+/- 15%)	80	34	Pedestre atravessando a via (pedestres/hora)	0	0

- km 30 da SP 280:

Tabela 3-11 - Dados básicos de operação km 30 da SP 280

	Sentido: Interior (O)	Sentido: SP (L)		Sentido: Interior (O)	Sentido: SP (L)
06:30-07:30					
Passageiro (veículos/hora)	1331	1608	Ciclista ao longo da via (ciclistas/hora)	0	1
Comercial (veículos/hora)	733	717	Ciclista atravessando a via (ciclistas/hora)	0	0
Moto (veículos/hora)	104	102	Pedestre ao longo da via (pedestres/hora)	5	3
Velocidade (km/h) - (+/- 15%)	88	56	Pedestre atravessando a via (pedestres/hora)	1	3
12:00-13:00					
Passageiro (veículos/hora)	4772	2681	Ciclista ao longo da via (ciclistas/hora)	0	0
Comercial (veículos/hora)	698	847	Ciclista atravessando a via (ciclistas/hora)	0	0
Moto (veículos/hora)	205	138	Pedestre ao longo da via (pedestres/hora)	6	1
Velocidade (km/h) - (+/- 15%)	78	64	Pedestre atravessando a via (pedestres/hora)	4	2
18:30-19:30					
Passageiro (veículos/hora)	2452	4717	Ciclista ao longo da via (ciclistas/hora)	1	0
Comercial (veículos/hora)	691	956	Ciclista atravessando a via (ciclistas/hora)	0	0
Moto (veículos/hora)	153	121	Pedestre ao longo da via (pedestres/hora)	4	0
Velocidade (km/h) - (+/- 15%)	80	34	Pedestre atravessando a via (pedestres/hora)	2	2

3.4.3. Análise das Condições Locais e dos Acidentes nos Trechos para Estudo

A seguir são apresentados os diagramas de condição inicial dos trechos em estudo, km 60,5 e km 63 da SP 270 e km 29,5 e km 30 da SP 280. O atendimento às condições de projeto é também analisado, com atenção particular ao impacto de intervenções ocorridas no período.

a. Análise das Condições Locais.

A Figura 3-13a mostra o trecho do km 60,5 da SP 270. Trata-se de um trecho com 1 faixa de tráfego veicular por sentido, sem acostamento. Há pontos de ônibus de ambos os lados, assim como baias de ônibus. Cerca de 50 m de cada lado há lombadas, que provocam a redução da velocidade dos veículos, gerando mais oportunidades de travessia para os pedestres no local. Nos trechos após a lombada, são 2 faixas de rolamento por sentido e acostamento, sendo que no sentido São Paulo há calçada para os pedestres que se deslocam ao longo da via antes e depois do trecho em questão, e no sentido interior há calçada apenas no trecho antes da lombada (para quem vai sentido interior).

A Figura 3-13b traz o diagrama de condição inicial do km 63 da SP 270. Nesse trecho são duas faixas por sentido, sem acostamento, com calçada para pedestres que se deslocam ao longo da via em ambos os sentidos. No centro da pista, dividindo os 2 sentidos do fluxo veicular, há o dispositivo de proteção para facilitar a travessia dos pedestres.

a) Diagrama de condição local - SP 270, km 60,5



b) Diagrama de condição local - SP 270, km 63



Figura 3-21 – Diagramas de condição inicial – SP 270

A Figura 3-14a retrata as condições iniciais do km 29,5 da SP 280. São 3 faixas de rolamento por sentido, com acostamento no sentido interior e faixa de aceleração, para quem sai das fábricas no local, no sentido São Paulo.

Finalmente, a Figura 3-14b representa as condições locais do km 30 da SP 280. São 3 faixas de rolamento por sentido, com faixa de aceleração na saída do posto de serviços no sentido interior e acostamento no sentido São Paulo. Há também alambrado nesse local, que inibe a travessia de pedestres.

a) Diagrama de condição local - SP 280, km 29,5



b) Diagrama de condição local - SP 280, km 30



Figura 3-22 – Diagramas de Condição inicial – SP 280

b. Análise do Atendimento às Condições de Projeto.

Visitas em campo e análises locais permitiram então fazer uma análise do atendimento das condições de projeto, considerando o que foi apresentado no capítulo 2 desse trabalho, onde foi apresentada a revisão bibliográfica, incluindo os manuais de projeto.

Conforme pode-se observar no diagrama de condição inicial apresentado na Figura 3-13a, o km60,5 da Rodovia Raposo Tavares apresenta dispositivos que facilitam a travessia do pedestre. Primeiramente, as lombadas e ambos os sentidos, anteriores ao local de travessia, que provocam a redução da velocidade dos veículos que se aproximam do local da travessia, ajudando também a formar brechas no fluxo, que facilitam a travessia. Os dois sentidos possuem ainda acostamentos e calçadas, que servem para o deslocamento ao longo da via de pedestres e ciclistas. A largura das faixas, 3,5 m está dentro do recomendado. A redução para 1 faixa por sentido e a inclusão da baia de ônibus no local da travessia também são positivos para a travessia. A configuração do retorno é também favorável para quem quer atravessar a rodovia, pois os veículos que realizam o movimento de conversão acabam servindo de “barreira” e formando brechas para a travessia.

Analisando o km 63 da SP 270, Rodovia Raposo Tavares, apresentado na Figura 3-13b, a travessia é esperada e facilitada pela existência da faixa de pedestres e do dispositivo de divisão da travessia, o “bullet”. A própria canalização do “bullet”, com sinalização horizontal e vertical, facilita a travessia do pedestre que escolhe atravessar fora da faixa de travessia. A situação anterior à instalação dos “bullets” era distinta: não havia a possibilidade de espera abrigada na travessia de cada sentido, mas havia acostamento e apenas uma faixa por sentido. As lombadas também ajudam a tranquilizar o tráfego, conferindo aos veículos velocidades menores ao se aproximarem do local da travessia mas na configuração atual estão instaladas apenas na aproximação do trecho (a cerca de 50m). Há calçadas de ambos os lados na rodovia, possibilitando o deslocamento de pedestres ao longo desta. Porém, a ausência de acostamento leva os ciclistas a compartilharem o tráfego com os veículos na faixa de tráfego.

Já no caso dos locais estudados na SP 280, Rodovia Castello Branco, tanto o km 29,5 quanto o km 30 não possuem dispositivos adequados para a travessia do pedestre e/ou ciclista, face ao

fluxo veicular intenso no local (não parece suficiente separar os fluxos de cada sentido). Na verdade, pela presença do alambrado, pode-se concluir que a travessia não é desejada, e de certa forma, desencorajado. Porém a presença de atividade lindeira, principalmente no km 30, sugere que fosse necessário um tratamento alternativo, que atendesse a demanda de pedestres que precisam realizar a travessia. A presença de acostamento em ambos os sentido possibilita o deslocamento ao longo da via, tanto de ciclistas quanto de pedestres, que buscam evitar o alambrado para então realizar, com dificuldade, a travessia após seu término.

c. Análise da eficácia das condições existentes e das obras de melhoria

A fim de analisar a eficácia dos dispositivos de proteção para o pedestre instalados no km 63 da SP 270, Rodovia Raposo Tavares, é feita nesse item uma análise dos acidentes antes e depois da instalação dos dispositivos.

O anexo B traz as planilhas com os acidentes dos locais estudados na Rodovis Raposo tavares e na Rodovia Castello Branco, reproduzidos em forma de tabela os dados constantes no relatório de ocorrência de acidentes da concessionária.

A concessionária informou que esses dispositivos foram instalados em 2008, mas não precisamente o mês. Considerando que há um período de adaptação da nova configuração, a análise foi feita excluindo o ano de 2008, considerando os anos de 2005, 2006 e 2007 como o período “antes” e os anos de 2009 e 2010, como o período “depois”.

Os acidentes dos km 63 e 63,5 da SP270 foram somados nessa análise, pois os dois estão sob influência dos dispositivos e a localização é normalmente imprecisa. Na verdade, um dos acidentes anotado no km 63 corresponde certamente a um trecho anterior e seria eliminado mas, como refere-se ao ano de 2008, foi desconsiderado também por este motivo. Todos os acidente foram leves, notando-se participação importante de atropelamentos por motos.

Na Figura 3-23 mostra pode-se ver uma redução nos acidentes envolvendo pedestres após a instalação do dispositivo, tendo ocorrido apenas 1 acidente nos anos de 2009 e 2010. Apesar

de se observar a redução ela não é tão significativa, pois o período de análise não é muito extenso. A mesma comparação para períodos maiores pode gerar dados mais interessantes.

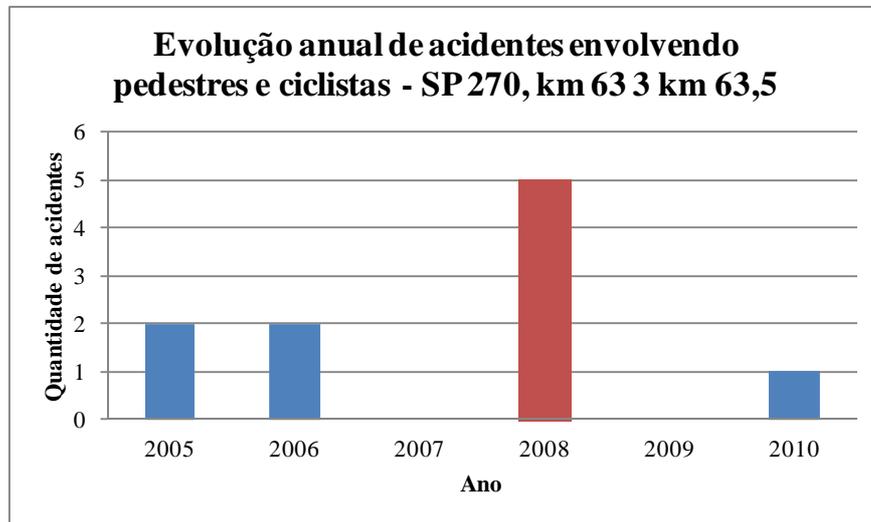


Figura 3-23 – Evolução anual de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas na SP 270, kms 63 e 63,5

Não há registro de acidentes referente ao km 60,5 da SP270 (que foi selecionado por este motivo para servir de controle na aplicação das estimativas de OT e OC), o que sugere condições mais seguras neste local.

A análise dos acidentes nos trechos da SP280 considerou todos os acidentes dos km 29,5, 30 e 30,5, em função da imprecisão na localização dos acidentes previamente mencionada. Apenas um dos acidentes refere-se a um acesso lindeiro e seria eliminado. Dos acidentes pertinentes, apenas um foi localizado no km 29,5 (foi registrado no km 29,7 e foi fatal) embora não haja qualquer menção que identifique o trecho com precisão. Os demais acidentes (9) foram localizados no km 30, sendo 2 fatais e 2 graves (os demais leves), com 5 envolvendo motos (2 deles em condição de tráfego lento).

Portanto, os dados de acidentes sugerem maior risco no km 30 em relação ao km 29,5 (que foi selecionado por este motivo para servir de controle na aplicação das estimativas de OT e OC) na SP 280.

Outro fator relevante é que a análise dos acidentes mostra que uma parte representativa dos acidentes na SP280 ocorreram com motos.

3.5. RESULTADOS DO ESTUDO DE CAMPO

Esse item apresenta os resultados obtidos no estudo de campo, a saber:

- obtenção das condições e medidas empíricas de oportunidade de travessia;
- obtenção e análise das medidas de oportunidade com os modelos de previsão;
- comparação dos diagnósticos com as medidas de oportunidades e com acidentes.

3.5.1. Obtenção e Análise das Medidas de Oportunidades nos Trechos para Estudo

É apresentado nesse item o resultado das medidas empíricas e teóricas de oportunidade obtidas através de análise dos vídeos das câmeras de segurança da concessionária.

a. Obtenção das medidas empíricas de oportunidade

Foram medidas as oportunidades de manobra ou travessia (OT) e de conflito (OC), por local estudado.

A oportunidade de manobra é função da brecha disponível, T_G , é função da largura da via a ser atravessada (L) e da velocidade do pedestre (V_{ped}). A oportunidade de manobra acontece quanto a brecha é maior que T_G , dado por

$$T_G = \frac{L}{V_{ped}} + \delta_{seg}$$

A margem de segurança δ_{seg} de 3 segundos foi utilizada por VASCONCELOS (2004) para distinguir oportunidades de travessia com risco aceitável (OTRA) ou inaceitável (OTRI).

Reconhece-se a questão levantada por VASCONCELOS (2004) de que a travessia ocorre, em grande parte das vezes, por faixa de rolamento. Essa questão foi também abordada por BREWER et al. (2006) que chamou o fenômeno de “*rolling gap*”, podendo ser traduzido como brecha móvel. No entanto, os autores acabam desenvolvendo o estudo com o conceito tradicional, considerando a brecha na travessia total.

Para esse trabalho também foi considerado o conceito tradicional de brecha, sendo L a largura total a ser percorrida durante a travessia, ou seja, para a SP 270 (duas faixas), $L = 7,0\text{m}$ tanto em pista simples (km 60,5) quanto em pista dupla (km 63, 2 faixas em cada sentido) e para a SP 280 (três faixas), $L = 10,5\text{m}$ (km 29,5 e km 30, 3 faixas em cada sentido).

A revisão bibliográfica mostrou valores recomendados para velocidade dos pedestres de 0,8 a 1,4 m/s, dependendo inclusive do tipo de pedestre, sendo 0,8 m/s para pedestres mais lentos e 1,4 m/s o pedestre andando bem rápido. A velocidade do pedestre aqui considerada foi de 1,2 m/s, valor típico geralmente utilizado para o pedestre adulto.

Dessa forma, a brecha crítica, T_G , pode ser calculada para cada rodovia:

- SP 270: Rodovia Raposo Tavares

$T_G = (L / V_{ped}) + 3\text{seg} = (7 / 1,2) + 3 = 8,83 \text{ seg}$ (etapa única para o km 60,5, com 1 faixa por sentido, e por sentido para o km 63, com 2 faixas por sentido)

- SP 280: Rodovia Castello Branco

$T_G = (L / V_{ped}) + 3\text{seg} = (10,5 / 1,2) + 3 = 11,75 \text{ seg}$ (com 3 faixas por sentido)

As oportunidades de conflito são analisadas sempre que observada uma travessia e ocorre sempre que a separação no tempo do veículo que se aproxima até a linha de travessia do

pedestre for menor que uma margem (δ) de segurança. O valor utilizado nesse trabalho foi o utilizado por VASCONCELLOS (2004) na medida preferida OC3; também de 3 segundos.

Definidos os conceitos operacionais de oportunidade de manobra e oportunidade de conflito nas travessias, foram analisadas mais uma vez as imagens das câmeras de segurança da concessionária, para cada km, para cada período estudado, pico da manhã, entre picos e pico da tarde. Estes resultados estão nas Tabelas 3-12, 3-13, 3-14 e 3-15 a seguir.

Para a obtenção das medidas empíricas, na análise dos vídeos foram buscadas, no caso das oportunidades de travessia, OT, as brechas entre dois veículos consideradas aceitáveis, ou seja, com margens maiores que 3 segundos. No caso do trecho de pista simples, a travessia é em única etapa, e os valores são apresentados no total. Nos demais casos as oportunidades de travessia foram contadas para cada sentido, não sendo analisado um número de OT total, uma vez que a travessia, nesses casos, é sempre em etapas (uma opção seria associar à travessia integral um número de oportunidades de manobra igual ao da etapa crítica, com menor OT).

As oportunidades de conflito, foram obtidas de duas formas distintas. Primeiro as OC1, ou oportunidades de conflito única, que considera para uma travessia com conflito, uma OC1, independente do número de veículos que representaram oportunidade de conflito para o pedestre na travessia. As OC1s foram obtidas por etapa, e a composição do total foi obtida com a soma das probabilidades de cada sentido subtraído o produto (que corresponde ao evento união, simultâneo, e elimina a dupla contagem correspondente).

As aqui chamadas OC2, são as oportunidades de conflito múltiplas, onde para cada travessia, cada veículo que representa uma oportunidade de conflito é considerada uma OC, ou seja, para cada travessia podem existir mais de uma OC. As OC2s foram obtidas por sentido e a composição do total é soma das OC2s em cada sentido.

Tabela 3-12 - Medidas empíricas de OTs e OCs - km 60,5 da SP 270

SP270- Km60,5	Fluxo de Veículos (Oposto, v/h)	L (m)	Oportunidades de Travessia (OT) -Medida	Fluxo de Pedestres (p/h)	Oportunidades de Conflito (OC1)-Medida	Oportunidades de Conflito (OC2)-Medida
Período						
Manhã: >Sp	282	3,5	-	-	-	-
>Int	232	3,5	-	-	-	-
Total	514	7,0	132 (25,7%)	41	9 (22,0%)	9 (0,22)
Meio : >Sp	602	3,5	-	-	-	-
-Dia >Int	562	3,5	-	-	-	-
Total	1164	7,0	84 (7,2%)	25	13 (52,0%)	15 (0,60)
Tarde: >Sp	432	3,5	-	-	-	-
>Int	476	3,5	-	-	-	-
Total	908	7,0	48 (5,3%)	33	11 (33,3%)	12 (0,36)
Média/Hora	862		88 (10,2%)	33	11 (33,3%)	12 (0,36)

Tabela 3-13 - Medidas empíricas de OTs e OCs - km 63 da SP 270

SP270- Km63	Fluxo de Veículos (Oposto, v/h)	L (m)	Oportunidades de Travessia (OT) -Medida	Fluxo de Pedestres (p/h)	Oportunidades de Conflito (OC1)-Medida	Oportunidades de Conflito (OC2)-Medida
Período						
Manhã: >Sp	-	7,0	-	-	-	-
>Int	-	7,0	-	-	-	-
Total	-		-	-	-	-
Meio : >Sp	631	7,0	156 (24,7%)	12	2 (16,7%)	3 (0,25)
-Dia >Int	639	7,0	180 (28,2%)	12	3 (25,0%)	3 (0,25)
Total	1270		156 (12,3%)	12	4,5 (37,5%)	6 (0,50)
Tarde: >Sp	970	7,0	108 (11,1%)	-	-	-
>Int	819	7,0	120 (14,7%)	-	-	-
Total	1789		108 (6,1%)	-	-	-
Média/Hora	1529,5		132 (8,6%)	12	4,5 (37,5%)	6 (0,50)

Como exemplo, considere o período do meio-dia nos locais da SP270:

- no km 60,5 ocorre a travessia de pista simples com um fluxo oposto de 1164v/h (soma dos dois sentidos); as OTs correspondem a brechas iguais ou superiores a 7,75seg e a frequência horária das suas ocorrências correspondem a 84 OT/h (7,2% das brechas foram OTs); no mesmo período, ocorreram 25 travessias de pedestres (ambos os sentidos de travessia); as OCs corresponderam a travessias onde os veículos aproximaram-se a 3seg ou menos da trajetória dos pedestres e a frequência horária correspondente a estes casos foram iguais a 13 OC1/h (52,0% dos pedestres) ou 15 OC2/h (considerando os casos em que houve mais de uma ameaça ao pedestre ao longo da mesma travessia, são 0,60 OC/ped); os dados correspondem à toda a travessia.

- no km 63 da SP270 ocorre a travessia com refúgio (na situação atual); a travessia do sentido capital tem um fluxo oposto de 631v/h e a do sentido interior de 639v/h; as OTs novamente correspondem a brechas iguais ou superiores a 7,75seg em cada caso (agora cada sentido tem 2 faixas) e a frequência horária de suas ocorrências correspondem a 156 OT/h (24,7% das brechas foram OTs) no sentido capital e 180 OT/h no sentido interior (28,2% das brechas foram OTs); considerando a etapa crítica, seriam 156 OT/h para a travessia integral; no mesmo período, ocorreram 12 travessias de pedestres (em ambas as etapas); as OCs corresponderam a travessias onde os veículos aproximaram-se a 3seg ou menos da trajetória dos pedestres em cada etapa (avaliada separadamente) e a frequência horária correspondente a estes casos no sentido capital foram iguais a 2 OC1/h (16,7% dos pedestres) ou 3 OCs/h (considerando os casos com ameaça múltipla na mesma travessia, são 0,25 OC/ped) e no sentido interior foram 3 OC1/h (25% dos pedestres) ou 3 OC2/h (o mesmo valor, pois não houve casos com ameaça múltipla, é 0,25 OC/ped); considerando a travessia integral, a probabilidade de uma OC1 seria $0,167+0,250-0,167*0,250=37,5\%$ (o que corresponderia a 4,5 pedestres) e o número de OC2/ped seria $0,25+0,25=0,50$ OC/ped (o que corresponderia a 6 OCs/h).

A obtenção do valor médio horário foi calculado adotando uma ponderação específica para cada período. Preliminarmente, foi adotada a média simples dos valores horários de cada período analisado (manhã, meio-dia, tarde).

Comparando os resultados dos trechos da SP270, tem-se:

- km 60,5 da SP 270

O trecho em questão apresentou quantidade considerável de oportunidades de manobra e poucas oportunidades de conflito, considerando o alto fluxo de pedestres. As brechas geralmente são aceitáveis e o pedestre consegue efetuar a travessia sem grande dificuldade. No entanto, há uma razoável probabilidade de conflito durante a travessia (33% na média).

- km 63 da SP 270

O trecho em questão, na situação atual (travessia em etapas), apresentou quantidade considerável de oportunidades de manobra e poucas oportunidades de conflito, de forma similar ao observado no local de controle (indicando que a intervenção teria sido capaz de eliminar a diferença na exposição a atropelamentos), ponderado o fluxo de travessias menor.

Tabela 3-14 - Medidas empíricas de OTs e OCs - km 29,5 da SP 280

SP280- Km29,5	Fluxo de Veículos (Oposto, v/h)	L (m)	Oportunidades de Travessia (OT) -Medida	Fluxo de Pedestres (p/h)	Oportunidades de Conflito (OC1)-Medida	Oportunidades de Conflito (OC2)-Medida
Período						
Manhã: >Sp	2168	10,5	18 (0,8%)	0	0	0
>Int	2427	10,5	12 (0,5%)	0	0	0
Total	4595		12 (0,3%)	0	0	0
Meio : >Sp	5675	10,5	12 (0,2%)	0	0	0
-Dia >Int	3666	10,5	0 (0%)	0	0	0
Total	9341		0 (0%)	0	0	0
Tarde: >Sp	3296	10,5	12 (0,4%)	0	0	0
>Int	5794	10,5	0 (0%)	0	0	0
Total	9090		0 (0%)	0	0	0
Média/Hora	7675,3		4 (0,05%)	0	- (-)	- (-)

Tabela 3-15 - Medidas empíricas de OTs e OCs - km 30 da SP 280

SP280- Km30	Fluxo de Veículos (Oposto, v/h)	L (m)	Oportunidades de Travessia (OT) -Medida	Fluxo de Pedestres (p/h)	Oportunidades de Conflito (OC1)-Medida	Oportunidades de Conflito (OC2)-Medida
Período						
Manhã: >Sp	2168	10,5	18 (0,8%)	3	0 (0%)	0 (0)
>Int	2427	10,5	12 (0,5%)	1	1 (100%)	3 (3)
Total	4595		12 (0,3%)	4	4 (100%)	3 (0,75)
Meio : >Sp	5675	10,5	12 (0,2%)	2	1(50%)	2 (1)
-Dia >Int	3666	10,5	0 (0%)	4	0 (0%)	0 (0)
Total	9341		0 (0%)	6	3 (50%)	2 (0,3%)
Tarde: >Sp	3296	10,5	12 (0,4%)	2	2 (100%)	6 (3)
>Int	5794	10,5	0 (0%)	2	2 (100%)	5 (2,5%)
Total	9090		0 (0%)	4	4 (100%)	11 (2,75)
Média/Hora	7675,33		4 (0,05%)	4,67	3,67 (78,6%)	5,33 (1,14)

Comparando os resultados dos trechos da SP280, tem-se:

- km 29,5 da SP 280

O trecho em questão apresentou poucas oportunidades de manobra, ainda menor no sentido interior, nos picos da manhã e da tarde. Não foram observadas travessias, e conseqüentemente não foram observadas oportunidades de conflito.

- km 30 da SP 280

O trecho apresenta iguais condições do trecho anterior, com poucas oportunidades de manobra, principalmente no sentido interior, nos picos da manhã e da tarde. A existência de travessias ocasiona a ocorrência de oportunidades de conflito, notando-se que a probabilidade de conflito em uma travessia é altíssima (quase certa nos picos).

Portanto, as medidas empíricas de oportunidades de manobra indicariam que os trechos de cada rodovia são essencialmente similares entre si. Os trechos da SP280 seriam críticos pela inexistência de oportunidades de travessia. Os trechos da SP270 tem uma frequência relevante de oportunidades de travessia (da ordem de 1 a 2 por minuto). Em termos de oportunidade de conflito, os trechos da SP280 foram diferenciados pela presença de pedestres apenas, dado que a probabilidade de conflito na travessia é altíssima (quase certa). Este fato pode explicar a reduzida presença de pedestres. A maior presença de pedestres nos trechos da SP270 indicaria um potencial de risco relevante, expresso pela quantidade de oportunidades de conflito (decorrência da quantidade de travessias e das condições locais), similar entre seus locais (bastante menor em termos relativos, se comparado com os locais da SP280).

Notou-se também que a distinção da multiplicidade das COs não é empiricamente relevante (as medidas OC1 e OC2 são claramente similares). A seguir, adota-se o valor de OC2 visto que a multiplicidade é considerada nas fórmulas dos modelos de previsão discutidos adiante.

b. Obtenção das medidas teórica de oportunidade

Nesse item são apresentadas as oportunidades de manobra, oportunidades de travessia (OT) e oportunidades de conflito (OC), calculadas através das expressões desenvolvidas por MING (2008) apresentadas anteriormente nesse trabalho.

Na expressão básica (modelo 1a), a oportunidade de conflito, calculada através da expressão básica desenvolvida por MING (2008), para movimentos de pedestres preferencial ou secundário, pode ser obtida considerando o fluxo total e a exposição total:

$$OC = Q_{ped} \cdot (1 - e^{-Q_{veic.TG}})$$

A expressão correspondente para oportunidade de manobra é obtida pelo produto do fluxo veicular (Q_{veic}) pela probabilidade da brecha H ser maior que a brecha crítica (T_G):

$$OT = Q_{veic} \cdot e^{-Q_{veic.TG}}$$

(esta expressão não está em MING, 2008, mas decorre de suas formulações).

MING (2008) também propõe expressões alternativas para os modelos de oportunidades de conflito com o fluxo por conflito ou faixa e a exposição por conflito ou faixa, além de uma expressão específica para movimentos de pedestres secundários, sem apresentar os modelos de oportunidades de travessia. As expressões foram reformuladas da seguinte maneira:

- por conflito (ou zona de conflito): expressão 1b de MING (2008):

$$OC = Q_{ped} \cdot \left(\sum_c (1 - e^{-T_c \sum_c q^l}) \right)$$

onde $T_c = \frac{L_c}{V_{ped}} + \delta_{seg}$ é o tempo de percurso e segurança no conflito C (a expressão

correspondente para oportunidades de travessia é $OT = \left(\sum_c Q_{veic} \right) \left(\prod_c e^{-Q_{veic.TG}} \right)$, que usa a brecha integral T_G e normalmente fornece a mesma estimativa que a fórmula básica; se $T_c = T_G$

em todas as zonas de conflito, a estimativa de oportunidades de conflito também é normalmente a mesma);

- por faixa: expressão 1c de MING (2008):

$$OC = Q_{ped} \cdot \left[\sum_F (1 - e^{-T_F \cdot q_l}) \right]$$

onde $T_{cl} = \frac{L_{cl}}{V_{ped}} + \delta_{seg}$ é o tempo de percurso e segurança na faixa F (a expressão correspondente para oportunidades de travessia é $OT = \left(\sum_F Q_{veiF} \right) \left(\prod_F e^{-Q_{veiF} \cdot T_G} \right)$, que usa a brecha integral T_G e normalmente fornece a mesma estimativa que a fórmula básica; se $T_F = T_G$ a estimativa de oportunidades de conflito também seria a mesma mas neste nível de análise as formulações com brecha móvel seriam normalmente necessárias para obter realismo maior).

A expressão para movimentos secundários de pedestres foram também reformuladas como:

$$OC = Q_{ped} \left(1 - e^{-\tau \cdot \sum_{cl} q_l} \right)$$

onde $\tau \cong 0,5 \cdot T_G$ (a expressão correspondente para oportunidades de travessia é a mesma fórmula básica $OT = Q_{veic} \cdot e^{-Q_{veic} \cdot T_G}$).

Em todos os casos, a análise é feita por etapa de travessia (separadas por canteiros ou ilhas de refúgio, físicas ou pintadas). As expressões de MING (2008) são distintas porque consideram a possibilidade de OCs múltiplas em uma dada travessia (ao invés de simplesmente classificar as travessias em OC pela condição crítica de cada travessia). A fórmula utilizada corresponde melhor ao método utilizado na medida empírica de OC.

Os dados de fluxo veicular e fluxo de pedestre foram os obtidos na análise das imagens das câmeras de monitoração fornecidas pela concessionária. Da mesma forma, as oportunidades

de manobra e oportunidades de conflito foram obtidas para os três períodos estudados, pico da manhã, entrepicos e pico da tarde.

A Tabela 3-16 mostra os cálculos das OTs e OCs, para cada km, período e sentido de tráfego, com base nos modelos 1a e 1b, 1c e 4. Como exemplo, serão apresentados a seguir o detalhamento dos cálculo para o período do meio-dia nos km 60,5 e 63 da SP 270.

a) Expressão 1a

Segundo a expressão do MING (2008):

$$OC = Q_{ped} \cdot (1 - e^{-Q_{veic} \cdot T_G})$$

Dessa forma, no km 60,5, com:

$$Q_{ped} = 25 \text{ pedestres/hora}$$

$$Q_{veic} = (562+602) = 1164 \text{ veículos/hora} = 0,323 \text{ veiculos/segundo:}$$

$$T_G = 8,83 \text{ segundos}$$

$$OC = 25 \cdot (1 - e^{-0,323 \cdot 8,83}) = 23,6 \text{ OC/hora}$$

A oportunidade de travessia é calculada conforme segue:

$$OT = Q_{veic} \cdot (e^{-Q_{veic} \cdot T_G})$$

$$OT = 1164 \cdot (e^{-0,323 \cdot 8,83}) = 67 \text{ OT/hora}$$

No km 63, a travessia tem um refúgio central separando os sentidos, com:

$$\text{- sentido capital: } Q_{ped} = 12 \text{ pedestres/hora}$$

$$Q_{veic} = 639 \text{ veículos/hora} = 0,178 \text{ veiculos/segundo:}$$

$$T_G = 8,83 \text{ segundos (2 faixas por sentido)}$$

$$OC = 12 \cdot (1 - e^{-0,178 \cdot 8,83}) = 9,5 \text{ OC/hora}$$

- sentido interior: $Q_{ped} = 12$ pedestres/hora

$Q_{veic} = 631$ veículos/hora = 0,175 veiculos/segundo:

$T_G = 8,83$ segundos (2 faixas por sentido)

$$OC = 12.(1 - e^{-0,175.8,83}) = 9,4 \text{ OC/hora}$$

- ambos os sentidos: $OC = 9,5 + 9,4 = 18,9 \text{ OC/hora}$

A oportunidade de travessia é calculada conforme segue:

$$OT = Q_{veic} \cdot (e^{-Q_{veic} \cdot T_G})$$

- sentido capital:

$$OT = 639.(e^{-0,178.8,83}) = 133,3 \text{ OT/hora}$$

- sentido interior:

$$OT = 631.(e^{-0,175.8,83}) = 134,2 \text{ OT/hora}$$

- ambos os sentidos: $133,3 \text{ OT/hora}$ (etapa crítica)

b) Expressão 1b: as zonas de conflito corresponde a cada um dos sentidos

$$OC = Q_{ped} \cdot \left(\sum_c (1 - e^{-T_c \cdot \sum_c q^l}) \right)$$

Dessa forma, no km 60,5, com:

$Q_{ped} = 25$ pedestres/hora

$Q_{veic1} = 562$ veículos/hora = 0,156 veiculos/segundo

$Q_{veic2} = 602$ veículos/hora = 0,167 veiculos/segundo

$$T_C = \frac{L_C}{V_{ped}} + \delta_{seg}$$

$$L_C = 7,0 \text{ m}$$

$$V_{ped} = 1,2 \text{ m/s}$$

$$\delta = 3 \text{ segundos}$$

$$T_C = 8,83 \text{ segundos}$$

$$OC = 25.((e^{-Q_{veic.(TC)}})_{leste})$$

$$OC = 25.((e^{-Q_{veic.(TC)}})_{oeste})$$

Com:

$$OC = 25.((e^{-0,156.8,83}) = 18,7OC/hora$$

$$OC = 25 (e^{-0,167.8,83}) = 19,3 OT/hora$$

A oportunidade de travessia é calculada conforme segue:

$$T_G = 8,83 \text{ segundos}$$

$$OT = \left(\sum_C Q_{veic} \right) \left(\prod_C e^{-Q_{veic.TG}} \right)$$

$$OT = (562+602). (e^{-Q_{veic.(TG)}}). (e^{-Q_{veic.(TG)}})$$

$$OT = (562+602). (e^{-0,156.8,83}). (e^{-0,167.8,83}) = 67 OT/hora$$

(igual ao obtido com o modelo 1a).

No km 63, as zonas de conflito correspondem aos sentidos e os resultados são os mesmos do modelo 1a, tanto para oportunidades de conflito quanto para oportunidades de travessia.

c) Expressão 1c: por faixa

$$OC = Q_{ped} \cdot \left[\sum_F (1 - e^{-T_F \cdot q_i}) \right]$$

Dessa forma, no km 60,5, os resultados são os mesmos do modelo 1b, pois há 1 faixa por sentido (ou zona de conflito).

No o km63, a travessia tem um refúgio central separando os sentidos e 2 faixas por sentido, com:

- sentido capital: $Q_{ped} = 12$ pedestres/hora

$Q_{veic} = 639/2$ veículos/hora/faixa = 0,089 veículos/segundo:

$T_{cl} = 5,92$ segundos (cada uma das 2 faixas)

$$OC = 12 \cdot ((1 - e^{-0,089 \cdot 5,92}) + (1 - e^{-0,089 \cdot 5,92})) = 9,8 \text{ OC/hora}$$

- sentido interior: $Q_{ped} = 12$ pedestres/hora

$Q_{veic} = 631/2$ veículos/hora = 0,088 veículos/segundo:

$T_{cl} = 5,92$ segundos (2 faixas por sentido)

$$OC = 12 \cdot ((1 - e^{-0,088 \cdot 5,92}) + (1 - e^{-0,088 \cdot 5,92})) = 9,7 \text{ OC/hora}$$

- ambos os sentidos: $OC = 9,8 + 9,7 = 19,5 \text{ OC/hora}$

A oportunidade de travessia é calculada conforme segue:

$$OT = \left(\sum_F Q_{veiF} \right) \left(\prod_F e^{-Q_{veiF} \cdot TG} \right)$$

- sentido capital:

$$OT = (639/2 + 639/2) \cdot (e^{-0,089 \cdot 8,83} \cdot e^{-0,089 \cdot 8,83}) = 133,2 \text{ OT/hora}$$

- sentido interior:

$$OT = (631/2+631/2).(e^{-0,088,8,83}.e^{-0,088,8,83}) = 134,2 \text{ OT/hora}$$

- ambos os sentidos: 133,2 OT/hora (etapa crítica)

d) Expressão 4

$$OC = Q_{ped} \cdot \left(1 - e^{-\frac{(\tau - \tau) \cdot \sum q_l}{\tau}} \right)$$

Dessa forma, no km 60,5, com:

$$\tau \cong 0,5.T_G$$

$$Q_{ped} = 25 \text{ pedestres/hora}$$

$$Q_{veic1} = 562 \text{ veículos/hora} = 0,156 \text{ veiculos/segundo}$$

$$Q_{veic2} = 602 \text{ veículos/hora} = 0,167 \text{ veiculos/segundo}$$

$$Q_{veicT} = (562+602) = 1164 \text{ veículos/hora} = 0,323 \text{ veiculos/segundo}$$

$$T_G = 8,83 \text{ segundos}$$

$$\tau = 0,5 \cdot T_G = 0,5 \cdot 8,83 = 4,42 \text{ segundos}$$

$$OC = 25.(1 - e^{-\tau \cdot Q_{veic}}) = 25.(1 - e^{-0,323 \cdot 4,42}) = 19 \text{ OC/hora}$$

A oportunidade de travessia é calculada como no modelo 1a.

No km63, na travessia tem um refúgio central separando os sentidos, com:

- sentido capital: $Q_{ped} = 12 \text{ pedestres/hora}$

$Q_{veic} = 639 \text{ veículos/hora} = 0,178 \text{ veiculos/segundo}$:

$T_G = 8,83$ segundos (2 faixas por sentido)

$\tau = 0,5 \cdot T_G = 0,5 \cdot 8,83 = 4,42$ segundos

$$OC = 12 \cdot (1 - e^{-0,178 \cdot 4,42}) = 6,5 \text{ OC/hora}$$

- sentido interior: $Q_{ped} = 12$ pedestres/hora

$Q_{veic} = 631$ veículos/hora = $0,175$ veiculos/segundo:

$T_G = 8,83$ segundos (2 faixas por sentido)

$\tau = 0,5 \cdot T_G = 0,5 \cdot 8,83 = 4,42$ segundos

$$OC = 12 \cdot (1 - e^{-0,175 \cdot 4,42}) = 6,5 \text{ OC/hora}$$

- ambos os sentidos: $OC = 6,5 + 6,5 = 13 \text{ OC/hora}$

A oportunidade de travessia é calculada como no modelo 1a.

Tabela 3-16 - Cálculo das OTs e OCs teóricas

a. SP 270

Modelo 1a

SP270- Km60,5	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	TG (s)	OT	OC
Período						
Manhã: >Sp	232	-	3,5	-	-	-
>Int	282	-	3,5	-	-	-
Total	514	41	7,0	8,83	145,7	29,4
Meio : >Sp	562	-	3,5	-	-	-
-Dia >Int	602	-	3,5	-	-	-
Total	1164	25	7,0	8,83	67	23,6
Tarde: >Sp	476	-	3,5	-	-	-
>Int	432	-	3,5	-	-	-
Total	908	33	7,0	8,83	97,9	29,4
Média/Hora	862	33	-	-	103,5	27,5
SP270-Km63	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	TG (s)	OT	OC
Período						
Manhã: >Sp	-	-	7,0	8,83	-	-
>Int	-	-	7,0	8,83	-	-
Total	-	-	-	-	-	-
Meio : >Sp	639	12	7,0	8,83	133,3	9,5
-Dia >Int	631	12	7,0	8,83	134,2	9,4
Total	1270	12			133,3	18,9
Tarde: >Sp	819	-	7,0	8,83	109,9	-
>Int	970	-	7,0	8,83	89,8	-
Total	1789	-	-	-	89,8	-
Média/Hora	1529,5	12	-	-	111,6	18,9

Continua

Continuação da Tabela 3-16

a. SP 270

Modelo 1b

SP270- Km60,5	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	TC (s)	TG (s)	OT	OC
Período							
Manhã: >Sp	232	-	3,5	-	-	-	17,8
>Int	282	-	3,5	-	-	-	20,5
Total	514	41	7,0	8,83	8,83	145,7	38,3
Meio : >Sp	562	-	3,5	-	-	-	18,7
-Dia >Int	602	-	3,5	-	-	-	19,3
Total	1164	25	7,0	8,83	8,83	67	38
Tarde: >Sp	476	-	3,5	-	-	-	22,7
>Int	432	-	3,5	-	-	-	21,6
Total	908	33	7,0	8,83	8,83	97,9	44,3
Média/Hora	862	33	-	-	-	103,5	40,2

SP270-Km63	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	TC (s)	TG (s)	OT	OC
Período							
Manhã: >Sp	-	-	7,0	8,83	8,83	-	-
>Int	-	-	7,0	8,83	8,83	-	-
Total	-	-	-	-	-	-	-
Meio : >Sp	639	12	7,0	8,83	8,83	133,3	9,5
-Dia >Int	631	12	7,0	8,83	8,83	134,2	9,4
Total	1270	12	-	-	-	133,3	18,9
Tarde: >Sp	819	-	7,0	8,83	8,83	109,9	-
>Int	970	-	7,0	8,83	8,83	89,8	-
Total	1789	-	-	-	-	89,8	-
Média/Hora	1529,5	12	-	-	-	111,6	18,9

Continua

Continuação da Tabela 3-16

a. SP 270 Modelo 1c

SP270- Km60,5	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	N (fxs)	Lf (m)	T_d (s)	T_G (s)	OT	OC
Período								
Manhã: >Sp	232	-	1	3,5	-	-	-	-
>Int	282	-	1	3,5	-	-	-	-
Total	514	41	2	7,0	8,83	8,83	145,6	38,3
Meio :>Sp	562	-	1	3,5	-	-	-	-
-Dia >Int	602	-	1	3,5	-	-	-	-
Total	1164	25	-	7,0	8,83	8,83	67	38
Tarde: >Sp	476	-	1	3,5	-	-	-	-
>Int	432	-	1	3,5	-	-	-	-
Total	908	33	-	7,0	8,83	8,83	97,8	44,3
Média/Hora	862	33	-	-	-	-	103,5	40,2

SP270- Km63	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	N (fxs)	Lf (m)	T_d (s)	T_G (s)	OT	OC
Período								
Manhã: >Sp	-	-	2	3,5	5,92	8,83	-	-
>Int	-	-	2	3,5	5,92	8,83	-	-
Total	-	-	-	-	-	-	-	-
Meio :>Sp	639	12	2	3,5	5,92	8,83	133,2	9,8
-Dia >Int	631	12	2	3,5	5,92	8,83	134,2	9,7
Total	1270	12	-	-	-	-	133,2	19,5
Tarde: >Sp	819	-	2	3,5	5,92	8,83	109,8	-
>Int	970	-	2	3,5	5,92	8,83	89,8	-
Total	1789	-	-	-	-	-	89,8	-
Média/Hora	1529,5	12	-	-	-	-	111,5	19,5

Continua

Continuação da Tabela 3-16

a. SP 270 Modelo 4

SP270- Km60,5	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	TG (s)	OT	OC
Período						
Manhã: >Sp	232	-	3,5	-	-	-
>Int	282	-	3,5	-	-	-
Total	514	41	7,0	8,83	145,7	19,2
Meio : >Sp	562	-	3,5	-	-	-
-Dia >Int	602	-	3,5	-	-	-
Total	1164	25	7,0	8,83	67	19
Tarde: >Sp	476	-	3,5	-	-	-
>Int	432	-	3,5	-	-	-
Total	908	33	7,0	8,83	97,9	22,2
Média/Hora	862	33	-	-	103,5	20,1

SP270-Km63	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	Tc (s)	OT	OC
Período						
Manhã: >Sp	-	-	7,0	8,83	-	-
>Int	-	-	7,0	8,83	-	-
Total	-	-	-	-	-	-
Meio : >Sp	639	12	7,0	8,83	133,3	6,5
-Dia >Int	631	12	7,0	8,83	134,2	6,5
Total	1270	12	-	-	133,3	13
Tarde: >Sp	819	-	7,0	8,83	109,9	-
>Int	970	-	7,0	8,83	89,8	-
Total	1789	-	-	-	89,8	-
Média/Hora	1529,5	12	-	-	111,6	13

Continua

Continuação da Tabela 3-16

b. SP 280

Modelo 1a

SP280- Km29,5	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	TG (s)	OT	OC
Período						
Manhã: >Sp	2427	0	10,5	11,75	0,9	0
>Int	2168	0	10,5	11,75	1,8	0
Total	4595	0	-	-	0,9	0
Meio : >Sp	3665	0	10,5	11,75	0	0
-Dia >Int	5675	0	10,5	11,75	0	0
Total	9340	0	-	-	0	0
Tarde: >Sp	5794	0	10,5	11,75	0	0
>Int	3296	0	10,5	11,75	0,1	0
Total	9090	0	-	-	0	0
Média/Hora	7675	0	-	-	0,3	0

SP280-Km30	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	TG (s)	OT	OC
Período						
Manhã: >Sp	2427	4	10,5	11,75	0,9	4
>Int	2168	4	10,5	11,75	1,8	4
Total	4595	4	-	-	0,9	8
Meio : >Sp	3665	6	10,5	11,75	0	6
-Dia >Int	5675	6	10,5	11,75	0	6
Total	9340	6	-	-	0,0	12
Tarde: >Sp	5794	4	10,5	11,75	0	4
>Int	3296	4	10,5	11,75	0,1	4
Total	9090	4	-	-	0	8
Média/Hora	7675	4,7	-	-	0,3	9,3

Continua

Continuação da Tabela 3-16

b. SP 280

Modelo 1b

SP280- Km29,5	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	TC (s)	TG (s)	OT	OC
Período							
Manhã: >Sp	2427	0	10,5	11,75	11,75	0,9	0
>Int	2168	0	10,5	11,75	11,75	1,8	0
Total	4595	0	-	-	-	0,9	0
Meio : >Sp	3665	0	10,5	11,75	11,75	0	0
-Dia >Int	5675	0	10,5	11,75	11,75	0	0
Total	9340	0	-	-	-	0	0
Tarde: >Sp	5794	0	10,5	11,75	11,75	0	0
>Int	3296	0	10,5	11,75	11,75	0,1	0
Total	9090	0	-	-	-	0	0
Média/Hora	7675	0	-	-	-	0,3	0

SP280-Km30	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	TC (s)	TG (s)	OT	OC
Período							
Manhã: >Sp	2427	4	10,5	11,75	11,75	0,9	4
>Int	2168	4	10,5	11,75	11,75	1,8	4
Total	4595	4	-	-	-	0,9	8
Meio : >Sp	3665	6	10,5	11,75	11,75	0	6
-Dia >Int	5675	6	10,5	11,75	11,75	0	6
Total	9340	6	-	-	-	0	12
Tarde: >Sp	5794	4	10,5	11,75	11,75	0	4
>Int	3296	4	10,5	11,75	11,75	0,1	4
Total	9090	4	-	-	-	0	8
Média/Hora	7675	4,7	-	-	-	0,3	9,3

Continua

Continuação da Tabela 3-16

b. SP 280 Modelo 1c

SP280- Km29,5	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	N (fxs)	Lf (m)	T_d (s)	T_G (s)	OT	OC
Período								
Manhã: >Sp	2427	0	3	3,5	5,92	11,75	0,9	0
>Int	2168	0	3	3,5	5,92	11,75	1,8	0
Total	4595	0	-	-	-	-	0,9	0
Meio : >Sp	3665	0	3	3,5	5,92	11,75	0	0
-Dia >Int	5675	0	3	3,5	5,92	11,75	0	0
Total	9340	0	-	-	-	-	0,0	0
Tarde: >Sp	5794	0	3	3,5	5,92	11,75	0	0
>Int	3296	0	3	3,5	5,92	11,75	0,1	0
Total	9090	0	-	-	-	-	0	0
Média/Hora	7675	0	-	-	-	-	0,3	0

SP280- Km30	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	N (fxs)	Lf (m)	T_d (s)	T_G (s)	OT	OC
Período								
Manhã: >Sp	2427	4	3	3,5	5,92	11,75	0,9	10,4
>Int	2168	4	3	3,5	5,92	11,75	1,8	10
Total	4595	4	-	-	-	-	0,9	20,3
Meio : >Sp	3665	6	3	3,5	5,92	11,75	0	17,1
-Dia >Int	5675	6	3	3,5	5,92	11,75	0	17,8
Total	9340	6	-	-	-	-	0	34,9
Tarde: >Sp	5794	4	3	3,5	5,92	11,75	0	11,9
>Int	3296	4	3	3,5	5,92	11,75	0,1	11,2
Total	9090	4	-	-	-	-	0	23,1
Média/Hora	7675	4,7	-	-	-	-	0,3	26,1

Continua

Continuação da Tabela 3-16

b. SP 280 Modelo 4

SP280- Km29,5	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	Tc (s)	OT	OC
Período						
Manhã: >Sp	2427	0	10,5	11,75	0,9	0
>Int	2168	0	10,5	11,75	1,8	0
Total	4595	0	-	-	0,9	0
Meio : >Sp	3665	0	10,5	11,75	0	0
-Dia >Int	5675	0	10,5	11,75	0	0
Total	9340	0	-	-	0	0
Tarde: >Sp	5794	0	10,5	11,75	0	0
>Int	3296	0	10,5	11,75	0,1	0
Total	9090	0	-	-	0	0
Média/Hora	7675	0	-	-	0,3	0

SP280-Km30	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	Tc (s)	OT	OC
Período						
Manhã: >Sp	2427	4	10,5	11,75	0,9	3,9
>Int	2168	4	10,5	11,75	1,8	3,9
Total	4595	4	-	-	0,9	7,8
Meio : >Sp	3665	6	10,5	11,75	0	6
-Dia >Int	5675	6	10,5	11,75	0	6
Total	9340	6	-	-	0,0	12
Tarde: >Sp	5794	4	10,5	11,75	0	4
>Int	3296	4	10,5	11,75	0,1	4
Total	9090	4	-	-	0	8
Média/Hora	7675	4,7	-	-	0,3	9,3

3.5.2. Análise e validação dos modelos de previsão das medidas de oportunidades

Comparando as oportunidades de manobra e conflito obtidas teoricamente com as medidas empíricas, vemos que os valores estão muito próximos, principalmente para as medidas de oportunidades de conflito. A Tabela 3-20 mostra os valores empíricos e os valores calculados pelas expressões 1a, 1b, 1c e 4 do método proposto por MING (2008).

Podemos perceber que os valores obtidos a partir dos modelos 1b e 4 são os que mais se aproximam dos valores obtidos empiricamente (particularmente a medida OC2).

Tabela 3-17 – Validação das medidas teóricas de oportunidade de manobra (OT) e oportunidade de conflito (OC)

SP270- Km60,5	Modelo 1a		Modelo 1b		Modelo 1c		Modelo 4		Empíricas	
	OT/ hora	OC/ hora	OT/ hora	OC/ hora	OT/ hora	OC/ hora	OT/ hora	OC/ hora	OT/ hora	OC/ hora
Período										
Manhã: >Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
>Int	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	145,7	29,4	145,7	38,3	145,6	38,3	145,7	19,2	132	9
Meio : >Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Dia >Int	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	67	23,6	67,0	38	66,9	38	67,0	19	84	15
Tarde: >Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
>Int	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	97,9	29,4	97,9	44,3	97,8	44,3	97,9	22,2	48	12
Média/Hora	103,5	27,5	103,5	40,2	103,5	40,2	103,5	20,1	88	12

Continua

Continuação Tabela 3-17

SP270-Km63	Modelo 1a		Modelo 1b		Modelo 1c		Modelo 4		Empíricas	
	OT/ hora	OC/ hora	OT/ hora	OC/ hora	OT/ hora	OC/ hora	OT/ hora	OC/ hora	OT/ hora	OC/ hora
Período										
Manhã: >Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
>Int	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Meio : >Sp	133,3	9,5	133,3	9,5	133,2	9,8	133,3	6,5	156	3
-Dia >Int	134,2	9,4	134,2	9,4	134,2	9,7	134,2	6,5	180	3
Total	133,3	18,9	133,3	18,9	133,2	19,5	133,3	13	156	6
Tarde: >Sp	109,9	-	109,9	-	109,8	-	109,9	-	108	-
>Int	89,8	-	89,8	-	89,8	-	89,8	-	120	-
Total	89,8	-	89,8	-	89,8	-	89,8	-	108	-
Média/Hora	111,6	18,9	111,6	18,9	111,5	19,5	111,6	13	132	6

SP280-Km29,5	Modelo 1a		Modelo 1b		Modelo 1c		Modelo 4		Empíricas	
	OT/ hora	OC/ hora								
Período										
Manhã: >Sp	0,9	0	0,9	0	0,9	0	0,9	0	18	0
>Int	1,8	0	1,8	0	1,8	0	1,8	0	12	0
Total	0,9	0	0,9	0	0,9	0	0,9	0	12	0
Meio : >Sp	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
-Dia >Int	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tarde: >Sp	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
>Int	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Média/Hora	0,3	0	0,3	0,0	0,3	0	0,3	0	4	0

Continua

Continuação Tabela 3-17

SP280-Km30	Modelo 1a		Modelo 1b		Modelo 1c		Modelo 4		Empíricas	
	OT/ hora	OC/ hora								
Período										
Manhã: >Sp	0,9	4	0,9	4	0,9	10,4	0,9	3,9	18	0
>Int	1,8	4	1,8	4	1,8	10	1,8	3,9	12	3
Total	0,9	8	0,9	8	0,9	20,3	0,9	7,8	12	3
Meio : >Sp	0	6	0	6	0	17,1	0	6	12	2
-Dia >Int	0	6	0	6	0	17,8	0	6	0	0
Total	0	12	0	12	0	34,9	0	12	0	2
Tarde: >Sp	0	4	0	4	0	11,9	0	4	12	6
>Int	0,1	4	0,1	4	0,1	11,2	0,1	4	0	5
Total	0	8	0	8	0	23,1	0	8	0	11
Média/Hora	0,3	9,3	0,3	9,3	0,3	26,1	0,3	9,3	4	5,3

Valores bastante semelhantes, tanto para oportunidades de travessia (OT) quanto para oportunidades de conflito (OC), permitem a validação preliminar dos modelos. Por ser o modelo mais simples que distingue os sentidos de tráfego, a análise a seguir preferirá utilizar o modelo 1b (com considerar as diferentes zonas de conflito).

Para a situação atual, na qual também foram obtidas as medidas empíricas, o diagnóstico obtido seria basicamente o mesmo. No entanto, como discutido adiante, a utilização dos modelos de previsão permite examinar outros cenários e analisar a validade de outras conclusões.

Os resultados foram analisados estatisticamente. Foram feitas regressões de OTmedida x OTprevista e OCmedida e OCprevista para cada modelo com $OTmedida = intercepto + coeficiente * Otmodelo$; por período (11 valores pra OT e 10 valores pra OC pela perda de dados da coleta).

A expectativa seria ter $intercepto=0$ ou estatisticamente não significativo (t baixo e valor-p alto) e $coeficiente=1$ e estatisticamente significativo, além de um R^2 adequado (tão próximo qto possível de 100%). Isso ocorre no caso das Ots, mas no caso das Ocs é um pouco diferente.

O modelo de OT deu $R^2=88\%$, teve um intercepto diferente de zero mas com $t=0,7$ (menor que 2 é indistinguível de zero com confiabilidade de 95%) e coeficiente 0,93 com $t=8,7$.

O modelo de OC 1a deu $R^2=63\%$, teve um intercepto diferente de zero mas com $t=0,5$ (menor q 2 é indistinguível de zero com confiabilidade de 95%) e coeficiente 0,38 com $t=3,7$.

O modelo de OC 1b deu $R^2=69\%$, teve um intercepto diferente de zero mas com $t=0,9$ (menor q 2 é indistinguível de zero com confiabilidade de 95%) e coeficiente 0,27 com $t=4,2$.

O modelo de OC 1c deu $R^2=62\%$, teve um intercepto diferente de zero mas com $t=0,1$ (menor q 2 é indistinguível de zero com confiabilidade de 95%) e coeficiente 0,26 com $t=3,6$.

O modelo de OC 4 deu $R^2=68\%$, teve um intercepto diferente de zero mas com $t=0,1$ (menor q 2 é indistinguível de zero com confiabilidade de 95%) e coeficiente 0,55 com $t=4,1$.

Por essa análise estatística o modelo 4 parece melhor, mas não foi considerado nesse trabalho por não distinguir os sentidos.

3.5.3. Comparação do Diagnóstico de Segurança com Medidas de Oportunidades e de Dados de Acidentes

Nesse item é feita a comparação das medidas de oportunidades de manobra/travessia e de conflito obtidas empiricamente com o histórico de acidentes de cada local estudado.

Vale lembrar que as medidas de oportunidade de conflito consideram a multiplicidade (OC2) e as previsões de oportunidades de conflitos são aplicadas por zona de conflito (modelo 1b).

Também deve-se recordar que os locais com mais acidentes foram o km63 na SP270 (o km60,5 é seu local de controle, sem registro de acidentes) e o km30 na SP280 (o km29,5 é seu local de controle, com apenas 1 acidente registrado).

Por fim, deve-se notar que o km63 recebeu uma intervenção local em 2008 (a implantação dos bullets) e teve os efeitos de uma intervenção estrutural que desviou parte do tráfego de passagem (destinado ao acesso para a SP280).

a. Diagnóstico Atual com Medidas Empíricas de Oportunidade

A Tabela 3-18 apresentam um sumário das OTs e OCs medidas para cada local.

Tabela 3-18 – Medidas empíricas de OTs e OCs

SP270-Km60,5	OT/hora (empírica)	OC/hora (empírica)	SP270-Km63	OT/hora (empírica)	OC/hora (empírica)
Período			Período		
Manhã: >Sp	-	-	Manhã: >Sp	-	-
>Int	-	-	>Int	-	-
Total	132	9	Total	-	-
Meio :>Sp	-	-	Meio :>Sp	156	3
-Dia >Int	-	-	-Dia >Int	180	3
Total	84	13	Total	156	6
Tarde: >Sp	-	-	Tarde: >Sp	108	-
>Int	-	-	>Int	120	-
Total	48	11	Total	108	-
Média/Hora	88	11	Média/Hora	132	6

SP280-Km29,5	OT/hora (empírica)	OC/hora (empírica)	SP280-Km30	OT/hora (empírica)	OC/hora (empírica)
Período			Período		
Manhã: >Sp	18	0	Manhã: >Sp	18	0
>Int	12	0	>Int	12	3
Total	12	0	Total	12	3
Meio :>Sp	12	0	Meio :>Sp	12	2
-Dia >Int	0	0	-Dia >Int	0	0
Total	0	0	Total	0	2
Tarde: >Sp	12	0	Tarde: >Sp	12	6
>Int	0	0	>Int	0	5
Total	0	0	Total	0	11
Média/Hora	4	0	Média/Hora	4	5

É fácil perceber que as oportunidades de travessia e oportunidades de conflito avaliam aspectos complementares que devem ser considerados, ambos, ao avaliar se os locais são menos seguros.

Há locais onde a inexistência de OTs é o aspecto relevante que explica o risco de acidentes. É o caso do km 30: há poucas oportunidades de travessia e como visto no levantamento dos dados de acidentes mostrado no início do item 3.4, é um trecho com bastante ocorrência de acidentes. O mesmo ocorre no km29,5 mas a avaliação relaciona a inexistência de acidentes à ausência de pedestres (apesar do alto risco).

Onde há OTs, a insegurança ainda pode estar presente. Na SP 270, Rodovia Raposo Tavares, a questão não pode ser avaliada na análise da relação caso/controle na situação atual (onde ambos tem registros de acidentes baixos, pouco maiores no km63). Pode ser observado nas medidas de conflito empíricas que a situação atual é similar. O km 60,5 tem OTs em nível similar ao km63, na situação atual. O local utilizado como controle apresenta número mais elevado de OCs do que o km 63, em função do maior fluxo de pedestres (em termos relativos, os locais também são similares, na situação atual).

A comparação com o histórico de acidentes nos locais da SP270, Rodovia Raposo Tavares, (no período 2005 a 2010, a ocorrência de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas é realmente bem mais elevada no km 63, não tendo ocorrido nenhum acidente no km 60,5 no período estudado) somente poderá ser feita no estudo antes e depois, apresentado adiante.

Já no caso da SP 280, Rodovia Castello Branco, na comparação com o histórico de acidentes (bastante maior no km30), essa a relação caso/controle é menos visível na análise das oportunidades de travessias, mas aparece aqui também, como nos acidentes, na ocorrência de oportunidades de conflito que no km 30 é superior às do km 29,5 pela presença de pedestres.

b. Diagnóstico com Medidas Teóricas de Oportunidade

Nesse item é feita a comparação das medidas de oportunidades de manobra/travessia e de conflito obtidas pelo modelo 1b exposto por MING (2008).

A Tabela 3-19 sintetiza os resultados das previsões de OTs e OCs.

Tabela 3-19 - Medidas teóricas de OTs e OCs (1b)

SP270-Km60,5	Modelo 1b		SP270-Km63	Modelo 1b	
Período	OT/hora	OC/hora	Período	OT/hora	OC/hora
Manhã: >Sp	-	-	Manhã: >Sp	-	-
>Int	-	-	>Int	-	-
Total	145,7	38,3	Total	-	-
Meio :>Sp	-	-	Meio :>Sp	133,3	9,5
-Dia >Int	-	-	-Dia >Int	134,2	9,4
Total	67	38	Total	133,3	18,9
Tarde: >Sp	-	-	Tarde: >Sp	109,9	-
>Int	-	-	>Int	89,8	-
Total	97,9	44,3	Total	89,8	-
Média/Hora	104	40	Média/Hora	111,6	18,9

SP280-Km29,5	Modelo 1b		SP280-Km30	Modelo 1b	
Período	OT/hora	OC/hora	Período	OT/hora	OC/hora
Manhã: >Sp	0,9	0	Manhã: >Sp	0,9	4
>Int	1,8	0	>Int	1,8	4
Total	0,9	0	Total	0,9	8
Meio :>Sp	0	0	Meio :>Sp	0	6
-Dia >Int	0	0	-Dia >Int	0	6
Total	0,0	0	Total	0	12
Tarde: >Sp	0	0	Tarde: >Sp	0	4
>Int	0,1	0	>Int	0,1	4
Total	0	0	Total	0	8
Média/Hora	0,3	0	Média/Hora	0,3	9,3

Nesse caso, como anteriormente comentado, os resultados são basicamente os mesmos da análise das medidas empíricas.

Foi possível prever que as oportunidades de travessia na SP 280, Rodovia Castello Branco, são praticamente nulas, o que mostra a impossibilidade da travessia segura de pedestres. Seria necessário algum tipo de tratamento para melhorar a segurança do pedestre na travessia, com segregação no tempo ou no espaço, ou a supressão da possibilidade física de travessia (com barreiras intransponíveis). A relação do maior risco efetivo com a presença de pedestres no km30 também pode ser prevista.

A análise das oportunidades de travessia e de conflito na SP270, Rodovia Raposo Tavares, também puderam ser replicadas. Na situação atual, as previsões demonstram a similaridade dos locais e mostram que o km 60,5 é menos seguro que o km 63, marginalmente em termos absolutos (mas sendo similares em termos relativos), pela maior presença de pedestres (o que não é coerente com os dados obtidos no levantamento dos dados de acidentes, enfraquecendo a relação caso/controle proposta inicialmente).

No entanto, os modelos de previsão permitem comparar também a situação antes e depois das intervenções que afetaram a frequência de acidentes no km63, no item a seguir.

c. Diagnóstico do Impacto das Intervenções Observadas

Buscou-se então avaliar a eficácia dos dispositivos de proteção para o pedestre instalados no km 63 da SP 270, Rodovia Raposo Tavares, através de uma análise antes e depois da instalação dos dispositivos, com os cálculos de oportunidades de manobra e de conflito.

O modelo 1b apresentado por MING é aplicado para os dados de tráfego do km 63, para pista simples (antes) e considerando o dispositivo de segurança (depois), a fim de desconsiderar o efeito do dispositivo instalado entre os dois sentidos de tráfego, para realização da travessia por etapa. Na situação antes, havia uma faixa por sentido com acostamento.

Não foi possível obter as filmagens do entroncamento, para saber quanto do fluxo foi desviado, mas as vistorias em campo indicaram que o fluxo desviado é da ordem de 500 veículos/hora em cada sentido, com porcentagem de veículos pesados entre 5% e 20%, pelo menos nos períodos de pico. Conservativamente, foi assumido um valor de 400 veículos/hora para estimar o fluxo antes. Essas considerações estão incorporadas na Tabela 3-20b.

A comparação pertinente é com os resultados dos locais da SP270 na Tabela 3-19 (ou os valores correspondentes, detalhados na Tabela 3-16a do modelo 1b). Nota-se que a situação sem dispositivo tem uma frequência bastante menor de oportunidades de travessia (agora em nível bastante inferior ao existente no local controle, o km60,5; cerca de 50% sem refúgio de pedestres e cerca de 10% sem refúgio de pedestres e sem entroncamento). A estimativa das oportunidades de conflitos, indica uma frequência cerca de 17% maior na situação sem dispositivo mas ainda menor que o valor absoluto observado no local controle (onde há mais pedestres). No entanto, a comparação com o local controle, o km60,5, é agora ambígua pois a avaliação indica uma probabilidade de oportunidade de conflito simultâneo quase certa (risco relativo próximo a 100% de ambos os sentidos, dado que o fluxo de pedestres no período em que se obteve contagem é de 12ped/h e tem-se $22,1/12=1,84$ OC/ped por travessia).

Os resultados apresentados permitem concluir que a situação antes é pior que a atual mas avalia que a eficácia dos dispositivos instalados poderia ser melhor, pelo menos no que diz respeito a segurança dos pedestres, se a travessia fosse não tivesse sido alongada.

Tabela 3-20 – Análise das obras de melhoria – “antes” e “depois” para cálculos de oportunidade de manobra e de conflito

a. sem Refúgio de pedestres

Antes

SP270-Km63	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	TC (s)	TG (s)	OT	OC
Período							
Manhã: >Sp	-	-	3,5	-	-	-	-
>Int	-	-	3,5	-	-	-	-
Total	-	-	7,0	-	-	-	-
Meio :>Sp	639	-	3,5	-	-	-	9,5
-Dia >Int	631	-	3,5	-	-	-	9,4
Total	1270	12	7,0	8,83	8,83	56,4	18,9
Tarde: >Sp	819	-	3,5	-	-	-	-
>Int	970	-	3,5	-	-	-	-
Total	1789	-	7,0	-	-	-	-
Média/Hora	1529,5	12	-	-	-	56,4	18,9

b. sem Refúgio de pedestres e sem Entroncamento

Antes

SP270-Km63	Fluxo de Veículos (v/h)	Fluxo de Pedestres (p/h)	L (m)	TC (s)	TG (s)	OT	OC
Período							
Manhã: >Sp	-	-	3,5	-	-	-	-
>Int	-	-	3,5	-	-	-	-
Total	-	-	7,0	-	-	-	-
Meio :>Sp	1039	-	3,5	-	-	-	11,0
-Dia >Int	1031	-	3,5	-	-	-	11,1
Total	2070	12	7,0	8,83	8,83	12,9	22,1
Tarde: >Sp	1219	-	3,5	-	-	-	-
>Int	1370	-	3,5	-	-	-	-
Total	2589	-	7,0	-	-	-	-
Média/Hora	2329,5	12	-	-	-	12,9	22,1

d. Análise da Evitabilidade e Severidade das Oportunidade de Conflito

Os modelos de oportunidade de conflito foram estendidos para analisar também a questão da evitabilidade e severidade dos acidentes potenciais, aspecto analisado a seguir.

Calculadas as oportunidade de conflito, o valor em OT/hora e CO/hora é convertido para OT/ano e CO/ano e então é corrigido pelo P_{SV} , mencionado anteriormente. Os valores depois da correção serão chamadas oportunidades de conflito efetiva (OC_E).

A fim de se retratar de forma preliminar a diferença existente em termos de visibilidade noturna, a análise das restrições físicas foi complementada pela questão da dificuldade de detecção dos pedestres sob baixa luminosidade.

Segundo SCHNELL et al. (2001), para a visibilidade do pedestre em função da iluminação dos faróis sob condições normais e com farol baixo, o pedestre adulto é visto a uma distância de 109,9m com roupas escuras (índice de refletividade 0,11) e 186,2m com roupas claras (índice de refletividade 0,81). Estes dados podem ser considerados como valores limites porque o estudo fez observações em um trecho experimental sem outras interferências.

Com base nestes valores, admitiu-se uma distância limite de visibilidade de 100m sem iluminação pública. Para locais com iluminação pública, admitiu-se uma distância limite de 200m (no mesmo trabalho, o efeito do uso do farol alto é avaliado em um aumento de 50%, com base em outros estudos, mas o efeito da iluminação pública não é especificamente considerado). Em período diurno, adotou-se um valor limite de 400m.

As vistorias de campo mostram valores de visibilidade, considerando obstruções visuais e os limites mencionados acima, conforme a Tabela 3-21:

Tabela 3-21 - Distâncias de visibilidade considerando obstruções visuais

		Diurno		Noturno	
km	SP	Oeste	Leste	Oeste	Leste
60,5	270	130 m	125 m	130 m	125 m
63,5	270	220 m	140 m	150 m	140 m
29,5	280	300 m	300 m	150 m	150 m
30	280	300 m	300 m	150 m	150 m

Os valores do tempo de reação foram considerados diferentes para as duas rodovias estudadas.

No caso dos trechos da SP 270, Rodovia Raposo Tavares, a travessia de pedestres é esperada, seja pela existência de pontos de ônibus no caso do km 60,5 ou pela faixa de pedestres e dispositivo de proteção no canteiro central, no caso do km 63. Nesse caso foi admitido um tempo de reação de 1 seg.

Já na SP 280, Rodovia Castello Branco, a travessia de pedestres não é esperada, e dessa forma o tempo de reação para o motorista foi considerado de 2,5 seg.

Adotou-se também frenagem igual a 10km/h/seg.

A Tabela 3-22 traz os valores de OC/ano e OCE/ano já com as considerações acima mencionadas. A aplicação foi feita com base no modelo 1b pois este caso distingue os conflitos com distâncias de visibilidade específicas. Para avaliar a condição diurna e noturna, são utilizados fatores para cada período em análise. Preliminarmente, adotou-se o período (18:30-19:30) como noturno com um peso de 0,2 e os períodos (06:30-07:30) e (12:00-13:00) como diurno com um peso 0,4. A distância de visibilidade existente em cada local (em vista de obstruções visuais) é restrita por um valor limite distinto em cada período.

A distribuição de velocidades foi considerada a partir da velocidade média medida em campo, admitindo um coeficiente de variação de 20%. Os valores adotados constam da Tabela 3-22.

Com esses dados pode-se então calcular também a probabilidade de acidente por severidade, como proposto anteriormente, onde as velocidades de impacto limite para acidentes leves e

$$\text{fatais seriam } V_1 \leq V_{11} = \frac{\alpha_1}{\beta} = \frac{4,678}{0,120} = 39,0 \text{ km/h e } V_1 \geq V_{12} = \frac{\alpha_2}{\beta} = \frac{8,846}{0,120} = 73,7 \text{ km/h .}$$

A Tabela 3-23 traz os resultados correspondentes à severidade.

A sensibilidade às suposições foi avaliada adiante.

Como exemplo, considere novamente o km60,5 da SP270.

No local do km 60,5 são previstas 38,1 OC/hora nos períodos diurnos (média da contagem de manhã e meio-dia) e 44,3 OC/hora nos períodos noturnos (da contagem de tarde); em termos anuais, o fator de expansão é 3650 (igual 365 dias e 10% da hora-pico/total diário), sendo 80% (0,4+0,4) em períodos diurnos e 20% (0,20) em períodos noturnos, ou seja, 111.327,4 OC/ano diurnos e 32355,3 OC/ano noturnos.

N sentido interior, para o período diurno e noturno, $dv=125\text{m}$ (pela restrição física) e

$$V_A = \sqrt{b^2 \cdot \delta_R^2 + 2 \cdot b \cdot D_v} - b \cdot \delta_R = \sqrt{(10/3,6)^2 \cdot 1^2 + 2 \cdot (10/3,6) \cdot 125} - (10/3,6) \cdot 1 = 85,4 \text{ km/h}$$

para ambos os sentidos. No entanto, o fator de correção é distinto em função da diferença de velocidades. No período diurno, $P_{ac} = P_{sv} = F[V > V_A] = 0,00000149\%$ ou 0,0% na distribuição normal com velocidade média 40,5 km/h e coeficiente de variação 20%. No período noturno, $P_{ac} = P_{sv} = F[V > V_A] = 0,00000014\%$ ou também 0,0% na distribuição normal com velocidade média 39,0 km/h e coeficiente de variação 20%

As velocidades limites de impacto, em ambos os períodos, indicam acidente leve se

$$V < V_1 = \text{máx} \left\{ \frac{V_{I1} - b \cdot t_r}{2} + \sqrt{\left(\frac{V_{I1} - b \cdot t_r}{2} \right)^2 + b \cdot D_v}; V_{I1} \right\} \text{ ou}$$

$$V < V_1 = \text{máx} \left\{ \left(\frac{(39/3,6) - (10/3,6) \cdot 1}{2} + \sqrt{\left(\frac{(39/3,6) - (10/3,6) \cdot 1}{2} \right)^2 + (10/3,6) \cdot 125} \right); 3,6; (39/3,6) \right\}$$

tendo-se $V < V_1 = 102,1 \text{ km/h}$,

$$\text{e acidente fatal se } V \geq V_2 = \text{máx} \left\{ \frac{V_{I2} - b \cdot t_r}{2} + \sqrt{\left(\frac{V_{I2} - b \cdot t_r}{2} \right)^2 + b \cdot D_v}; V_{I2} \right\} \text{ ou}$$

$$V \geq V_2 = \text{máx} \left\{ \left(\frac{(73,7/3,6) - (10/3,6) \cdot 1}{2} + \sqrt{\left(\frac{(73,7/3,6) - (10/3,6) \cdot 1}{2} \right)^2 + (10/3,6) \cdot 125} \right); 3,6; 73,7 \right\}$$

tendo-se $V \geq V_2 = 156,2 \text{ km/h}$

A distribuição de severidade também é diferente em cada período (pelo efeito da velocidade).

No período diurno, a probabilidade de acidente leve é

$$P_{ac} [Leve] = F[V_1] - F[V_A] \quad (0 \text{ se } V_1 < V_A),$$

$P_{ac} [Leve] = 0,00000149\%$ (quase 100% dos acidentes fatais) ou 0,0% na distribuição normal com velocidade média 40 e coeficiente de variação 10%; a probabilidade de acidente fatal é

$$P_{ac} [Fatal] = 1 - F[V_2] \quad (P_{ac} \text{ se } V_2 < V_A)$$

$P_{ac} [Fatal] = 0,0\%$ na distribuição normal com velocidade média 40 e coeficiente de variação 10%; e a probabilidade de acidente sério é $P_{ac} [Grave] = 0,0\%$ (como complemento).

No período noturno, a probabilidade de acidente leve é

$$P_{ac} [Leve] = F[V_1] - F[V_A] \quad (0 \text{ se } V_1 < V_A),$$

$P_{ac} [Leve] = 0,00000014\%$ (quase 100% dos acidentes fatais) ou 0,0% na distribuição normal com velocidade média 40 e coeficiente de variação 20%; a probabilidade de acidente fatal é

$$P_{ac} [Fatal] = 1 - F[V_2] \quad (P_{ac} \text{ se } V_2 < V_A)$$

$P_{ac} [Fatal] = 0,0\%$ na distribuição normal com velocidade média 40 e coeficiente de variação 10%; e a probabilidade de acidente sério é $P_{ac} [Grave] = 0,0\%$ (como complemento).

Para o sentido capital, $dv=130\text{m e}$

$$V_A = \sqrt{b^2 \cdot \delta_R^2 + 2 \cdot b \cdot D_v} - b \cdot \delta_R = \sqrt{(10/3,6)^2 \cdot 1^2 + 2 \cdot (10/3,6) \cdot 130} - (10/3,6) \cdot 1 = 87,3 \text{ km/h}$$

para ambos os sentidos. No entanto, novamente o fator de correção é distinto em função da diferença de velocidades. No período diurno, $P_{ac} = P_{sv} = F[V > V_A] = 0,0\%$ (na distribuição normal com velocidade média 35,5km/h e coeficiente de variação 20%). No período noturno, também $P_{ac} = P_{sv} = F[V > V_A] = 0,0\%$ (na distribuição normal com velocidade média 35km/h e coeficiente de variação 20%).

As velocidades limites de impacto, em ambos os períodos, indicam acidente leve se

$$V < V_1 = \text{máx} \left\{ \frac{V_{I1} - b.t_r}{2} + \sqrt{\left(\frac{V_{I1} - b.t_r}{2} \right)^2 + b.D_v}; V_{I1} \right\} \text{ ou}$$

$$V < V_1 = \text{máx} \left\{ \left(\frac{(39/3,6) - (10/3,6).1}{2} + \sqrt{\left(\frac{(39/3,6) - (10/3,6).1}{2} \right)^2 + (10/3,6).130} \right).3,6; (39/3,6) \right\}$$

tendo-se $V < V_1 = 103,3 \text{ km/h}$

$$\text{e acidente fatal se } V \geq V_2 = \text{máx} \left\{ \frac{V_{I2} - b.t_r}{2} + \sqrt{\left(\frac{V_{I2} - b.t_r}{2} \right)^2 + b.D_v}; V_{I2} \right\} \text{ ou}$$

$$V \geq V_2 = \text{máx} \left\{ \left(\frac{(73,7/3,6) - (10/3,6).1}{2} + \sqrt{\left(\frac{(73,7/3,6) - (10/3,6).1}{2} \right)^2 + (10/3,6).130} \right).3,6; 73,7 \right\}$$

tendo-se $V \geq V_2 = 157,2 \text{ km/h}$

A distribuição também pode ser diferente em cada período (em função das velocidades) mas em ambos os períodos, para o sentido capital a previsão de P_{ac} é desprezível, e portanto também torna desprezível a ocorrência de acidentes em cada nível de severidade.

O potencial de acidentes, medido por OCE, seria relevante então apenas no sentido interior (pelo efeito da velocidade marginalmente maior), tendo-se:

No período diurno: $OCE = 0,0000000149 * 29024,4 + 0,00 * 26639,3 = 0,0000043 \text{ OCE/ano}$

No período noturno: $OCE = 0,00000014 * 14740,5 + 0,00 * 16594,7 = 0,0000002 \text{ OCE/ano}$

Total: $OCE = 0,0004 + 0,00002 = 0,0000045$ OCE/ano (uma estimativa desprezível, em termos práticos).

Note que a análise é sempre por sentido; desta forma, o exemplo não será detalhado também para o km63. No entanto, há uma única diferença neste caso que consiste na obtenção das oportunidades de conflito considerando as situações antes e depois da intervenção. A obtenção do valor médio para o km63, considerou a situação antes representativa dos anos 2005, 2006 e 2007; a situação atual representativa dos anos 2009 e 2010 (repartindo-se o ano de 2008 igualmente). O valor global foi então obtido com a média ponderada pelo número de anos.

Dessa forma, no km 63, no período diurno (considerados os dados do meio dia, que são os únicos disponíveis), no sentido capital são previstas 11,0 OC/hora considerando o período anterior a instalação dos dispositivos e 9,5 OC/hora no período após a instalação. A média seria então $(11,0 \cdot 0,3,5 + 9,5 \cdot 2,5) / 6 = 10,4$ OC/hora, o fator de expansão é 3650 (igual 365 dias e 10% da hora-pico/total diário), sendo 80% (0,4+0,4) em períodos diurnos, ou seja, 15145,5 OC/ano. No sentido capital são previstas 11,1 OC/hora considerando o período anterior a instalação dos dispositivos e 9,4 OC/hora no período após a instalação. A média seria então $(11,1 \cdot 0,3,5 + 9,4 \cdot 2,5) / 6 = 10,4$ OC/hora, o fator de expansão é 3650 (igual 365 dias e 10% da hora-pico/total diário), sendo 80% (0,4+0,4) em períodos diurnos, ou seja, 15200,5 OC/ano. Os demais procedimentos são similares.

Note-se as restrições de visibilidade noturna somente tiveram influência nas estimativas da SP280 (na SP270, predominaram as restrições físicas à visibilidade).

Analisando-se os resultados da Tabela 3-22, nota-se que:

- no km63 da SP270, Rodovia Raposo Tavares, mostra-se a previsão de 0,01 OCE/ano no período diurno do sentido interior, sendo totalmente desprezível nos demais casos; portanto, indica uma maior insegurança em relação ao local controle, o km60,5 (onde todos os resultados são desprezíveis); há uma indicação de que o efeito incorporado (basicamente a diferença de velocidades, na comparação do km63 e km60,5) aproxima a conclusão da acidentalidade observada; a ordem de grandeza da estimativa está, no entanto, claramente incorreta e indica a necessidade de melhor calibração do modelo ou seus dados;

- no km30 da SP280, Rodovia Castello Branco, mostra-se a previsão de 11,88 OCE/ano nos períodos noturnos do sentido interior, sendo desprezível nos demais casos; embora possa-se considerar que a deficiência noturna é uma indicação real, não se pode dizer o mesmo da atribuição desprezível de acidentalidade ao sentido capital; o resultado pode ser explicado pela velocidade média obtida em campo (muito inferior no sentido capital); embora uma diferença real, o efeito pode ter sido exagerado pela seleção dos períodos de observação em campo.

A análise de sensibilidade dos parâmetros assumidos nos cálculos apresentados anteriormente mostraram maior sensibilidade à velocidade média (não ao coeficiente de variação) e à distância de visibilidade (menos ao tempo de reação e à frenagem). Portanto, a indicação é de que estes são os dados a serem obtidos de forma cuidadosa na observação de campo.

e. Avaliação Geral dos Resultados Preliminares

A análise dos resultados permite concluir que as medidas de oportunidade de manobra e conflito empíricas são válidas e complementares para avaliar a segurança de pedestres em rodovias, uma vez que se aproximou do histórico de acidentes estudados e do efeito antes e depois da intervenção ocorrida em um dos trechos.

As medidas teóricas também retrataram a mesma situação, por terem produzido estimativas aceitáveis das medidas observadas em campo.

Um exemplo de implicação desta análise pode ser vista ao criticar a recomendação adotado pelo DNIT (2010), como mostrada na Figura 2-26. Vê-se que o gráfico não recomenda intervenção no Km30 da SP280 (no caso, implantar passarelas, em função do baixo fluxo de pedestres). No entanto, a análise realizada mostra claramente que não há oportunidades de travessia e que todos os pedestres experimentam um risco potencial no local. Portanto, o critério sugerido seria segregiar ou impedir as travessias. Na SP 270, o gráfico também não recomenda intervenção em ambos os locais (no caso, implantar passarelas, para os fluxos de pedestres observados) mas falha em não considerar alternativas (como as ilhas de refúgio). A análise proposta mostrou ambos os aspectos.

Por fim, a análise da evitabilidade e da severidade indicou que os modelos e dados utilizados precisam ser adequadamente calibrados para obter resultados precisos. No entanto, obteve-se indicações que apontam preliminarmente na direção correta para ponderar efeitos relevantes como a velocidade do tráfego e as restrições de visibilidade.

É importante comentar diga que em relação aos locais da SP270, existem peculiaridades que não parecem adequadamente representadas nos modelos de previsão; dois deles são o efeito de proteção aos pedestres dos fluxos veiculares que cruzam o km60,5 e o efeito do número e localização dos redutores de velocidade (1 no km63 e 2 no km60,5); o primeiro aspecto poderia levar a categorizar as travessias por tipo de condição (com ou sem proteção) e o segundo poderia justificar um procedimento de previsão da velocidade local em função da

velocidade de aproximação e dos fatores locais (como os redutores). Na SP 280, o efeito das motos não foi adequadamente representado no modelo de previsão. Uma solução seria utilizar velocidades diferentes por tipo de veículo nos cálculos de OCE.

Os modelos de previsão também podem ser criticados por conter apenas os efeitos das condições físicas e operacionais, sem incorporar fatores outros que podem gerar conflitos e acidentes; dois exemplos seriam a ocorrência de erros humanos (falha ao detectar pedestres, por exemplo) ou a existência de comportamento aberrante (como motoristas alcoolizados ou em velocidade excessiva). Esse aspecto está discutido preliminarmente no trabalho de PIETRANTONIO e VASCONCELOS (2006).

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Nesse item são apresentadas as conclusões referentes ao estudo de segurança de pedestre e ciclistas em rodovias concessionadas do Estado de São Paulo utilizando os conceitos de oportunidade de manobra e oportunidade de conflito. São também apresentados aspectos relevantes que não foram considerados e que podem ser considerados em estudos futuros.

A revisão dos trabalhos clássicos, manuais de projeto e trabalhos técnicos mostrou vários aspectos que devem ser considerados a fim de aumentar a segurança dos pedestres e ciclistas. A premissa da pesquisa bibliográfico foi identificar quais tipos de facilidades podem atender às necessidades de cada usuário; ao longo da via, em travessias, para proteção e canalização. A questão básica complementar é a definição de critérios que recomendam um ou outro tipo de facilidade.

Para pedestres e ciclistas, foram apresentados portanto, a infra-estrutura disponível e os parâmetros de projeto dessas infra-estruturas. Para esses aspectos a referência principal são os manuais da AASHTO, o Green Book e os manuais específicos de pedestre e ciclistas. As referências nacionais geralmente repetem os critérios da AASHTO, adicionando pouca coisa. As características básicas dos pedestres e ciclistas estão claramente documentadas, incluindo pedestres com necessidades especiais. Faltam, no entanto, diretrizes sobre a provisão do atendimento aos diferentes tipos de usuários (ou a categorização da infra-estrutura pelo atendimento).

Nos manuais nacionais, em particular, existe pouco conteúdo específico (assim como existe pouca informação sobre eventuais estudos que motivaram a adoção das recomendações da AASHTO, ou outra fonte, para o Brasil). No caso dos pedestres, uma adição relevante do DNIT (2010) é o método prático para estimar se a travessia de determinado local deve ser em nível ou desnível, em função do fluxo de pedestres e do fluxo veicular, conforme apresentado na Figura 2-26. Entretanto, a aplicação desse critério não é claramente discutida e disseminada.

No caso dos ciclistas, as recomendações do manual específico da AASHTO foram adotadas pelo DNIT (2010) para o Brasil. Estas recomendações parecem ter lacunas importantes. A revisão buscou algumas fontes complementares, em particular sobre a necessidade de tratamentos diversos. Cabe ressaltar os métodos estrangeiros para seleção do dispositivo a ser adotado, ou mesmo se há necessidade de algum dispositivo, em função do volume diário médio anual e da velocidade média de operação, separando ainda por tipo de ciclista (experientes ou comuns). Foram apresentados os critérios americano, Tabelas 2-13 e 2-14 (não adotado pela AASHTO ou recomendado pelo DNIT, 2010), e inglês, Tabela 2-15 (que é decorrente da tradição européia, onde os ciclistas são melhor atendidos).

Para a análise da operação foi revisado o HCM (2000), que busca avaliar o nível de serviço para pedestres e ciclistas com base no conceito de impedância, avaliando a frequência de encontros e ultrapassagens. Discutiui-se que estas variáveis poderiam ser melhor utilizadas na formulação dos critérios de projeto ou seleção de tratamentos. Observou-se que o conceito de impedância é relevante também para a segurança dos usuários (por representar eventos próximos a conflitos), embora esta relação não esteja formulada. Notou-se também a lacuna relativa às interações entre ciclistas e veículos (atualmente, a impedância considera ciclistas e pedestres).

A revisão abrangeu tanto a esfera urbana quanto rural. Especificamente no caso das rodovias, o acostamento é o dispositivo recomendado para o deslocamento de pedestres e ciclista ao longo do eixo (as calçadas são menos comuns) e, para a travessia, os dispositivos de segregação de nível como passarelas e passagens subterrâneas são recomendados. Há também alguns dispositivos que buscam minimizar os conflitos encontrados nas travessias como ilhas

de refúgio centrais, cuja utilização é menos discutida. Além disso, notou-se a falta de recomendações para provisão de infra-estrutura complementar quando inexistente acostamento.

A análise do atendimento às condições de projeto foi praticada como forma de diagnóstico dos problemas de segurança para pedestres e ciclistas. Em linhas gerais, notou-se que diversos aspectos puderam ser apontados.

Na SP 270 – Rodovia Raposo Tavares, o km 60,5 apresenta pequena quantidade de acidentes quando comparado ao km 63, mesmo tendo fluxo de pedestres maior. Analisando o projeto viário dos dois locais, comparando com o que foi encontrado na revisão bibliográfica, o km 60,5 tem condições apropriadas para a travessia segura do pedestre, que atravessa 2 faixas (1 em cada sentido), a velocidade dos veículos é reduzida pela presença de lombadas em cada sentido, além dos próprios movimentos de conversão que acabam formando uma barreira protetora para a travessia. O km 63, apesar de apresentar faixa de pedestres e dispositivo de proteção e divisão da travessia, acaba tendo maior ocorrência de acidentes, provavelmente devido a largura da travessia; são 2 faixas em cada sentido, para um fluxo baixo de veículos. Isso encoraja também os veículos a desenvolverem maior velocidade, dificultando ainda mais a travessia para o pedestre. Apesar de possuir calçada, não há acostamento nesse trecho, o que prejudica principalmente a circulação de bicicletas no local.

Na SP 280 – Rodovia Castello Branco, os 2 kms analisados são bastante próximos, km 29,5 e km 30 e tem características operacionais também bastante semelhantes. O principal fator observado foi a presença de tela no canteiro central, a fim de evitar a travessia dos pedestres, entre os kms 29,2 e km 30. Dessa forma os pedestres acabam atravessando logo após o término da tela, no km 30, não tendo movimento de travessia no km 29,5.

A relação destes aspectos com os acidentes observados pode ser considerada parcial.

A revisão do aspecto metodológico a respeito de métodos de medir a segurança, mostrou as oportunidades de manobra e oportunidades de conflito como medidas promissoras e complementares, buscando validá-las no estudo de campo desenvolvido nesse trabalho, através de medidas empíricas e dos dados de acidentes dos locais estudados.

As medidas empíricas, assim como os dados básicos operacionais utilizados nos modelos teóricos de oportunidade de manobra e oportunidade de conflito foram obtidos através de filmagens dos locais escolhidos para estudo. Esses locais, por sua vez, foram escolhidos tendo por base o histórico de acidente de 5 anos, de 2005 a 2010 (um caso e um controle).

Os resultados do estudo de campo têm de ser considerados preliminares em função da pequena amostra de observações examinadas (os problemas ocorridos na coleta de dados também limitam a análise realizada). A seguir, estes resultados preliminares serão divididos em 4 aspectos: viabilidade dos procedimentos; validade dos modelos de previsão; validade da análise de oportunidades e validade da análise de evitabilidade e severidade.

No que se refere à viabilidade dos procedimentos, o estudo de campo mostrou que os conceitos e modelos atuais são facilmente aplicados com análise de vídeo (pode-se considerar que também a observação direta em campo seria praticável). No entanto, os resultados foram sensíveis a diversos fatores que indicam a necessidade de levantamentos em campo mais detalhados. Este comentário aplica-se à observação de uma ampla variedade de períodos de operação característicos (para evitar a adoção de dados operacionais viesados) e à mensuração de parâmetros muito sensíveis (como a distância de visibilidade, particularmente na detecção dos pedestres em horários noturnos ou outras condições adversas).

No que se refere à validade dos modelos de previsão, a comparação de medidas de oportunidades de manobra e conflito obtidas através dos modelos teóricos com os valores obtidos empiricamente permitiu avaliar as estimativas de cada modelo proposto. As estimativas de oportunidades de travessia, iguais em todas as versões, tiveram boa aderência em relação aos valores medidos (notando-se uma tendência a sub-estimativa no caso dos locais da SP280, com previsões ainda menores que os baixos valores observados). As estimativas de oportunidades de conflito indicaram corretamente as mudanças observadas mas mostraram uma aderência pior aos dados (com uma tendência a super-estimativa) que deveria motivar a busca de melhorias adicionais nos modelos propostos (a melhor representação das brechas reduzidas e a representação das diferentes condições de travessia foram indicadas pelo estudo de campo como aspectos que poderiam ser melhorados).

No que se refere à validade da análise de oportunidades, a comparação de medidas de oportunidades de manobra e conflito obtidas com o levantamento do histórico de acidentes possibilitou a validação das conclusões da análise para avaliar a segurança de pedestres em rodovias. Em linhas gerais, pode-se dizer que muitos aspectos foram adequadamente apontados.

As medidas de oportunidades de travessia na SP-270 e na SP 280, por exemplo, diferenciaram de forma adequada as condições locais e mostraram a clara necessidade de se ter algum tratamento específico adicional na SP-280 para a travessia de pedestres nos locais estudados, com segregação no tempo ou espaço dos fluxos de veículos e pedestres ou obstrução física para impedir a travessia de pedestres nos locais inseguros (provendo naturalmente alguma opção segura e acessível para atender a sua necessidade de deslocamento). As medidas de oportunidades de conflito na SP-270 e SP-280 exibiram a óbvia dependência da presença de pedestres e da magnitude do fluxo oposto na travessia mas parecem exigir ponderações adicionais. Destacou-se a existência de condições de travessia específicas não claramente representadas (como o número e localização dos redutores de velocidade).

A análise da evitabilidade e da severidade das oportunidades de conflito teve esta motivação. Buscou-se verificar a inclusão ao modelo de cálculo de oportunidade de conflito proposto anteriormente (em função dos fluxos de pedestre e de veículos) o efeito da velocidade média do fluxo veicular e da distância de visibilidade, fatores que são bastante importantes no caso de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas. Tendo calculados esses parâmetros buscou-se ainda verificar a inclusão da estimativa da probabilidade da gravidade do acidente, considerado leve, grave ou fatal. Ambos os pontos apontaram relações importantes mas com uma escala de variação inadequada, sugerindo a necessidade de aprimorar as formulações e calibrar melhor seus parâmetros e dados de entrada.

Um aspecto que seria também muito interessante incluir em formulações futuras seria a influência de erros humanos e comportamentos aberrantes dos condutores ou pedestres, como apontado na análise dos resultados preliminares da validação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO – **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**, American Association of state Highway and Transportation Officials, 2004.
- AASHTO – **Guide for Development of Bicycle Facilities**, American Association of state Highway and Transportation Officials, 2004.
- AASHTO - **Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities**, American Association of state Highway and Transportation Officials, 2004.
- ALDUÁN, A. S. – **Calmar El tráfico**, Serie monografías, Ministerio de Fomento, 1998.
- ARAUJO, G.P.; BRAGA, M.G.C. - **Methodology for the Qualitative Evaluation of Pedestrian Crossings at Road junctions with Traffic Lights**, in Transportation, vol.35, pp.539-557, 2008
- BASILE, O.; PERSIA, L.; USAMI, D. - **A Methodology to Assess Pedestrian Crossing Safety**, European Transportation Research Review, vol.2, pp.129-137; 2010
- BOTMA, H. – **Method to Determine Levels of Service for Bicycle Paths and Pedestrian-Bicycle Paths**, Transportation Research Record 1502, TRB, Nacional Research Council, Washington, D.C., 1995
- BOVY – **Reseaux et Espaces Piétonniers**, Institut de Technique des Transports, 1973
- BREWER M. A., FITZPATRICK K., WHITACRE J. A. e LORD D. - **Exploration of Pedestrian Gap-Acceptance Behavior at Selected Locations**, Transportation Research Record, 1982, pp 132-140, 2006
- Marcus A. Brewer, Kay Fitzpatrick, Jeffrey A. Whitacre,
and Dominique Lord
- CET – **Segurança Viária e dos Pedestres**, Notas Técnicas NT 020/78, Companhia de Engenharia de Tráfego, 1978.
- CUCCI NETO, J. – **Aplicações de Engenharia de Tráfego na Segurança dos Pedestres** – Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1996.
- DAVIS, G. A. - **Relating Severity of Pedestrian Injury to Impact Speed in Vehicle-Pedestrian Crashes**, Transportation Research Record, 1773, pp 108-113, 2007.
- DER/PR – **Manual de Segurança Rodoviária**, Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná, 1988.
- DNER – **Guia para Redução de Acidentes de Trânsito**, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 2001.
- DNER – **Manual de Projeto Viário**, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 1999.
- DENATRAN – **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**, Departamento Nacional de Trânsito, 2007
- DENATRAN – **Manual de Identificação, Análise e Tratamento de Pontos Negros**, Departamento Nacional de Trânsito, 1982.
- DENATRAN – **Manual de Projeto de Interseções em Nível Não SemafORIZADAS em Áreas Urbanas**, Departamento Nacional de Trânsito, 1984.
- DENATRAN – **Manual de Segurança de Pedestres**, Departamento Nacional de Trânsito, 1983;
- DENATRAN – **Manual de Semáforos**, Departamento Nacional de Trânsito, 1979.
- DNIT – **Manual de Projeto de Interseções**, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, 2005.
- DNIT – **Manual de Travessias Urbanas**, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, 2010.

- GEIPOT – **Manual de Planejamento Ciclovário**, GEIPOT, 2001.
- FHWA - **Manual of Uniform Traffic Control Devices (MUTCD)**, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation. Washington, DC, 2009.
- FHWA – **Pedestrian Facilities User Guide – Providing Safety and Mobility**, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation. Washington, DC, 2002.
- FHWA – **Selecting Roadway Design Treatments to Accommodate Bicycles**, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation. Washington, DC, 1992.
- FRUIN, J. – **Pedestrian Planning and Design**, Elevator World, Mobile, Ala., 1990
- GOLD, P., A. – **Segurança de Trânsito: Aplicação da Engenharia para Reduzir de Acidentes**, Banco Interamericano de Desenvolvimento, Brasil, 1998.
- INGLATERRA – **Cycling Centre for Excellence**, London Cycling Design Standards, 2005.
- ITE – **Manual of Transportation Engineering Studies**, Institute of Transportation Engineers, 2000.
- KHISTY, C.J. - **Evaluation of Pedestrian Facilities: Beyond the Level-of-Service Concept**, Transportation Research Record 1438, pp.45-50; 1994
- MING, S. H. – **Oportunidades de Conflito de Tráfego – Modelos de Previsão** – Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2008.
- OGDEN, K.. W. – **Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering**, Avebury Technical, 1996.
- PIETRANTONIO, H. e VASCONCELO, V.M.A. (2006) - **Searching for Operational Measures of Road Safety: New Concepts and a Case Study**, Relatório de Trabalho No.08/06, LEMT-Laboratório de Estudos Metodológicos em Tráfego e Transportes, Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Brasil (em revisão).
- SCHNELL. T., AKTAN F., MCGEHEE D.V., DVORAK M., HUNT J., REYES A. e SORAK D. – **Pedestrian Visibility Under Automobile Low-Beam Headlight Illumination**, Transportation Research Record, 1773, pp 114-124, 2001.
- SPECIAL REPORT 209 – **Highway Capacity Manual**. TRB. National Research Council, Washington, D.C.,2000.
- TAC – **Geometric Design Guide for Canadian Roads**, Transportation Association of Canada, 1999.
- VASCONCELOS, V. M. A. - **Oportunidades de Travessia e Oportunidades de Conflito para Pedestres em Interseções SemafORIZADAS** – Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2004.

APÊNDICA A - ANÁLISE DA OPERAÇÃO PARA PEDESTRES DO HCM (2000)

A.1. Nível de Serviço em Calçadas e Vias Exclusivas para Pedestres

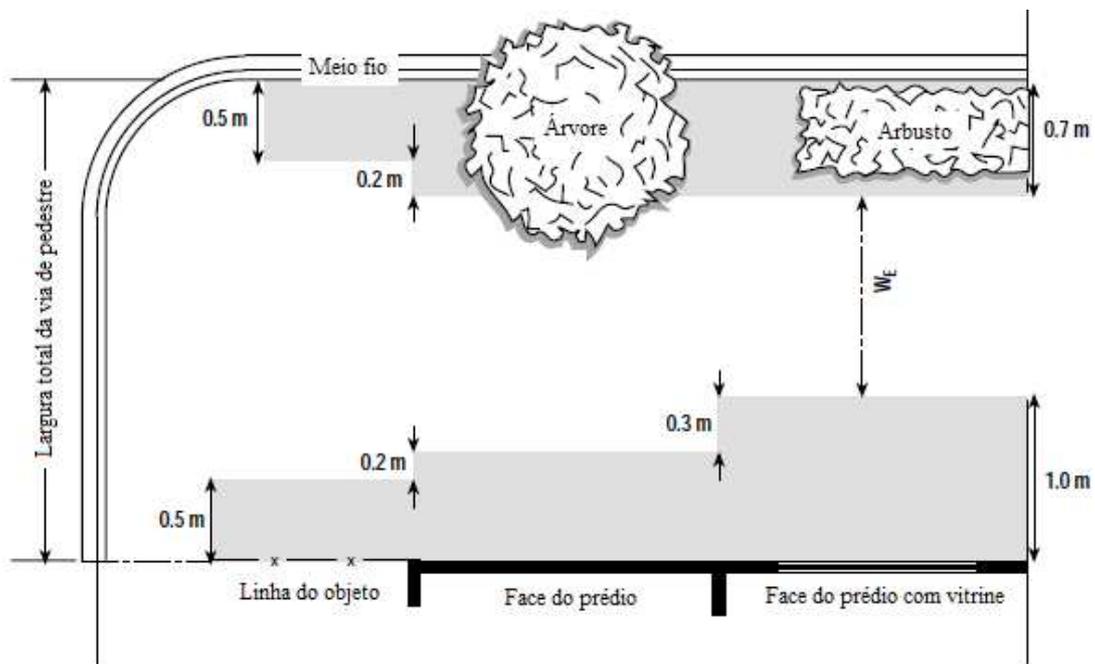
O cálculo do nível de serviço está no HCM (2000), definindo a largura efetiva da via como sendo:

$$W_E = W_T - W_O$$

W_E = largura efetiva da via de pedestre (m)

W_T = largura total da via de pedestre (m)

W_O = soma das larguras e distância das obstruções na via (m)



Quando a configuração da via não está disponível, a tabela seguinte pode ser utilizada:

Obstáculo	Largura adequada (m)
Mobiliário	
Poste fino	0.8-1.1
Postes de semáforos e caixas	0.9-1.2
Caixas de alarm de incêndio	0.8-1.1
Hidrantes	0.8-0.9
Placas de trânsito	0.6-0.8
Estacionamento	0.6
Caixas de correio (0,5m x 0,5m)	1.0-1.1
Cabines telefônicas (0,8m x 0,8m)	1.2
Bancos	0.9
	1.5
Acesso público subterrâneo	
Escadas de metrô	1.7-2.1
Saídas de ventilação de metrô	1.8+
Cúpula de ventilação do metrô	1.5+
Paisagismo	
Árvores	0.6-1.2
Vasos	1.5
Usuários comerciais	
Bancas de jornais	1.2-4.0
Estandes de venda	variável
Placas de advertência	variável
Vitrines de lojas	variável
Cafês de calçada	2.1
Protusões de edificações	
Colunas	0.8-0.9
Inclinações	0.6-1.8
Portas de porões	1.5-2.1
Conexões de canos	0.3
Postes de toldos	0.8
Garagens de caminhões	variável
Entrada/saída de garagens	variável
Vias de tráfego veicular	variável

Nota:

a. Para considerar a distância entre pedestres e obstáculos, 0,3 a 0,5 m deve ser acrescido a largura recomendada.

Fonte: Pushkarev e Zupan

Tabela A-0-1- Largura efetiva (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

A taxa de fluxo de pedestres é a medida de serviço para pedestres em calçadas. Em um pico de 15 minutos, essa taxa pode ser obtida com a seguinte expressão:

$$V_p = \frac{V_{15}}{15 * W_E}$$

V_p = taxa de fluxo de pedestres (p/min/m)
 V_{15} = taxa de fluxo de pico de 15 min (p/15 min)
 W_E = largura efetiva da via de pedestre

Taxas de volume por capacidade (v/c) podem ser obtidas considerando como capacidade 75p/min/m. Dessa forma, o HCM traz a seguinte tabela para o nível de serviço:

Nível de Serviço	Espaço (m ² /p)	Taxa de Fluxo (p/min/m)	Velocidade (m/s)	v/c
A	> 5.6	≤ 16	> 1.30	≤ 0.21
B	> 3.7–5.6	> 16–23	> 1.27–1.30	> 0.21–0.31
C	> 2.2–3.7	> 23–33	> 1.22–1.27	> 0.31–0.44
D	> 1.4–2.2	> 33–49	> 1.14–1.22	> 0.44–0.65
E	> 0.75–1.4	> 49–75	> 0.75–1.14	> 0.65–1.0
F	≤ 0.75	variável	≤ 0.75	variável

Tabela A-0-2 - Critério de fluxo médio para NS em caminhos e calçadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

Efeito de pelotões também está tabelado, levando em conta que o fluxo normal é impedido com 49m²/p o que equivale a 1,6p/min/m. Esse valor é utilizado como base para nível de serviço A.

Nível de Serviço	Espaço (m ² /p)	Taxa de Fluxo (p/min/m)
A	> 49	≤ 1.6
B	> 8–49	> 1.6–10
C	> 4–8	> 10–20
D	> 2–4	> 20–36
E	> 1–2	> 36–59
F	≤ 1	> 59

Nota:

a. Taxas na tabela representam fluxos médios de períodos de 5 a 6 min

Tabela A-0-3 - Critério de NS para caminhos e calçadas com o efeito de pelotões (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

Em escada a tabela de NS também é apresentada pelo HCM, sendo que taxas de volume por capacidade (v/c) são baseados numa capacidade da escada de 49p/min/m.

Quando dois fluxos de pedestres se cruzam, o menor desses fluxos é chamado de *cross flow*. Para esse fluxo, níveis de serviço de A a D são obtidos pelas tabelas já mencionadas. O NS E é listado em outra tabela:

Nível de Serviço	Espaço (m ² /p)	Taxa de Fluxo (p/min/m)	Velocidade (m/s)	Densidade (p/m ²)
E	≥ 1.25	≤ 75	≥ 1.0	≤ 0.8

Nota:

a. Total do fluxo principal e secundário

Tabela A-0-4 - Critério de NS para fluxo de pedestres atravessando (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

A.2. Nível de Serviço em Calçadas Compartilhadas

Segundo o HCM (2000), os pedestres tendem a ter o nível de serviço prejudicado devido a presença de bicicletas. Nesses casos, o nível de serviço é baseado no conceito de impedimento; considerando frequência de ultrapassagens e encontros entre pedestres e ciclistas. A frequência de encontros (*meetings*), F_m , e a frequência de ultrapassagens (*passings*), F_p , são então calculadas em função do fluxo de bicicletas em direção oposta, ou na mesma direção respectivamente; e das velocidades médias dos pedestres e dos ciclistas na via.

$$F_p = Q_{sb} \left(1 - \frac{S_p}{S_b} \right)$$

$$F_m = Q_{ob} \left(1 + \frac{S_p}{S_b} \right)$$

F_p = número de eventos de ultrapassagem (eventos/h)
 F_m = número de eventos opostos (eventos/h)
 Q_{sb} = taxa de fluxo de bicicletas no mesmo sentido (bicicletas/h)
 Q_{ob} = taxa de fluxo de bicicletas no sentido oposto (bicicletas/h)
 S_p = velocidade média do pedestre na via (m/s)
 S_b = velocidade média da bicicleta na via (m/s)

A frequência total de eventos é então calculada considerando que encontros causando geralmente menos impedimento, devido ao contato visual.

$$F = F_p + 0.5 F_m$$

F = número total de eventos na via (eventos/h),
 F_p = número de eventos de ultrapassagens (eventos/h),
 F_m = número de eventos de encontro (eventos/h)

Para cálculo no nível de serviço para uma via bidirecional, considerando velocidade média dos pedestres de 1,5 m/s e velocidade média dos ciclistas de 6,0 m/s, com volume de bicicletas para via bidirecional (50/50) e largura de 2,4 m:

Nível de Serviço Pedestres	Número de Eventos/h ^b	Volume de Bicicletas Correspondente por Direção ^c (bicicletas/h)
A	≤ 38	≤ 28
B	> 38–60	> 28–44
C	> 60–103	> 44–75
D	> 103–144	> 75–105
E	> 144–180	> 105–131
F	> 180	> 131

Notas:

a. Via de 2,4m de largura

b. Um "evento" é uma bicicleta encontrar ou ultrapassar um pedestre

c. Assumindo divisão direcional de bicicletas de 50/50

Tabela A-0-5 - Critério de NS para pedestres em caminhos compartilhados (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

A.3. Nível de Serviço em Áreas de Espera

Em áreas de espera, o nível de serviço para o pedestre é relacionado ao espaço disponível para cada pedestre e ao grau de mobilidade permitido:

Nível de Serviço	Espaço (m ² /p)
A	> 1.2
B	> 0.9–1.2
C	> 0.6–0.9
D	> 0.3–0.6
E	> 0.2–0.3
F	≤ 0.2

Tabela A-0-6 - Critério de NS para áreas de espera de pedestres (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

A.4. Nível de Serviço em Travessias Semaforizadas

A medida de nível de serviço no caso de interseções semaforizadas é o atraso médio sofrido pelo pedestre, calculado em função do tempo de verde efetivo para pedestres e comprimento do ciclo:

$$d_p = \frac{0.5(C - g)^2}{C}$$

d_p = atraso médio do pedestre
 g = tempo efetivo de verde (para pedestres)
 C = comprimento do ciclo

O nível de serviço é então obtido e é observado que para tempos de espera maiores que 30seg, muitos pedestres assumem um comportamento de risco desobedecendo ao semáforo.

Nível de Serviço	Atraso do Pedestre (s/p)	Probabilidade de Desobediência
A	< 10	Low
B	≥ 10–20	
C	> 20–30	Moderate
D	> 30–40	
E	> 40–60	High
F	> 60	Very High

Tabela A-0-7 - Critério de NS para pedestres em interseções semaforizadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

A área de pedestres requerida em esquinas compreende uma área de circulação (pedestres atravessando na fase verde, pedestres se juntando para atravessar na fase vermelha e pedestres circulando na calçada atravessar) e uma área para os pedestres esperando para atravessar na fase vermelha. A análise do HCM compara tempo e espaço disponível com a demanda de pedestres.

O tempo-espaço disponível (TS) para circulação e fila em uma esquina é o produto da área da esquina pelo tempo do ciclo analisado.

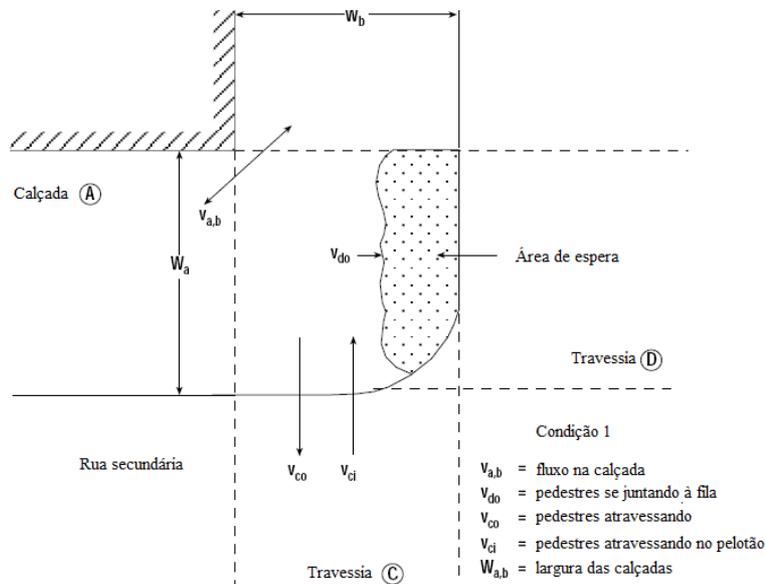


Figura A-0-1 - Travessia de via secundária (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

$$TS = C(W_a W_b - 0.215R^2)$$

- TS = tempo-espaço disponível ($m^2 \cdot s$)
- W_a = largura efetiva da calçada a (m)
- W_b = largura efetiva da calçada b (m)
- R = raio do meio fio na esquina (m)
- C = tamanho do ciclo (s)

Considerando que a chegada de pedestres na fila é uniforme, o tempo de espera do pedestre pode ser calculado conforme segue:

$$Q_{tdo} = \frac{v_{do} R_{mi}^2}{2C}$$

Q_{tdo} = tempo total gasto pelos pedestres esperando para a travessar a via principal durante um ciclo (p-s)

v_{do} = número de pedestres esperando para atravessas a via principal durante um ciclo

$$\frac{p}{15 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} * C \text{ (p/ciclo)}$$

R_{mi} = fase vermelha da via secundária ou a fase vermelha para pedestres no caso de semáforo para pedestres (s)

C = tamanho do ciclo (s)

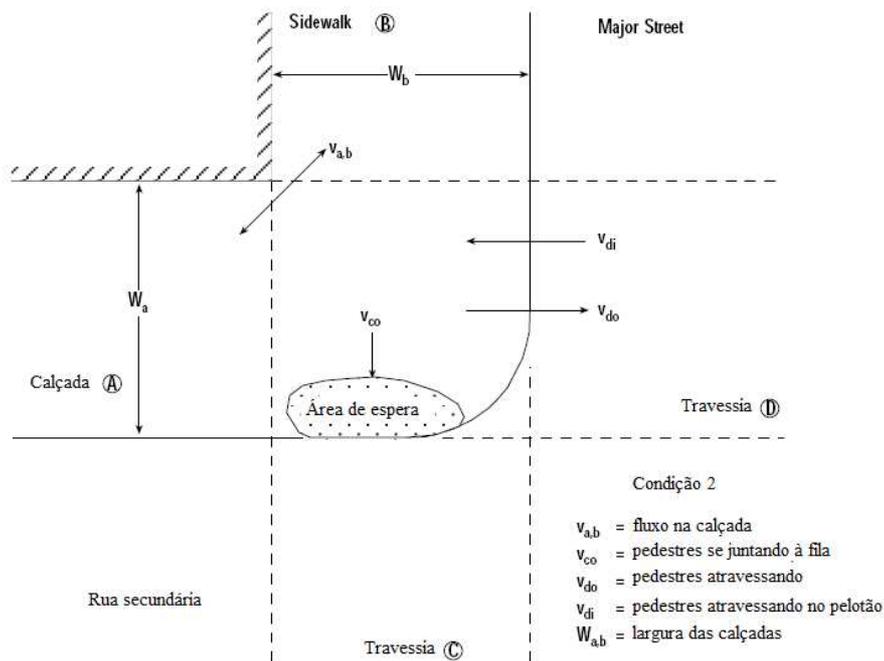


Figura A-0-2 - Travessia de via principal (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

$$Q_{tco} = \frac{v_{co} R_{mj}^2}{2C}$$

Q_{tdo} = tempo total gasto pelos pedestres esperando para atravessar a via principal durante um ciclo (p-s)

v_{do} = número de pedestres esperando para atravessar a via principal durante um ciclo

$$\frac{p}{15 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} * C \quad (\text{p/ciclo})$$

R_{mi} = fase vermelha da via secundária ou a fase vermelha para pedestres no caso de semáforo para pedestres (s)

C = tamanho do ciclo (s)

O tempo espaço de circulação para pedestres pode ser então calculado:

$$TS_c = TS - [0.5(Q_{tdo} + Q_{tco})]$$

- TS_c = espaço-tempo total disponível para circulação de pedestres ($m^2 \cdot s$)
 TS = espaço-tempo total disponível
 Q_{tdo} = tempo total gasto pelos pedestres para atravessar a via principal durante um ciclo (p-s)
 Q_{tco} = tempo total gasto pelos pedestres esperando para atravessar a via secundária durante um ciclo (p-s)

Finalmente, o espaço requerido para circulação de pedestres é computado dividindo o tempo-espaço total disponível para circulação de pedestres pelo tempo que os pedestres levam para andar pela área da esquina, que é a soma do volume total de circulação multiplicado por 4s, que é o tempo médio de circulação assumido:

$$M = \frac{TS_c}{4v_{tot}} \quad \begin{array}{l} M = \text{área de circulação por pedestre (m}^2\text{/p)} \\ TS_c = \text{tempo-espaço total disponível para a circulação de pedestres (m}^2\text{-s)} \\ v_{tot} = \text{número total de pedestres circulando em um ciclo} = v_{ci} + v_{co} + v_{di} + v_{do} + v_{a,b} \end{array}$$

O tempo espaço de travessia em uma esquina é calculado como:

$$TS = LW_E \left((WALK + FDW) - \frac{L}{2S_p} \right) \quad \text{ou}$$

$$TS = LW_E \left(G - \frac{L}{2S_p} \right)$$

where

- TS = tempo-espaço ($m^2 \cdot s$)
 L = comprimento da travessia (m)
 W_E = largura efetiva da travessia (m)
 $WALK + FDW$ = tempo efetivo de verde para pedestres na travessia (s)
 S_p = velocidade média dos pedestres (m/s)
 G = tempo de verde

A análise de tempo-espaço disponível para a travessia requer uma taxa de fluxo de pedestres durante o comprimento do intervalo do ciclo.

$$N_{ped} = \frac{v(C - G)}{C}$$

- N_{ped} = número de pedestres atravessando durante um intervalo (p)
 v = volume de pedestres na via de pedestres (p/15 min)
 G = tempo de verde

O tempo total de travessia ou tempo de verde efetivo requerido para totalizar a travessia numa interseção, é então:

$$t = 3.2 + \frac{L}{S_p} + \left(0.81 \frac{N_{ped}}{W} \right) \text{ para } W > 3.0 \text{ m}$$

$$t = 3.2 + \frac{L}{S_p} + (0.27 N_{ped}) \text{ para } W \leq 3.0 \text{ m}$$

- t = tempo total de travessia (s)
 L = comprimento da travessia (m)
 S_p = velocidade média dos pedestres (m/s)
 N_{ped} = número de pedestres atravessando durante um intervalo (p)
 W = largura da travessia (m)
 3.2 = tempo de início para o pedestre

O tempo de ocupância da calçada é dado então como produto do tempo médio de travessia e o número de pedestres utilizando a travessia durante um ciclo do semáforo:

$$T = (v_i + v_o) t$$

- T = tempo total de ocupação da travessia (p-s)
 v_i = volume de chegada para a travessia em questão (p/ciclo)
 v_o = volume de saída para a travessia em questão (p/ciclo)
 t = tempo total de travessia

O espaço de circulação para cada pedestre é então determinado dividindo o tempo-espaço disponível para a travessia pelo tempo de ocupância total, o que fornece a área disponível para cada pedestre, e pode ser relacionada ao nível de serviço discutido inicialmente para calçadas.

$$M = \frac{TS}{T} \quad \begin{array}{l} M = \text{área de circulação por pedestre (m}^2\text{/p)} \\ TS = \text{tempo-espaço (m}^2\text{-s)} \\ T = \text{tempo total de ocupação da travessia} \end{array}$$

Esse método permite uma estimativa apropriada do efeito de veículos fazendo conversão no nível de serviço dos pedestres atravessando durante uma fase verde. Assumindo uma área ocupada por um veículo na travessia baseada no produto do veículo sweptpath (2,4m para a maioria dos veículos), largura da travessia e estimativa do tempo em que o veículo ocupa esse espaço (assumindo que seja 5s).

$$TS_{tv} = 12N_{tv}W_E$$

TS_{tv} = tempo-espaço ocupado por veículos em conversão (m²-s)
 N_{tv} = número de veículos durante a fase de verde (veic)
 W_E = largura efetiva da travessia (m)

A.4. Nível de Serviço em Travessias Não-SemafORIZADAS

E interseções não semaforizadas a oportunidade de travessia é função da brecha entre veículos. Os procedimentos recomendados pelo HCM (2000) são os seguintes:

Cálculo da brecha crítica (para um único pedestre)

$$t_c = \frac{L}{S_p} + t_s$$

- t_c = brecha crítica para um único pedestre (s)
 S_p = velocidade média do pedestre (m/s)
 L = comprimento da travessia (m)
 t_s = tempo de início do pedestre e final da visibilidade (s)

Distribuição espacial de pedestres

$$N_p = \text{INT} \left[\frac{0.75(N_c - 1)}{W_E} \right] + 1$$

- N_p = distribuição espacial de pedestres (p)
 N_c = número total de pedestres no pelotão atravessando (p)
 W_E = largura efetiva da travessia (m)
 0.75 = largura efetiva utilizada por um único pedestre para evitar interferência quando passando por outros pedestres

$$N_c = \frac{v_p e^{v_p t_c} + v e^{-v t_c}}{(v_p + v) e^{(v_p - v) t_c}}$$

- N_c = tamanho de um pelotão típico de pedestres atravessando (p)
 v_p = taxa de fluxo de pedestres (p/s)
 v = taxa de fluxo veicular (veic/h)
 t_c = brecha crítica para um único pedestre (s)

$$t_G = t_c + 2(N_p - 1)$$

- t_G = brecha típica para um grupo de pedestres (s)
 t_c = brecha crítica para um único pedestre (s)
 N_p = distribuição espacial de pedestres (p)

Atraso

$$d_p = \frac{1}{v} (e^{v t_G} - v t_G - 1)$$

- d_p = atraso médio para o pedestre (s)
 v = taxa de fluxo veicular (veic/h)
 t_G = brecha crítica para grupo de pedestres (s)

Nível de Serviço	Atraso Médio/Pedestres (s)	Probabilidade de Comportamento de Risco
A	< 5	Baixa
B	≥ 5-10	
C	> 10-20	Moderada
D	> 20-30	
E	> 30-45	Alta
F	> 45	Muito Alta

Tabela A-8 - Critério de NS para pedestres em interseções não semaforizadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

A.5. Nível de Serviço para Pedestres em Vias Urbanas

...

APÊNDICE B - ANÁLISE DA OPERAÇÃO PARA CICLISTAS DO HCM (2000)

B.1. Nível de Serviço em Vias Exclusivas

Considerando dispositivos unidirecionais, a velocidade inicial, v_0 , é igual a 0. Assumindo distribuição normal da velocidade das bicicletas com velocidade média de 18 km/h e desvio padrão de 3 km/h, a frequência de encontros, f_m , e de ultrapassagens f_p , é calculada conforme segue:

$$F_p = 0.188v_s$$

$$F_m = 2v_o$$

$$F = 0.5F_m + F_p$$

- F_p = número de eventos de ultrapassagem (com ciclistas na mesma direção) (eventos/h);
 F_m = número de eventos opostos (com ciclistas na direção oposta) (eventos/h);
 F = número total de eventos na via (eventos/h), com um fator de peso de 0,5 para eventos de encontro;
 v_s = taxa de fluxo de bicicletas na direção avaliada (bicicletas/h);
 v_o = taxa de fluxo de bicicletas na direção oposta (bicicletas/h)

E a seguinte tabela traz o critério de NS para bicicletas em vias exclusivas:

Nível de Serviço	Frequência de Eventos, 2 sentidos, 2 faixas ^a (eventos/h)	Frequência de Eventos, 2 sentidos, 3 faixas ^b (eventos/h)
A	≤ 40	≤ 90
B	> 40–60	> 90–140
C	> 60–100	> 140–210
D	> 100–150	> 210–300
E	> 150–195	> 300–375
F	> 195	> 375

Notas:

a. vias de 2,4m de largura. Também utilizado para bicicletas na via

b. vias de 3,0m de largura

Tabela B-1 - Critério de NS para bicicletas em vias exclusivas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

B.2. Nível de Serviço em Vias de Uso Compartilhado Segregadas do Fluxo Motorizado

A presença de pedestres prejudica a capacidade e NS para os ciclistas. Assumindo distribuição normal com médias: 18 km/h para pedestres e 4,5 km/h para ciclistas:

$$F_p = 3V_{ps} + 0.188V_{bs}$$

$$F_m = 5V_{po} + 2V_{bo}$$

$$F = 0.5F_m + F_p$$

F, F_p, F_m definidos anteriormente

V_{ps} = taxa de fluxo de pedestres na direção analisada (p/h)

V_{bs} = taxa de fluxo de bicicletas na direção analisada (bicicletas/h)

V_{po} = taxa de fluxo de pedestres na direção oposta (p/h)

V_{bo} = taxa de fluxo de bicicletas na direção oposta (bicicletas/h)

Nível de Serviço	Frequência de Eventos, 2 sentidos, 2 faixas ^a (eventos/h)	Frequência de Eventos, 2 sentidos, 3 faixas ^b (eventos/h)
A	≤ 40	≤ 90
B	> 40–60	> 90–140
C	> 60–100	> 140–210
D	> 100–150	> 210–300
E	> 150–195	> 300–375
F	> 195	> 375

Notas:

a. vias de 2,4m de largura. Também utilizado para bicicletas na via

b. vias de 3,0m de largura

Tabela B-2- Critério de NS para ciclistas em vias de uso compartilhado segregadas do tráfego motorizado (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

B.3. Nível de Serviço em Ciclofaixas

Segundo o HCM (2000) a ciclofaixa deve ser separada das demais por pintura no pavimento com fluxo em uma direção. Quando há acostamento disponível, as bicicletas podem utilizá-lo como faixa exclusiva. A largura varia entre 1,2 m (faixas) e 3,0 (acostamento pavimentado). O NS das bicicletas é afetado pelo tráfego adjacente de veículos motorizados, tráfego de veículos pesados, estacionamento, entre outros.

B.4. Nível de Serviço em Interseções SemafORIZADAS

A capacidade e o atraso são calculados conforme segue:

$$c_b = s_b \frac{g}{C} = 2000 \frac{g}{C}$$

c_b = capacidade da ciclofaixa (bicicletas/h)
 s_b = fluxo de saturação da ciclofaixa (bicicletas/h)
 g = verde efetivo para a ciclofaixa
 C = tempo de ciclo do semáforo

$$d_b = \frac{0.5C \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left[\frac{g}{C} \min\left(\frac{v_b}{c_b}, 1.0\right)\right]}$$

d_b = atraso (seg/bicicleta)
 v_b = taxa de fluxo na ciclofaixa unidirecional (bicicletas/h)

Assim, o NS para ciclistas em interseções semaforizadas:

Nível de Serviço	Atraso (seg/bicicleta)
A	< 10
B	≥ 10–20
C	> 20–30
D	> 30–40
E	> 40–60
F	> 60

Tabela B-3- NS para bicicletas em interseções semaforizadas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

B.5. Nível de Serviço em Interseções Não Semaforizadas

O HCM (2000) recomenda fórmula poissoniana para capacidade, mas não fornece brechas críticas. Para atraso, recomenda usar as mesmas expressões adotadas para veículos, advertindo que ciclistas não formam fila nas aproximações. É recomendado desprezar atrasos nas conversões à direita e usar critério de nível de serviço de interseção semaforizada. Adverte ainda sobre as manobras com entrelaçamento com veículos.

B.6. Nível de Serviço para Ciclistas em Vias Urbanas

Efeito combinado dos trechos em fluxo contínuo e atrasos nas travessias:

$$\bar{V}_{med} = \frac{L_T}{\sum_i \left(\frac{L_i}{V_{bici}} + d_{bici} \right)}$$

Nível de Serviço	Velocidade da bicicleta (km/h)
A	> 22
B	> 15–22
C	> 11–15
D	> 8–11
E	≥ 7–8
F	< 7

Tabela B-4 - Critério de NS para bicicletas em vias urbanas (Fonte: Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB. National Research Council, Washington, D.C., 2000)

ANEXO A – PLANILHAS DE LEVANTAMENTO DO DADOS OPERACIONAIS

A seguir são reproduzidas as tabelas utilizadas no levantamento dos dados operacionais básico, de cada trecho, por dia, hora e sentido.

Rodovia SP 270

60,5

Sentido SP

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP
06:30	06:35	7	8	1	1	2	2	1	0	0	0	1
06:35	06:40	14	3	1	1	1	2	2	0	0	0	1
06:40	06:45	8	8	1	3	0	0	2	0	0	0	0
06:45	06:50	9	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0
06:50	06:55	13	6	3	1	2	0	1	0	0	0	0
06:55	07:00	15	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
07:00	07:05	18	3	1	1	0	0	3	0	0	0	0
07:05	07:10	14	2	0	3	5	0	0	0	0	0	0
07:10	07:15	15	5	2	1	0	4	1	0	0	0	0
07:15	07:20	17	2	1	4	2	3	0	0	0	0	0
07:20	07:25	18	4	2	0	2	0	2	0	0	0	0
07:25	07:30	22	3	0	2	6	0	1	0	0	0	1
TOTAL (hora)		170	48	14	19	22	13	15	0	0	0	3

Rodovia SP 270

km 60,5

Sentido Interior

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP
06:30	06:35	5	2	3								
06:35	06:40	12	2	1								
06:40	06:45	17	3	1								
06:45	06:50	21	5	0								
06:50	06:55	14	3	2								
06:55	07:00	17	5	2								
07:00	07:05	24	3	3								
07:05	07:10	21	5	2								
07:10	07:15	23	1	3								
07:15	07:20	21	7	2								
07:20	07:25	25	7	0								
07:25	07:30	13	5	2								
TOTAL (hora)		213	48	21	0	0	0	0	0	0	0	0

Valores apresentados na tabela de sentido SP

Rodovia SP 270

km 60,5

Sentido SP

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP
12:00	12:05	35	3	5	2	1	0	0	0	0	0	0
12:05	12:10	36	2	6	1	1	1	2	0	0	0	0
12:10	12:15	31	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0
12:15	12:20	45	6	3	0	4	1	0	0	0	0	0
12:20	12:25	36	4	4	1	0	3	0	0	0	0	1
12:25	12:30	48	1	5	1	2	1	2	0	0	0	0
12:30	12:35	45	3	2	1	1	0	1	0	0	0	0
12:35	12:40	42	4	8	1	2	2	1	0	0	0	0
12:40	12:45	33	7	4	0	2	0	0	0	0	0	0
12:45	12:50	36	4	2	1	2	0	1	0	0	0	0
12:50	12:55	36	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
12:55	13:00	46	4	2	0	1	0	0	0	0	0	1
TOTAL (hora)		469	45	48	9	16	8	7	0	0	0	2

Rodovia SP 270

km 60,5

Sentido Interior

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP
12:00	12:05	55	9	2								
12:05	12:10	40	4	4								
12:10	12:15	40	6	1								
12:15	12:20	38	7	5								
12:20	12:25	44	5	3								
12:25	12:30	30	3	2								
12:30	12:35	39	2	3								
12:35	12:40	46	6	3								
12:40	12:45	37	6	4								
12:45	12:50	44	5	4								
12:50	12:55	38	2	4								
12:55	13:00	55	5	1								
TOTAL (hora)		506	60	36	0	0	0	0	0	0	0	0

Valores apresentados na tabela de sentido SP

Rodovia SP 270

km 60,5

Sentido SP

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP
18:30	18:35	36	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0
18:35	18:40	39	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0
18:40	18:45	28	3	7	1	1	1	0	0	0	0	0
18:45	18:50	51	1	2	3	1	0	2	0	0	1	0
18:50	18:55	51	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0
18:55	19:00	35	0	5	1	1	1	1	0	0	0	0
19:00	19:05	31	2	1	2	4	2	1	0	0	0	0
19:05	19:10	29	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0
19:10	19:15	29	4	1	2	2	0	2	0	0	0	0
19:15	19:20	33	3	1	0	1	1	1	0	0	0	0
19:20	19:25	34	6	2	1	0	2	0	0	0	0	0
19:25	19:30	23	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		419	27	30	17	16	8	7	0	0	1	0

Rodovia SP 270

km 60,5

Sentido Interior

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP
18:30	18:35	39	1	1								
18:35	18:40	31	6	7								
18:40	18:45	25	4	1								
18:45	18:50	34	2	3								
18:50	18:55	25	0	1								
18:55	19:00	36	3	1								
19:00	19:05	43	5	3								
19:05	19:10	34	0	3								
19:10	19:15	30	5	1								
19:15	19:20	21	1	3								
19:20	19:25	29	3	0								
19:25	19:30	30	0	1								
TOTAL (hora)		377	30	25	0	0	0	0	0	0	0	0

Valores apresentados na tabela de sentido SP

Rodovia SP 270

km 63

Sentido SP

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via		
					Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	
06:30	06:35												
06:35	06:40												
06:40	06:45												
06:45	06:50												
06:50	06:55												
06:55	07:00												
07:00	07:05												
07:05	07:10												
07:10	07:15												
07:15	07:20												
07:20	07:25												
07:25	07:30												
TOTAL (hora)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Rodovia SP 270

km 63

Sentido Interior

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via		
					Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	
06:30	06:35												
06:35	06:40												
06:40	06:45												
06:45	06:50												
06:50	06:55												
06:55	07:00												
07:00	07:05												
07:05	07:10												
07:10	07:15												
07:15	07:20												
07:20	07:25												
07:25	07:30												
TOTAL (hora)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Rodovia SP 270

km 63

Sentido SP

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP
12:00	12:05	43	1	6	1	0	2	1	0	0	0	0
12:05	12:10	43	4	6	0	0	4	2	0	0	0	0
12:10	12:15	49	7	8	3	1	3	1	0	0	1	0
12:15	12:20	51	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0
12:20	12:25	39	6	4	1	0	0	2	0	0	1	0
12:25	12:30	42	2	3	3	0	3	0	0	0	0	0
12:30	12:35	44	3	5	0	0	3	2	0	0	0	0
12:35	12:40	33	4	7	0	1	3	1	0	0	0	0
12:40	12:45	45	8	10	0	0	2	1	0	0	0	0
12:45	12:50	42	4	7	0	0	1	0	0	0	0	0
12:50	12:55	46	6	2	0	0	1	0	0	0	0	0
12:55	13:00	40	4	4	1	0	2	0	0	0	1	0
TOTAL (hora)		517	58	64	9	3	24	10	0	0	3	0

Rodovia SP 270

km 63

Sentido Interior

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP
12:00	12:05	51	9	2								
12:05	12:10	52	7	4								
12:10	12:15	36	10	9								
12:15	12:20	39	10	10								
12:20	12:25	37	4	5								
12:25	12:30	41	12	4								
12:30	12:35	47	4	1								
12:35	12:40	39	3	1								
12:40	12:45	41	7	5								
12:45	12:50	37	5	3								
12:50	12:55	34	5	5								
12:55	13:00	35	6	11								
TOTAL (hora)		489	82	60	0	0	0	0	0	0	0	0

Valores apresentados na tabela de sentido SP

Rodovia SP 270

km 63

Sentido SP

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP
18:30	18:35	66	7	3								
18:35	18:40	52	4	9								
18:40	18:45	48	3	8								
18:45	18:50	51	3	4								
18:50	18:55	59	2	2								
18:55	19:00	62	4	3								
19:00	19:05	61	2	7								
19:05	19:10	59	3	7								
19:10	19:15	60	4	3								
19:15	19:20	69	3	2								
19:20	19:25	72	4	1								
19:25	19:30	67	3	2								
TOTAL (hora)		726	42	51	0	0	0	0	0	0	0	0

Rodovia SP 270

km 63

Sentido Interior

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP	Interior - SP	SP - Interior	Interior	SP
18:30	18:35	69	9	2								
18:35	18:40	74	6	6								
18:40	18:45	70	4	7								
18:45	18:50	79	3	4								
18:50	18:55	68	4	10								
18:55	19:00	72	2	8								
19:00	19:05	66	3	12								
19:05	19:10	66	2	9								
19:10	19:15	65	3	10								
19:15	19:20	70	4	9								
19:20	19:25	71	3	7								
19:25	19:30	65	2	6								
TOTAL (hora)		835	45	90	0	0	0	0	0	0	0	0

Rodovia SP 280

km 29,5

Sentido SP

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
06:00	06:05	115	39	2	0	0	0	0	0	0	0	0
06:05	06:10	99	43	4	0	0	0	0	0	0	0	0
06:10	06:15	102	31	6	0	0	0	0	0	0	0	0
06:15	06:20	111	49	4	0	0	0	0	0	0	0	0
06:20	06:25	101	36	3	0	0	0	0	0	0	0	0
06:25	06:30	98	32	2	0	0	0	0	0	0	0	0
06:30	06:35	108	39	5	0	0	0	0	0	0	0	0
06:35	06:40	112	42	7	0	0	0	0	0	0	0	0
06:40	06:45	100	40	2	0	0	0	0	0	0	0	1
06:45	06:50	99	35	7	0	0	0	0	0	0	0	0
06:50	06:55	95	39	5	0	0	0	0	0	0	0	0
06:55	07:00	123	42	5	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		1.263	467	52	0	0	0	0	0	0	0	1

Rodovia SP 280

km 29,5

Sentido Interior

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
06:00	06:05											
06:05	06:10											
06:10	06:15											
06:15	06:20											
06:20	06:25											
06:25	06:30											
06:30	06:35											
06:35	06:40											
06:40	06:45											
06:45	06:50											
06:50	06:55											
06:55	07:00											
TOTAL (hora)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sem visão pela câmera

Rodovia SP 280

km 29,5

Sentido SP

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
12:00	12:05	190	43	11	0	0	0	0	0	0	0	0
12:05	12:10	198	37	10	0	0	0	1	0	0	0	0
12:10	12:15	192	33	16	0	0	0	0	0	0	0	0
12:15	12:20	196	38	15	0	0	0	0	0	0	0	0
12:20	12:25	202	35	7	0	0	0	0	0	0	0	0
12:25	12:30	172	34	12	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30	12:35	159	24	11	0	0	0	0	0	0	0	0
12:35	12:40	155	28	6	0	0	0	0	0	0	0	0
12:40	12:45	234	53	13	0	0	0	0	0	0	0	0
12:45	12:50	240	39	11	0	0	0	0	0	0	0	0
12:50	12:55	202	32	16	0	0	0	0	0	0	0	0
12:55	13:00	193	40	6	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		2.333	436	134	0	0	0	1	0	0	0	0

Rodovia SP 280

km 29,5

Sentido Interior

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
12:00	12:05	414	62	10	0	0	0	1	0	0	0	0
12:05	12:10	388	55	16	0	0	0	2	0	0	0	0
12:10	12:15	391	61	19	0	0	0	0	0	0	0	1
12:15	12:20	417	53	24	0	0	0	0	0	0	0	0
12:20	12:25	358	57	17	0	0	0	0	0	0	0	0
12:25	12:30	416	63	19	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30	12:35	369	58	17	0	0	0	1	0	0	0	0
12:35	12:40	385	55	18	0	0	0	0	0	0	0	0
12:40	12:45	396	66	7	0	0	0	0	0	0	0	0
12:45	12:50	458	57	14	0	0	0	0	0	0	0	0
12:50	12:55	381	59	22	0	0	0	0	0	0	0	0
12:55	13:00	399	52	22	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		4.772	698	205	0	0	0	4	0	0	0	1

Rodovia		SP 280		Sentido		SP		Dia		19/12/2011		
km		29,5										
Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
06:00	06:05	159	82	16	0	0	0	0	0	0	0	0
06:05	06:10	166	74	12	0	0	0	0	0	0	0	0
06:10	06:15	148	80	13	0	0	0	0	0	0	0	0
06:15	06:20	152	69	16	0	0	0	0	0	0	0	0
06:20	06:25	179	88	15	0	0	0	1	0	0	0	0
06:25	06:30	188	72	6	0	0	0	0	0	0	0	0
06:30	06:35	152	102	19	0	0	0	1	0	0	0	0
06:35	06:40	196	86	10	0	0	0	0	0	0	0	0
06:40	06:45	156	85	8	0	0	0	0	0	0	0	0
06:45	06:50	163	77	15	0	0	0	0	0	0	0	0
06:50	06:55	144	68	12	2	0	0	0	0	0	0	0
06:55	07:00	150	84	10	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		1.953	967	152	2	0	0	2	0	0	0	0

Rodovia SP 280

km 29,5

Sentido Interior

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
06:00	06:05	116	64	8	0	0	0	0	0	0	0	0
06:05	06:10	103	63	12	0	0	0	0	0	0	0	0
06:10	06:15	123	48	6	0	0	0	0	0	0	0	0
06:15	06:20	95	62	5	0	0	0	0	0	0	0	0
06:20	06:25	89	59	9	0	0	0	0	0	0	0	0
06:25	06:30	106	53	15	0	0	0	0	0	0	0	0
06:30	06:35	115	69	6	0	0	0	0	0	0	0	0
06:35	06:40	109	52	13	0	0	0	0	0	0	0	0
06:40	06:45	112	66	9	0	0	0	0	0	0	0	0
06:45	06:50	126	69	7	0	0	0	0	0	0	0	0
06:50	06:55	132	72	8	0	0	0	0	0	0	0	0
06:55	07:00	105	56	6	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		1.331	733	104	0	0	0	0	0	0	0	0

Rodovia SP 280

km 29,5

Sentido SP

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
12:00	12:05	256	112	10	0	0	0	0	0	0	0	0
12:05	12:10	249	104	8	0	0	0	0	0	0	0	0
12:10	12:15	266	109	15	0	0	0	0	0	0	0	0
12:15	12:20	229	112	19	0	0	0	0	0	0	0	0
12:20	12:25	225	100	6	0	0	0	0	0	0	0	0
12:25	12:30	265	106	8	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30	12:35	255	115	19	0	0	0	0	0	0	0	0
12:35	12:40	258	98	12	0	0	0	0	0	0	0	0
12:40	12:45	262	119	5	0	0	0	0	0	0	0	0
12:45	12:50	260	99	16	0	0	0	0	0	0	0	0
12:50	12:55	259	93	16	0	0	0	0	0	0	0	0
12:55	13:00	244	90	8	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		3.028	1.257	142	0	0	0	0	0	0	0	0

Rodovia SP 280

km 29,5

Sentido SP

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
18:00	18:05	369	89	11	0	0	0	0	0	0	0	0
18:05	18:10	388	73	15	0	0	0	0	0	0	0	0
18:10	18:15	377	72	8	0	0	0	0	0	0	0	0
18:15	18:20	396	86	6	0	0	0	0	0	0	0	0
18:20	18:25	402	70	13	0	0	0	0	0	0	0	0
18:25	18:30	395	68	10	0	0	0	0	0	0	0	0
18:30	18:35	399	89	5	0	0	0	0	0	0	0	0
18:35	18:40	410	75	14	0	0	0	0	0	0	0	0
18:40	18:45	395	88	11	0	0	0	0	0	0	0	0
18:45	18:50	389	85	9	0	0	0	0	0	0	0	0
18:50	18:55	400	82	11	0	0	0	0	0	0	0	0
18:55	19:00	397	79	8	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		4.717	956	121	0	0	0	0	0	0	0	0

Rodovia SP 280

km 29,5

Sentido Interior

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
18:00	18:05	292	60	22	0	0	0	0	0	0	0	0
18:05	18:10	286	53	12	0	0	0	0	0	0	0	0
18:10	18:15	266	44	11	0	0	0	1	0	0	0	0
18:15	18:20	309	62	8	0	0	0	0	0	0	0	0
18:20	18:25	296	53	19	0	0	0	0	0	0	0	0
18:25	18:30	285	63	17	0	0	0	0	0	0	0	0
18:30	18:35	288	49	8	0	0	0	0	0	0	0	0
18:35	18:40	266	55	7	0	0	0	0	0	0	0	0
18:40	18:45	299	62	15	0	0	0	0	0	0	0	0
18:45	18:50	302	66	14	0	0	0	0	0	0	0	0
18:50	18:55	263	59	8	0	0	0	0	0	0	0	0
18:55	19:00	300	65	12	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		3.452	691	153	0	0	0	1	0	0	0	0

Rodovia SP 280

km 30

Sentido SP

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
06:00	06:05	115	39	2	0	0	0	0	0	0	0	0
06:05	06:10	99	43	4	0	0	0	0	0	0	0	0
06:10	06:15	102	31	6	0	0	0	0	0	0	0	0
06:15	06:20	111	49	4	2	0	0	0	0	0	0	0
06:20	06:25	101	36	3	0	1	0	0	0	0	0	0
06:25	06:30	98	32	2	0	0	0	0	0	0	0	0
06:30	06:35	108	39	5	0	0	0	0	0	0	0	0
06:35	06:40	112	42	7	0	0	0	0	0	0	0	0
06:40	06:45	100	40	2	0	0	0	0	0	0	0	1
06:45	06:50	99	35	7	0	0	0	0	0	0	0	0
06:50	06:55	95	39	5	0	0	0	0	0	0	0	0
06:55	07:00	123	42	5	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		1.263	467	52	2	1	0	0	0	0	0	1

Rodovia SP 280

km 30

Sentido Interior

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
06:00	06:05											
06:05	06:10											
06:10	06:15											
06:15	06:20											
06:20	06:25											
06:25	06:30											
06:30	06:35											
06:35	06:40											
06:40	06:45											
06:45	06:50											
06:50	06:55											
06:55	07:00											
TOTAL (hora)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sem visão pela câmera

Rodovia SP 280

km 30

Sentido SP

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
12:00	12:05	190	43	11	0	0	0	0	0	0	0	0
12:05	12:10	198	37	10	0	1	0	1	0	0	0	0
12:10	12:15	192	33	16	0	1	0	0	0	0	0	0
12:15	12:20	196	38	15	0	0	0	0	0	0	0	0
12:20	12:25	202	35	7	0	0	0	0	0	0	0	0
12:25	12:30	172	34	12	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30	12:35	159	24	11	0	0	0	0	0	0	0	0
12:35	12:40	155	28	6	0	0	0	0	0	0	0	0
12:40	12:45	234	53	13	0	0	0	0	0	0	0	0
12:45	12:50	240	39	11	0	0	0	0	0	0	0	0
12:50	12:55	202	32	16	0	0	0	0	0	0	0	0
12:55	13:00	193	40	6	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		2.333	436	134	0	2	0	1	0	0	0	0

Rodovia SP 280

km 30

Sentido Interior

Dia 17/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
12:00	12:05	414	62	10	0	0	0	1	0	0	0	0
12:05	12:10	388	55	16	1	0	0	2	0	0	0	0
12:10	12:15	391	61	19	1	0	0	0	0	0	0	1
12:15	12:20	417	53	24	0	0	0	0	0	0	0	0
12:20	12:25	358	57	17	0	0	0	0	0	0	0	0
12:25	12:30	416	63	19	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30	12:35	369	58	17	0	0	0	1	0	0	0	0
12:35	12:40	385	55	18	0	0	0	2	0	0	0	0
12:40	12:45	396	66	7	0	0	0	0	0	0	0	0
12:45	12:50	458	57	14	0	0	0	0	0	0	0	0
12:50	12:55	381	59	22	0	0	0	0	0	0	0	0
12:55	13:00	399	52	22	0	1	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		4.772	698	205	2	1	0	6	0	0	0	1

Rodovia SP 280

km 30

Sentido SP

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
06:00	06:05	159	82	16	0	0	0	2	0	0	0	0
06:05	06:10	166	74	12	0	0	0	0	0	0	0	0
06:10	06:15	148	80	13	1	0	0	1	0	0	0	0
06:15	06:20	152	69	16	0	0	0	0	0	0	0	0
06:20	06:25	179	88	15	0	0	0	0	0	0	0	0
06:25	06:30	188	72	6	0	0	0	0	0	0	0	0
06:30	06:35	152	102	19	0	0	0	0	0	0	0	0
06:35	06:40	196	86	10	0	0	0	0	0	0	0	1
06:40	06:45	156	85	8	0	0	0	0	0	0	0	0
06:45	06:50	163	77	15	0	0	0	0	0	0	0	0
06:50	06:55	144	68	12	0	0	0	0	0	0	0	0
06:55	07:00	150	84	10	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		1.953	967	152	1	0	0	3	0	0	0	1

Rodovia SP 280

km 30

Sentido Interior

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
06:00	06:05	116	64	8	0	0	0	1	0	0	0	0
06:05	06:10	103	63	12	0	0	0	0	0	0	0	0
06:10	06:15	123	48	6	0	1	0	0	0	0	0	0
06:15	06:20	95	62	5	0	0	0	0	0	0	0	0
06:20	06:25	89	59	9	0	0	0	0	0	0	0	0
06:25	06:30	106	53	15	0	0	0	0	0	0	0	0
06:30	06:35	115	69	6	0	0	0	1	0	0	0	0
06:35	06:40	109	52	13	0	0	0	2	0	0	0	0
06:40	06:45	112	66	9	0	0	0	0	0	0	0	0
06:45	06:50	126	69	7	0	0	0	0	0	0	0	0
06:50	06:55	132	72	8	0	0	0	1	0	0	0	0
06:55	07:00	105	56	6	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		1.331	733	104	0	1	0	5	0	0	0	0

Rodovia SP 280

km 30

Sentido SP

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
12:00	12:05	256	112	10	0	0	0	0	0	0	0	0
12:05	12:10	249	104	8	0	0	0	0	0	0	0	0
12:10	12:15	266	109	15	0	0	0	0	0	0	0	0
12:15	12:20	229	112	19	0	0	0	0	0	0	0	0
12:20	12:25	225	100	6	0	0	0	0	0	0	0	0
12:25	12:30	265	106	8	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30	12:35	255	115	19	0	0	0	0	0	0	0	0
12:35	12:40	258	98	12	1	0	0	0	0	0	0	0
12:40	12:45	262	119	5	0	0	0	0	0	0	0	0
12:45	12:50	260	99	16	0	0	0	0	0	0	0	0
12:50	12:55	259	93	16	0	1	0	0	0	0	0	0
12:55	13:00	244	90	8	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		3.028	1.257	142	1	1	0	0	0	0	0	0

Rodovia SP 280

km 30

Sentido Interior

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
12:00	12:05				0	0	0	0	0	0	0	0
12:05	12:10				0	0	0	0	0	0	0	0
12:10	12:15				0	0	0	0	0	0	0	0
12:15	12:20				0	0	0	0	0	0	0	0
12:20	12:25				0	0	0	0	0	0	0	0
12:25	12:30				0	0	0	0	0	0	0	0
12:30	12:35	398	66	21	0	1	0	0	0	0	0	0
12:35	12:40	402	79	14	1	0	0	0	0	0	0	0
12:40	12:45	386	78	18	0	1	0	0	0	0	0	0
12:45	12:50	399	70	17	1	0	0	0	0	0	0	0
12:50	12:55	400	63	14	0	0	0	0	0	0	0	0
12:55	13:00	433	78	10	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		2.418	434	94	2	2	0	0	0	0	0	0

Rodovia SP 280

km 30

Sentido SP

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
18:00	18:05	369	89	11	0	0	0	0	0	0	0	0
18:05	18:10	388	73	15	0	0	0	0	0	0	0	0
18:10	18:15	377	72	8	1	0	0	0	0	0	0	0
18:15	18:20	396	86	6	0	1	0	0	0	0	0	0
18:20	18:25	402	70	13	0	0	0	0	0	0	0	0
18:25	18:30	395	68	10	0	0	0	0	0	0	0	0
18:30	18:35	399	89	5	0	0	0	0	0	0	0	0
18:35	18:40	410	75	14	0	0	0	0	0	0	0	0
18:40	18:45	395	88	11	0	0	0	0	0	0	0	0
18:45	18:50	389	85	9	0	0	0	0	0	0	0	0
18:50	18:55	400	82	11	0	0	0	0	0	0	0	0
18:55	19:00	397	79	8	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		4.717	956	121	1	1	0	0	0	0	0	0

Rodovia SP 280

km 30

Sentido Interior

Dia 19/12/2011

Início	Fim	Leves	Pesados	Motos	Pedestres atravessando		Pedestres ao longo da via		Ciclistas atravessando		Ciclistas ao longo da via	
					p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral	p/ canteiro central	p/ lateral	canteiro central	lateral
18:00	18:05	292	60	22	0	0	0	0	0	0	0	0
18:05	18:10	286	53	12	0	0	0	0	0	0	0	0
18:10	18:15	266	44	11	1	0	0	1	0	0	0	0
18:15	18:20	309	62	8	0	1	0	0	0	0	0	0
18:20	18:25	296	53	19	0	0	0	0	0	0	0	0
18:25	18:30	285	63	17	0	0	0	0	0	0	0	0
18:30	18:35	288	49	8	0	0	0	0	0	0	0	0
18:35	18:40	266	55	7	0	0	0	0	0	0	0	0
18:40	18:45	299	62	15	0	0	0	0	0	0	0	0
18:45	18:50	302	66	14	0	0	0	0	0	0	0	0
18:50	18:55	263	59	8	0	0	0	0	0	0	0	0
18:55	19:00	300	65	12	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (hora)		3 452	691	153	1	1	0	4	0	0	0	0

ANEXO B – DADOS DE ACIDENTES

A seguir é apresentada a tabela com os acidentes envolvendo pedestres e ciclistas nos locais estudados na Rodovia Raposo Tavares, SP 270 e na Rodovia Castelo Branco, SP 280, com as informações retiradas dos relatórios de ocorrência da concessionária, inclusive a descrição do acidente.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
15/4/2005	sex	23:13	PED	Leve	ViaOeste	270	64	D	P.Simples	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES, O PEDESTRE APARENTEMENTE EMBRIAGADO, ADENTROU A PISTA SEM A DEVIDA ATENÇÃO VINDO A SER ATROPELADO PELA MOTO.
27/6/2005	seg	12:03	PED	Leve	ViaOeste	270	63	C	P.Simples	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS PELO LOCAL POR MOTIVOS IGNORADOS V01 VEIO A ATROPELAR A PEDESTRE.
4/8/2005	qui	19:11	PED	Leve	ViaOeste	270	65	D	P.Simples	principal	CONFORME INFORMADO POR TESTEMUNHAS DA OCORRENCIA QUE O USUARIO VEIO A ATRAVESSAR A RODOVIA DE OESTE PARA LESTE SEM A DEVIDA ATENÇÃO À FRENTE DE V1 QUE EVADIU-SE;
20/8/2005	sab	16:27	PED	Leve	ViaOeste	270	55	C	P.Simples	principal	NÃO FOI POSSIVEL OBTER DADOS DO ACIDENTE POIS QUANDO AS VIATURAS CHEGARAM AO LOCAL ESTAVA SOMENTE A VITIMA SENDO QUE O VEICULO ATROPELANTE FUGIU;
23/9/2005	sex	21:49	PED	Leve	ViaOeste	270	63	C	P.Simples	principal	DADOS PREJUDICADOS. VEÍCULO ATROPELANTE EVADIU-SE DO LOCAL E VÍTIMA INCONSCIENTE ENCONTRADA PELA PISTA REMOVIDA AO HOSPITAL REGIONAL DE OSASCO PELA VIATURA DA VIAOESTE.
18/11/2005	sex	10:20	PED	Leve	ViaOeste	270	56	D	P.Simples	principal	CONFORME INFORMAÇÕES NO LOCAL, O AP ATROPELANTE (EVADIU-SE) O MESMO TRAFEGAVA SENTIDO LESTE QUANDO FOI FAZER UMA ULTRAPASSAGEM PERDENDO CONTROLE VINDO A ATROPELAR O PEDESTRE PELO ACOSTAMENTO DA PISTA OESTE.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
12/1/2006	qui	21:56	PED	Leve	ViaOeste	270	63,5	D	P.Simples	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O CONDUTOR DA MOTO REALIZOU UMA CONVERÇÃO IRREGULAR, ACESSANDO A PISTA OESTE NA CONTRA-MÃO, VINDO A ATROPELAR O PEDESTRE NA FAIXA ZEBRADA.
6/2/2006	seg	14:45	PED	Leve	ViaOeste	270	63	D	P.Simples	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS PELO LOCAL V01 DESLOCAVA SENTIDO LESTE QUANDO PEDESTRE ATRAVESSOU A PISTA DA OESTE PARA LESTE SEM DEVIDA ATENÇÃO PASSANDO A FRENTE DE V01. CONDUTOR DE V01 TENTOU DESVIAR PORÉM VEIO A ATROPELAR PEDESTRE PELO ACOSTAMENTO DA PISTA LESTE.
16/10/2006	seg	18:56	PED	Leve	ViaOeste	270	64	C	P.Simples	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS PELO LOCAL V01 DESLOCAVA PELA PISTA LESTE QUANDO DEPAROU-SE COM PEDESTRE ATRAVESSANDO A PISTA, SEM TEMPO PARA FREIAR OU DESVIAR, VEIO ATROPELÁ-LO.
5/11/2006	dom	21:52	PED	Fatal	ViaOeste	270	57	C	P.Simples	principal	SEGUNDO INFORMA O CONDUTOR DO V1, TRAFEGAVA NA FAIXA ADICIONAL QUANDO SE DEPAROU COM O PEDESTRE E, NA TENTATIVA DE DESVIAR, VEIO A CHOCAR-SE LATERALMENTE COM O PEDESTRE.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rodovia	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
7/10/2007	dom	19:59	PED	Leve	ViaOeste	270	64	D	P.Simples	principal	CONFORME INFORMAÇÕES DO CONDUTOR DO AP, TRAFEGAVA SENTIDO LESTE E PELO CITADO KM, A VÍTIMA SAIU DA CALÇADA E ADENTROU A FAIXA DE ROLAMENTO, VINDO A DESVIAR, NO ENTANTO, NÃO CONSEGUIU EVITAR O ATROPELAMENTO, VINDO A LATERAL DIREITA DO VEÍCULO A COLHER A VÍTIMA QUE VEIO A CAIR SOBRE A FAIXA DE ROLAMENTO. A VÍTIMA FOI RETIRADA POR POPULARES PARA A CALÇADA.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rodovia	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
28/4/2008	seg	10:54	PED	Leve	ViaOeste	270	64,5	C	P.Simples	principal	CONFORME INFORMADO V1 DE DADOS IGNORADOS E QUE SE EVADIU DO LOCAL VEIO A ATROPELAR O PEDESTRE QUE NA SEQUENCIA VEIO A SER LANÇADO CONTRA V3 (MOTO) CAUSANDO A QUEDA DOS OCUPANTES.
3/5/2008	sab	17:04	PED	Leve	ViaOeste	270	63,5	D	P.Simples	principal	CONFORME INFORMADO A PEDESTRE ESTARIA CAMINHANDO PELO ACOSTAMENTO QUANDO O AP OPALA INVADIU O ACOSTAMENTO PROVOCANDO O ATROPELAMENTO E EM SEGUIDA EVADIU-SE DO LOCAL.
31/5/2008	sab	12:02	PED	Leve	ViaOeste	270	63,5	D	P.Simples	principal	CONFORME INFORMAÇÕES, V01 TRAFEGAVA PELA FX DA DIREITA, QUANDO O PEDESTRE VEIO A ATRAVESSAR A PISTA CORRENDO, E SEM TEMPO DE FREIAR VEIO A ATROPELAR O MESMO.
3/6/2008	ter	8:47	PED	Leve	ViaOeste	270	63,5	D	P.Simples	principal	CONFORME INFORMADO V1 VEIO A PERDER O CONTROLE CAUSANDO O ATROPELAMENTO DO PEDESTRE E NA SEQUENCIA SOFRENDO QUEDA PELA FAIXA DE ROLAMENTO.
7/6/2008	sab	17:59	PED	Leve	ViaOeste	270	65	D	P.Simples	principal	CONFORME INFORMADO A PEDESTRE VEIO A TENTAR FAZER A TRAVESSIA FORA DA FAIXA DE PEDESTRE À FRENTE DO V1 QUE NÃO TEVE TEMPO DE EVITAR O ATROPELAMENTO. VITIMA LEVE REMOVIDA PARA A SANTA CASA DE SÃO ROQUE.
17/7/2008	qui	18:42	PED	Leve	ViaOeste	270	63	D	P.Simples	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES DO SOLDADO ROBSON DO CORPO DE BOMBEIRO DE SÃO ROQUE, USUÁRIO TENTAVA ATRAVESSAR A RODOVIA NO MOMENTO EM QUE FOI ATROPELADO PELO V2. V2 EVADIU-SE DO LOCAL.
23/10/2008	qui	18:27	PED	Leve	ViaOeste	270	63	D	P.Simples	entrada	SEGUNDO INFORMAÇÕES PELO LOCAL, V1 SUBIA A ALÇA DO KM 63 EMPRESA ENAU QUANDO AO PERMANECER OLHANDO PARA O FLUXO QUE VINHA ATRÁS, SEGUIU COM O VEICULO NÃO VENDO A PEDESTRE CAUSANDO O ATROPELAMENTO.
26/10/2008	dom	20:12	PED	Leve	ViaOeste	270	64	C	P.Simples	principal	CONFORME INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, V01 TRAFEGAVA SENTIDO OESTE QUENDO DEPAROU-SE COM PEDESTRE ATRAVESSANDO A PISTA, SEM TEMPO PARA DESVIAR VEIO ATROPELA-LO, PEDESTRE FOI REMOVIDO PELOS BOMBEIROS.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rodovia	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
14/3/2009	sab	18:04	PED	Leve	ViaOeste	270	64,5	D	P.Simples	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O VEÍCULO TRAFEGAVA NA SP-270 QUANDO AO ATINGIR O REFERIDO KM DEPAROU-SE COM O PEDESTRE ATRAVESSANDO A RODOVIA E NÃO CONSEGUIU EVITAR O ATROPELAMENTO.
24/12/2009	qui	16:53	PED	Leve	ViaOeste	270	58	D	P.Simples	principal	INFORMAÇÕES PRESTADAS PELA PMRV, V1 TRAFEGAVA SENTIDO CAPITAL, MOMENTO EM QUE PAROU NO PONTO DE ONIBUS, V2 DESCEU DO ONIBUS SE DESEQUILIBROU E CAIU EMBAIXO DA RODA DO V1 OCORRENDO O ATROPELAMENTO.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rodovia	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
31/1/2010	dom	20:13	PED	Grave	ViaOeste	270	64	C	P.Simples	principal	CONFORME INFORMADO POR MOTIVOS IGNORADOS O PEDESTRE VEIO A ATRAVESSAR A FRENTE DE V1 CAUSANDO O ATROPELAMENTO. NA SEQUENCIA O V1 VEIO A EVADIR-SE DO LOCAL.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
7/3/2010	dom	23:16	PED	Leve	ViaOeste	270	63	C	P.Simples	principal	CONFOME INFORMAÇÕES PRESTADAS PELA PMRV, O V01 FOI ATRAVESSAR A PISTA E V02 SEM TEMPO PARA DESVIAR VEIO ATROPELÁ-LO.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
10/9/2010	sex	18:07	PED	Leve	ViaOeste	270	65	C	P.Simples	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O USUARIO AO FAZER A TENTATIVA DE TRAVESSIA DA PISTA NÃO VISUALIZOU V1, VINDO A SER ATROPELADA PELA FAIXA DE ROLAMENTO.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
25/11/2010	qui	15:56	PED	Leve	ViaOeste	270	64	C	P.Simples	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES DO CONDUTOR DE V2 PELO REFERIDO KM VEIO A SE DEPARAR COM PEDESTRE ATRAVESSANDO A PISTA CARREGANDO UM COLCHÃO NOS BRAÇOS, CONDUTOR NÃO TEVE TEMPO DE FRENAR E MESMO AO TENTAR DESVIO ATINGIU LATERAL TRASEIRA DO VEICULO NO PEDRESTRE CAUSANDO O ATROPELAMENTO.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
19/12/2010	dom	18:10	PED	Grave	ViaOeste	270	64,5	C	P.Simples	principal	Conforme informações colhida no local V02 trafegava pela pista leste quando no referido km deparou-se com o pedestre e sem tempo hábil parafrenagem veio atropela-lo e ambos ficaram caídos sobre faixa em seguida V03 colidiu contra V02.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
14/3/2005	seg	6:54	PED	Leve	ViaOeste	280	25	C	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES OBTIDAS NO LOCAL, QUE O CONDUTOR DO V1 TRAFEGANDO NA FAIXA DE BORDO AO LADO DA FAIXA 01, NÃO VISUALIZOU O PEDESTRE NA FAIXA DE BORDO VINDO A COLHER O MESMO, SENDO OS INDIVDUOS ARREMESSADO NA FAIXA 01 JUNTAMENTE COM A MOTO.
12/5/2005	qui	7:37	PED	Grave	ViaOeste	280	27	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O PEDESTRE TENTOU CRUZAR A RODOVIA SEM A DEVIDA ATENÇÃO E VEIO A SER COLHIDO NA FAIXA 1 DE ROLAMENTO PELA MOTOCICLETA, QUE NÃO TEVE TEMPO HÁBIL PARA DESVIO OU FRENAGEM.
30/9/2005	sex	17:12	PED	Grave	ViaOeste	280	32	D	P.Dupla	principal	???? DADOS PREJUDICADOS. VEÍCULO ATROPELANTE EVADIU-SE DO LOCAL E VÍTIMA INCONSCIENTE ENCONTRADA PELA PISTA REMOVIDA AO HOSPITAL REGIONAL DE OSASCO PELA VIATURA DA VIAOESTE.
10/10/2005	seg	1:17	PED	Grave	ViaOeste	280	32	C	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES PRESTADAS PELO CONDUTOR DA CARRETA, TRAFEGAVA FAIXA 3, MOMENTO EM QUE VISUALIZOU O PEDESTRE NO ACOSTAMENTO E SEM MOTIVO APARENTE, O PEDESTRE AVANÇOU PARA A FAIXA 3 SENDO COLHIDO PELA CARRETA, PARANDO ENVOLVIDOS NO ACOSTAMENTO.
20/11/2005	dom	12:42	PED	Leve	ViaOeste	280	34	C	P.Dupla	principal	O CONDUTOR DO VEÍCULO ATROPELANTE INFORMA QUE ESTAVA DESLOCANDO PELA FAIXA 03, E QUE, UM VEÍCULO MODELO KADETT À SUA FRENTE DESVIOU DE UM PEDESTRE QUE ESTAVA NA FAIXA 03, ELE NÃO TENDO TEMPO HÁBIL PARA DESVIAR DO PEDESTRE VEIO ATROPELÁ-LO FICANDO O PEDESTRE ENTRE A FAIXA 03 E ACOSTAMENTO.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
22/2/2006	qua	11:42	PED	Leve	ViaOeste	280	28	D	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES NO LOCAL QUE O PEDESTRE ESTAVA NO CANTEIRO CENTRAL E AO TENTAR ATRAVESSAR FOI COLHIDO NA FAIXA 02, ONDE O PILOTO DA MOTO SOFREU A QUEDA NA FAIXA 01.
2/3/2006	qui	18:37	PED	Leve	ViaOeste	280	32	D	P.Dupla	principal	CONFORME INFORMAÇÕES DO CONDUTOR DO V1, TRAFEGAVA PELO CITADO LOCAL, SENTIDO ITAPEVI, QUANDO A VÍTIMA, SEM OS DEVIDOS CUIDADOS ADENTROU A FAIXA DE ROLAMENTO E MESMO AO DESVIAR A LATERAL DO VEÍCULO VEIO A ATROPELAR A VÍTIMA.
5/3/2006	dom	5:11	PED	Grave	ViaOeste	280	29	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMADO, O VEÍCULO ÚNICO TRAFEGAVA SENTIDO INTERIOR QUANDO AO ATINGIR O REFERIDO KM DEPAROU-SE COM O PEDESTRE ATRAVESSANDO A VIA E, SEM TEMPO HÁBIL PARA DESVIO OU FRENAGEM, VEIO A COLHÊ-LO NA FAIXA 3.
15/4/2006	sab	10:29	PED	Grave	ViaOeste	280	27	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, A PEDESTRE E SEU NAMORADO ATRAVESSAVAM DO CANTEIRO CENTRAL PARA O ACOSTAMENTO E ELA DEIXOU SEU CELULAR CAIR NA FAIXA 2; AO VOLTAR PARA PEGÁ-LO, FOI COLHIDA PELO VEÍCULO.
21/4/2006	sex	19:43	PED	Fatal	ViaOeste	280	31	C	P.Dupla	principal	CONFORME INFORMAÇÕES DO CONDUTOR, TRAFEGAVA PELA FAIXA 1 DE ROLAMENTO E A VÍTIMA VEIO A ADENTRAR A FAIXA 1 REPENTINAMENTE, NÃO CONSEGUINDO FREIAR OU DESVIAR OCORRENDO O ATROPELAMENTO. A VÍTIMA JÁ CAÍDO SOBRE A PISTA FOI ATROPELADO POR OUTROS VEÍCULOS QUE SE EVADIRAM DO LOCAL.
12/5/2006	sex	6:48	PED	Leve	ViaOeste	280	28	C	P.Dupla	principal	CONFORME INFORMAÇÕES DO CONDUTOR DO VEÍCULO ATROPELANTE ELE ESTAVA DESLOCANDO SENTIDO BAIRROX CASTELLO MOMENTO QUE O PEDESTRE SEM A DEVIDA ATENÇÃO VEIO A ATRAVESSAR A PISTA SENDO ATROPELADO E PROJETADO PARA O ACOSTAMENTO, A VITIMA FOI REMOVIDA EM ESTADO MODERADO PARA O REGINAL DE OSASCO.
13/5/2006	sab	18:27	PED	Leve	ViaOeste	280	29	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMADO, O VEÍCULO ÚNICO TRAFEGAVA SENTIDO INTERIOR NA FAIXA 1 DE ROLAMENTO QUANDO AO ATINGIR O REFERIDO KM DEPAROU-SE COM O ANDARILHO NA FAIXA 1 E, SEM TEMPO PARA DESVIO OU FRENAGEM, VEIO A ATROPELÁ-LO, PROJETANDO-O PARA O CANTEIRO CENTRAL.;

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
18/5/2006	qui	18:57	PED	Leve	ViaOeste	280	35	D	P.Dupla	principal	DESCRIÇÃO IGNORADA - INFORMAÇÕES SOMENTE DO ACOMPANHANTE DA VÍTIMA QUE DESLOCAVAM PARA O POSTO DO KM 38 PELA PISTA LESTE E DECIDIRAM ATRAVESSAR PARA PISTA OESTE E A VÍTIMA FOI ATROPELADA POR UM VEÍCULO, O QUAL NÃO SOUBE INFORMAR SE FOI AP OU CA.
6/9/2006	qua	5:52	PED	Grave	ViaOeste	280	25	C	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL QUE O ANDARILHO SAIU DO ACOSTAMENTO E CRUZOU A PISTA REPENTINAMENTE SENDO ATINGIDO PELO VEÍCULO NA FAIXA 1.
6/9/2006	qua	8:13	PED	Leve	ViaOeste	280	30	C	P.Dupla	principal	CONFORME INFORMAÇÕES DOS ENVOLVIDOS NO LOCAL O ANDARILHO SAIU DO ACOSTAMENTO SENTIDO CANT. CENTRAL E FOI ATINGIDO PELA MOTO NA FAIXA 2.
10/9/2006	dom	12:56	CIC	Leve	ViaOeste	280	35	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES, O CICLISTA ENCONTRAVA-SE PELO ACOSTAMENTO, QUANDO FOI ATINGIDO POR UM VEICULO DE DADOS IGNORADOS ;
4/10/2006	qua	18:11	PED	Grave	ViaOeste	280	27,5	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, A MOTOCICLETA TRAFEGAVA SENTIDO LESTE NA FAIXA 1 DE ROLAMENTO QUANDO AO ATINGIR O REFERIDO KM DEPAROU-SE COM O PEDESTRE NA FAIXA ESQUERDA REALIZANDO TRAVESSIA DO CANTEIRO CENTRAL PARA O ACOSTAMENTO, ONDE VEIO A COLHÊ-LO E SOFRER QUEDA.
7/10/2006	sab	18:33	PED	Grave	ViaOeste	280	27,5	C	P.Dupla	principal	DESCRIÇÃO PREJUDICADA, LOCALIZADO PEDESTRE PELO ACOSTAMENTO VÍTIMA DE ATROPELAMENTO. REMOVIDO AO REGIONAL DE OSASCO EM ESTADO GRAVE.
11/10/2006	qua	8:35	PED	Leve	ViaOeste	280	31	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES NO LOCAL O MOTOQUEIRO ATROPELOU O PEDESTRE NA FAIXA 1.
19/10/2006	qui	21:45	PED	Fatal	ViaOeste	280	32	C	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES PRESTADAS PELO CONDUTOR DO V1, TRÁFEGAVA PISTA LESTE PELA FAIXA UM DE ROLAMENTO, MOMENTO EM QUE DEPAROU-SE COM O PEDESTRE ATRAVESSANDO A RODOVIA, SEM TEMPO HÁBIL DE FRENAGEM OU DESVIO, OCORRENDO O ATROPELAMENTO, SENDO PEDESTRE LANÇADO NO CANTEIRO CENTRAL E VEÍCULO ATROPELANTE PARANDO NO ACOSTAMENTO.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
29/10/2006	dom	19:15	PED	Fatal	ViaOeste	280	27,5	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES NO LOCAL , V01 TRAFEGAVA PELA FAIXA 1 QUANDO DEPAROU-SE COM PEDESTRES TENTANDO ATRAVESSAR A RODOVIA. SEM TEMPO HÁBIL PARA FREIAR VEIO A ATROPELAR A VÍTIMA QUE FOI ARREMESSADA PARA O CANTEIRO CENTRAL. MULHER DA VÍTIMA QUE TENTAVA ATRAVESSAR JUNTO NADA SOFREU. V01 PAROU PELA CASA DO USUÁRIO.
11/11/2006	sab	1:10	PED	Leve	ViaOeste	280	27	C	P.Dupla	principal	INFORMADO PELO CONDUTOR DO V1, TRAFEGAVA PELA FAIXA 2 DE ROLAMENTO, MOMENTO EM QUE DEPAROU-SE COM PEDESTRE ATRAVESSANDO A PISTA, FREIANDO BRUSCAMENTE, PORÉM AINDA ATINGIU O PEDESTRE QUE TEVE SOMENTE ALGUMAS ESCORIAÇÕES.
4/12/2006	seg	0:52	PED	Fatal	ViaOeste	280	27,5	C	P.Dupla	principal	CONFORME INFORMADO POR TESTEMUNHAS, VÍTIMA FOI ATROPELADA NA FAIXA 3 POR UM CAMINHÃO BRANCO DE DADOS IGNORADOS.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
4/1/2007	qui	8:35	PED	Leve	ViaOeste	280	28	D	P.Dupla	principal	ALEGA O FUNCIONÁRIO DA EMPRESA VERDYCON , ELE TENTAVA ATRAVESSAR AS FAIXAS DE ROLAMENTO DO ACOSTAMENTO PARA O CANTEIROCENTRAL, QUANDO FOI COLHIDO NA FAIXA 01 POR UM VEÍCULO DE DADOS IGNORADOS , O QUAL EM SEGUIDA EVADIU-SE DO LOCAL.
26/1/2007	sex	21:12	PED	Grave	ViaOeste	280	27,5	C	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES PRESTADAS PELA PMRV, PEDESTRE TENTOU CRUZAR DO SENTIDO LESTE PARA OESTE, MOMENTO EM QUE FOI SURPREENDIDO NA FAIXA 1 DE ROLAMENTO DA PISTA LESTE PELA PICK UP QUE SEM TEMPO HÁBIL DE FRENAGEM OU DESVIO VEIO A ATROPELAR O PEDESTRE.
30/1/2007	ter	14:57	PED	Grave	ViaOeste	280	35	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS PELO LOCAL, O PEDESTRE ATRAVESSAVA A RODOVIA DA OESTE PARA A LESTE QUANDO FOI COLHIDO POR UM CA DE DADOS IGNORADOS PELA FAIXA 3. O CA EVADIU-SE E O PEDESTRE ESTAVA SEM DOCUMENTOS E NÃO APARENTAVA SER ANDARILHO, PORÉM POSTERIORMENTE CONFESSOU AO MÉDICO QUE HAVIA BEBIDO.
16/2/2007	sex	12:07	PED	Grave	ViaOeste	280	27	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMADO, O PEDESTRE (CATADOR DE LATINHAS) ESTAVA NO CANTEIRO CENTRAL E PULOU A DEFENSA PARA A FAIXA 1 ONDE FOI COLHIDO PELO VW GOLF.
6/3/2007	ter	7:36	PED	Leve	ViaOeste	280	30,5	C	P.Dupla	principal	CONFORME INFORMAÇÕES DO PILOTO DA MOTO O CONDUTOR SAIU DO CANTEIRO PARA A FAIXA 1 NA FRENTE DA MOTO, VINDO A SER ATROPELADO.
23/3/2007	sex	21:24	CIC	Fatal	ViaOeste	280	25	D	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES PRESTADAS PELA PMRV, O CICLISTA TRAFEGAVA PELO ACOSTAMENTO, MOMENTO QUE POR MOTIVOS IGNORADOS, UM CAMINHÃO ADENTROU O ACOSTAMENTO ATROPELANDO O PEDESTRE.
25/4/2007	qua	5:20	PED	Leve	ViaOeste	280	32	C	P.Dupla	principal	Informações prestadas pela PMRV, Condutor do v1 não percebeu que v2 caminhava pela faixa de bordo da pista do retorno, vindo a ocorrer o atropelamento.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
8/7/2007	dom	8:23	PED	Leve	ViaOeste	280	28,5	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O V2 ESTAVA PARADO NO ACOSTAMENTO ONDE UM DOS PASSAGEIROS FECHAVA A TAMPA TRASEIRA DO AUTOMÓVEL QUE HAVIA ABERTO ESPONTANEAMENTE. O V1, QUE TRAFEGAVA SENTIDO INTERIOR NA FAIXA 2 DE ROLAMENTO, TEVE UM PNEU TRASEIRO FURADO E SEM CONTROLE DE DIREÇÃO, INVADIU O ACOSTAMENTO E ATROPELOU O PASSAGEIRO DO V2.
5/8/2007	dom	15:37	PED	Leve	ViaOeste	280	30	D	P.Dupla	principal	CONFORME INFORMAÇÕES DO CONDUTOR, TRAFEGAVA PELA FAIXA 2 DE ROLAMENTO, MOMENTO EM QUE SURPREENDEU-SE COM A VÍTIMA ATRAVESSANDO A PISTA E NA TENTATIVA DE EVITAR O ATROPELAMENTO, DESVIU PARA A FAIXA 1 DE ROLAMENTO, MESMO TRAJETO REALIZADO PELA VÍTIMA, VINDO A OCORRER O ATROPELAMENTO.
4/9/2007	ter	16:49	PED	Grave	ViaOeste	280	30	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMA O CONDUTOR DO V1, TRANSITAVA NA FAIXA 1 QUANDO, DEPAROU-SE COM O PEDESTRE NA FAIXA 1 E, SEM TEMPO HÁBIL PARA FRENAR, VEIO A CHOCAR-SE CONTRA.
7/9/2007	sex	0:23	PED	Grave	ViaOeste	280	34,5	D	P.Dupla	principal	ALEGAÇÃO DO CONDUTOR DO VEÍCULO QUE PEDESTRE ATRAVESSAVA DO CANTEIRO CENTRAL PARA ACOSTAMENTO SENDO COLHIDO NA FAIXA 03 E ARREMESSADO PARA ACOSTAMENTO.
15/9/2007	sab	19:39	PED	Fatal	ViaOeste	280	28,5	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES, A VITIMA ATRAVESSAVA DO ACOSTAMENTO PARA O CANTEIRO CENTRAL, MOMENTO EM QUE FOI COLHIDA POR UM VEÍCULO QUE EVADIU-SE. EM SEGUIDA OUTROS VEÍCULOS TAMBÉM PASSARAM SOBRE O CORPO, E NÃO PARARAM. (APENAS OS 2 VEÍCULOS REGISTRADOS PARARAM NO LOCAL).

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
25/10/2007	qui	7:34	PED	Leve	ViaOeste	280	30	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMA O CONDUTOR DO V1, TRANSITAVA ENTRE FAXA 1 E BORDO QUANDO , O PEDESTRE ADENTROU A FAIXA de BORDO PARA TENTATIVA DE TRAVESSIA E V1, SEM TEMPO HÁBIL PARA FRENAR VEIO A ATROPELAR O PEDESTRE, PERDENDO O CONTROLE DO VEÍCULO E COLIDINDO NA LATERAL DO V3.
30/10/2007	ter	7:16	PED	Leve	ViaOeste	280	25	D	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES DA PMRV QUE USUÁRIO AO TENTAR ATRAVESSAR 200 MTS PRÓXIMO DA PASSARELA FOI COLHIDO POR UM VEICULO IGNORADO NA FAIXA 03.
21/12/2007	sex	6:34	PED	Fatal	ViaOeste	280	26	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMA O AJUDANTE NO LOCAL, ESTAVAM PARADO NO ACOSTAMENTO COM O V3 ARRUMANDO A LONA QUANDO, V1 VEIO A ATROPELAR O CONDUTOR DO V3 NO ACOSTAMENTO, EVADINDO-SE DO LOCAL LANÇANDO O CONDUTOR NA FAIXA 4.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
13/4/2008	dom	20:34	PED	Leve	ViaOeste	280	35	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, A VÍTIMA (TIAGO CERQUEIRA), ESTAVA A PRINCÍPIO DENTRO DE UM VEÍCULO QUE TRAFEGAVA SENTIDO LESTE, NO INTERIOR DO QUAL ELE DISCUTIU COM A NAMORADA. AO ATINGIR O KM 35, ELES PARARAM NO ACOSTAMENTO, E ELE, ETILIZADO, SAIU DO VEÍCULO E TENTAVA ATRAVESSAR A PISTA OESTE NO MOMENTO EM QUE FOI COLHIDO PELO FIAT UNO.
17/4/2008	qui	17:55	PED	Grave	ViaOeste	280	28	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O VI TRAFEGAVA SENTIDO LESTE NA FAIXA 2 QUANDO AO ATINGIR O REFERIDO KM DEPAROU-SE COM O PEDESTRE ATRAVESSANDO A PISTA DO CANTEIRO CENTRAL PARA O ACOSTAMENTO E, SEM TEMPO PARA DESVIO OU FRENAGEM, VEIO A COLHÊ-LO E PROJETÁ-LO PARA O ACOSTAMENTO.
7/6/2008	sab	11:46	PED	Fatal	ViaOeste	280	26	C	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES DA TESTEMUNHA QUE ESTAVA NO LOCAL, QUE A VÍTIMA ESTAVA NO ACOSTAMENTO E QUE EM CERTO MOMENTO SE JOGOU NA FRENTE DE UMA CARRETA NA FAIXA 03, QUANDO O CONDUTOR CONSEGUIU DESVIAR E O VEICULO QUE SEGUIA ATRÁS DA CARRETA SEM TEMPO PARA DESVIAR VEIO A COLHER A VÍTIMA PELA FAIXA 03, ENTRANDO EM ÓBITO NO LOCAL.
26/6/2008	qui	18:57	PED	Grave	ViaOeste	280	30	D	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, PEDESTRE TENTOU ATRAVESSAR A PISTA OESTE DO CANTEIRO CENTRAL PARA O CANTEIRO LATERAL, SENDO COLHIDO PELO CAMINHÃO NA FAIXA 3 DE ROLAMENTO.
8/7/2008	ter	18:20	PED	Fatal	ViaOeste	280	30	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES, O PEDESTRE ATRAVESSAVA A PISTA DO CANTEIRO CENTRAL PARA O ACOSTAMENTO, QUANDO FOI COLHIDO PELA MOTO NA FAIXA 1. EM SEGUIDA O PILOTO DA MOTO CAIU ENTRE O EIXO TRASEIRO DA CAR, E O GARUPA NA FAIXA 2.
26/8/2008	ter	8:35	PED	Leve	ViaOeste	280	30	D	P.Dupla	entrada	INFORMAÇÕES NO LOCAL QUE O PEDESTRE FOI AVISADO PARA FAZER A TRAVESSIA POR UM USUÁRIO DE UMA CARRETA DE DADOS IGNORADOS, QUANDO O VEÍCULO QUE ESTAVA SAINDO DA ALÇA DO POSTO DO KM 30 VEIO A COLHER O PEDESTRE PELO ACOSTAMENTO.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
25/10/2008	sab	4:16	PED	Leve	ViaOeste	280	25,5	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMADO PELO SR. FERNANDO, RESPONSÁVEL DA MANO SINAL, ELE E SUA EQUIPE INICIAVAM LIBERAÇÃO DAS FAIXAS 3 E 4 QUANDO MOTOCICLISTA INVADIU A SINALIZAÇÃO VINDO A ATROPELAR 2 (DOIS) DE SEUS FUNCIONÁRIOS. CONDUTOR DA MOTO EM SEGUIDA SOFREU QUEDA SOBRE FAIXA 3.
20/11/2008	qui	20:54	PED	Fatal	ViaOeste	280	29	C	P.Dupla	principal	CONFORME INFORMAÇÕES DO CONDUTOR DO V01, ELE TRAFEGAVA SENTIDO LESTE NA FAIXA 1 QUANDO DEPAROU-SE COM PEDESTRE E SEM TEMPO DE FREIAR OU DESVIAR O ATROPELOU.
28/11/2008	sex	17:11	PED	Leve	ViaOeste	280	31	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS PELO LOCAL PEDESTRE ATRAVESSAVA A PISTA, QUANDO FOI COLHIDO PELO V01 PELA FAIXA 3.
20/12/2008	sab	19:38	PED	Fatal	ViaOeste	280	30	C	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES DO LOCAL QUE A SRA. TELMA HAVIA DEIXADO SEU AUTOMÓVEL NO POSTO GRAAL E FOI PARA UMA FESTA DE CARONA. NA VOLTA, A CARONA DEIXOU-A NA PISTA LESTE E QUANDO ELA TENTOU ATRAVESSAR EM DIREÇÃO AO POSTO, FOI COLHIDA NA FAIXA 1.
21/12/2008	dom	20:26	PED	Grave	ViaOeste	280	31	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O PEDESTRE TENTAVA ATRAVESSAR DO CANTEIRO CENTRAL PARA O ACOSTAMENTO DA PISTA LESTE MOMENTO EM QUE FOI COLHIDO PELO V2 NA FAIXA ESQUERDA. EM SEGUIDA, V3 TAMBÉM O ATROPELOU.
27/12/2008	sab	21:10	PED	Leve	ViaOeste	280	33	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, A ARRECADADORA AO ATRAVESSAR A PISTA DE MOTOS VEIO A SER ATROPELADA POR V1.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
10/1/2009	sab	21:31	PED	Fatal	ViaOeste	280	27,5	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O V1 TRAFEGAVA SENTIDO INTERIOR QUANDO AO ATINGIR O REFERIDO KM DEPAROU-SE COM O PEDESTRE NA FAIXA 1 E SEM TEMPO PARA DESVIOU OU FRENAGEM, VEIO A ATROPELÁ-LO.
31/1/2009	sab	6:51	PED	Fatal	ViaOeste	280	28,5	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS PELO LOCAL V01 TRAFEGAVA FAIXA 1, QUANDO DEPAROU-SE COM PEDESTRE ATRAVESSANDO A RODOVIA, SEM TEMPO PARA DESVIAR OU FREIAR VEIO ATROPELÁ-LO, VÍTIMA FOI ARREMESSADA PELO CANTEIRO CENTRAL.
26/2/2009	qui	15:18	PED	Leve	ViaOeste	280	29	D	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL QUE O MORADOR ESTAVA NAS PROXIMIDADES DO CANTEIRO LATERAL CONSUMINDO BEBIDA ALCOÓLICA AO LADO DE UMA CACHOEIRA E NA TENTATIVA DE ATRAVESSAR DO ACOSTAMENTO PARA O CANTEIRO CENTRAL FOI COLHIDO NA FAIXA 1.
3/3/2009	ter	20:48	PED	Grave	ViaOeste	280	26	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMADO PELO MOTORISTA DO VEÍCULO ATROPELADOR, ELE TRAFEGAVA SENTIDO OESTE NA FAIXA 3 DE ROLAMENTO QUANDO AO ATINGIR O REFERIDO KM ELE VISUALIZOU A PEDESTRE PULAR A TELA DA BARREIRA CENTRAL E ENTRAR NO MEIO DA PISTA, UM CAMINHÃO DESVIO DELA PORÉM ELE, QUE VINHA LOGO ATRÁS, NÃO CONSEGUIU SAIR E VEIO A ATROPELÁ-LA.
3/4/2009	sex	18:55	PED	Leve	ViaOeste	280	30	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O TRÁFEGO ESTAVA LENTO NO REFERIDO TRECHO E O PEDESTRE TENTOU ATRAVESSAR DO CANTEIRO CENTRAL PARA ACOSTAMENTO E APÓS PASSAR A FAIXA 1, PAROU SOBRE A FAIXA SECCIONADA. NESSE MOMENTO, ELE FOI ATINGIDO PELA MOTO QUE TRANSITAVA NO CORREDOR E NÃO CONSEGUIU DESVIAR. APÓS O ATROPELAMENTO, A VÍTIMA FOI PROJETADA CONTRA A LATERAL DO ÔNIBUS QUE TAMBÉM FOI COLIDIDO NA TRASEIRA PELO MOTOQUEIRO QUE AINDA SOFREU QUEDA AO SOLO.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
27/5/2009	qua	7:32	PED	Leve	ViaOeste	280	31	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS PELO LOCAL V01 TRAFEGAVA FAIXA 2 QUANDO DEPAROU-SE COM PEDESTRE ATRAVESSANDO A PISTA, SEM TEMPO PARA DESVIAR OU FREIAR VEIO ATROPELÁ-LO.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
24/6/2009	qua	19:28	CIC	Fatal	ViaOeste	280	33,5	C	P.Dupla	principal	CONFORME ALEGA O CONDUTOR DO V1, UM CA DE DADOS IGNORADOS VEIO A PASSAR PELO CICLISTA E AO BUZINAR, O CICLISTA PERDEU O CONTROLE VINDO A ADENTRAR A FAIXA 3 À FRENTE DE V1 CAUSANDO O ATROPELAMENTO. VITIMA LANÇADA PARA O CANTEIRO LATERAL FICANDO A BICICLETA PELO ACOSTAMENTO ;Causa Provável: 601 Ignorado
30/6/2009	ter	0:12	PED	Fatal	ViaOeste	280	25,5	C	P.Dupla	saída	NESTE QTR FOI INFORMADO POR USUARIOS, UMA PESSOA CAIDA PELA FX DE DESACELERAÇÃO NA ALÇA DE ACESSO PARA A SP280 NO KM 26. NO LOCAL UMA VTR DO SAMU E DA GM DE BARUERI. GAMA3 PELO LOCAL CONSTATOU ÓBITO APÓS APROXIMADAMENTE 1H30 DE ATENDIMENTO. CONSTATADO VITIMA DO SEXO MASCULINO APARENTEMENTE 22 ANOS VITIMA DE ATROPELAMENTO EM QUE O VEICULO ATROPELANTE EVADIU-SE DO LOCAL.;Causa Provável: 601 Ignorado
5/7/2009	dom	0:22	PED	Fatal	ViaOeste	280	26	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O VEÍCULO FUSION TRAFEGAVA NA SP-280 SENTIDO SÃO PAULO NA FAIXA 1 DE ROLAMENTO QUANDO AO ATINGIR O REFERIDO DEPAROU-SE COM O PEDESTRE SOBRE A PISTA E, SEM TEMPO HÁBIL PARA DESVIO OU FRENAGEM, VEIO A COLHÊ-LO. A VÍTIMA ESTAVA JUNTO COM DOIS PARENTES QUE ESTAVAM MUITO ALTERADOS E NÃO SOUBERAM EXPLICAR EXATAMENTE O QUE ELAS FAZIAM NA RODOVIA. ACIDENTE OCORRIDO A 50 METROS DA PASSARELA. NÃO HAVIA MARCAS DE FRENAGEM.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
18/7/2009	sab	6:25	PED	Leve	ViaOeste	280	32	C	P.Dupla	saída	SEGUNDO INFORMAÇÕES O PEDESTRE SEGUIA ATRAVESSANDO A PISTA PELO RETORNO, QUANDO POR MOTIVOS A SEREM APURADOS, PAROU SOBRE A FAIXA DE ROLAMENTO E V2 SEM TEMPO DE FREAR ATROPELOU O PEDESTRE.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
11/9/2009	sex	19:46	PED	Fatal	ViaOeste	280	26,5	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O VEÍCULO ÚNICO TRAFEGAVA SENTIDO SÃO PAULO NA FAIXA 2 DE ROLAMENTO QUANDO AO ATINGIR O REFERIDO KM A CONDUTORA DEPAROU-SE COM O PEDESTRE ATRAVESSANDO A PISTA E, SEM TEMPO HÁBIL PARA DESVIO OU FRENAGEM, VEIO A ATROPELÁ-LO.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
8/10/2009	qui	5:20	PED	Grave	ViaOeste	280	32	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS PELO LOCAL PEDESTRE ATRAVESSOU A PISTA DO ACOSTAMENTO LESTE SENTIDO A PISTA OESTE, SENDO COLHIDA NA FAIXA 1 DA PISTA LESTE PRÓXIMO A FAIXA DE BORDO AO LADO DA BARREIRA DE CONCRETO QUE DIVIDE A PISTA OESTE DA PISTA LESTE.;Causa
2/12/2009	qua	17:25	PED	Leve	ViaOeste	280	32	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS PELO LOCAL, O FUNCIONARIO QUE DIRIGIA O ROLO COMPRESSOR NÃO VISUALIZOU, O FUNCIONARIO QUE EXECUTAVA A OBRA DEVIDO AO DESCUIDO VEIO A ATROPELAR O MESMO.;Causa Provável: 415 Descuido do motorista
20/12/2009	dom	2:00	PED	Fatal	ViaOeste	280	29	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, V02 TRAFEGAVA PELA FAIXA 2 AO SE DEPARAR COM O PEDESTRE TENTANDO FAZER A TRAVESSIA DO ACOSTAMENTO PARA O CANTEIRO CENTRAL NÃO TEVE TEMPO HABIL PARA O DESVIO ATROPELANDO O MESMO.;Causa Provável: 601 Ignorado

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
8/1/2010	sex	21:43	CIC	Leve	ViaOeste	280	32	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES DE USUARIO, AO FAZER A TENTATIVA PARA TRAVESSIA O MESMO VEIO A SER ATROPELADO POR V1 NA SEQUENCIA A PMR PELO LOCAL DESLOCOU COM O CICLISTA E A BICICLETA DISPENSANDO O V1.;Causa Provável: 603 Ciclista na Pista
17/1/2010	dom	16:39	PED	Grave	ViaOeste	280	29	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, A CRIANÇA ESTAVA COM UM GRUPO DE AMIGOS BRINCANDO EM UMA CACHOEIRA LOCALIZADA PRÓXIMO DA RODOVIA NAQUELE KM. NO MOMENTO EM QUE RETORNAVA PARA CASA ACOMPANHADA PELOS AMIGOS, TENTOU ATRAVESSAR A RODOVIA INADVERTIDAMENTE E VEIO A SER COLHIDA PELO VEÍCULO PUNTO NA FAIXA 1 DE ROLAMENTO.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
6/2/2010	sab	13:13	PED	Fatal	ViaOeste	280	28,5	C	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES NO LOCAL JUNTO AO POLICIAL RODOVIÁRIO SD FRIEDMAN, COLHIDAS PELOS CONDUTORES DOS VEÍCULOS ENVOLVIDO NO ACIDENTE, QUE O VEÍCULO ATROPELANTE V1 TRAFEGAVA NA FAIXA 1 E AO MUDAR DE FAIXA PASSANDO PARA FAIXA 2 NÃO VISUALIZOU O ANDARILHO A FRENTE, VINDO A ATROPELAR-LO, EM SEGUIDA ARREMESSANDO A VÍTIMA EM OUTRO VEÍCULO V2 QUE TRAFEGAVA NA FAIXA 1 QUE ARRASTOU A VÍTIMA APROXIMADAMENTE 50 METROS A FRENTE. ;Causa Provável: 408 Mudança de faixa
7/2/2010	dom	21:40	PED	Leve	ViaOeste	280	32	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O PEDESTRE CAMINHAVA SOBRE FAIXA 2 DE ROLAMENTO NO RETORNO KM 32, SOB A CASTELLO SENTIDO ITAPEVI/JANDIRA, QUANDO EM DADO MOMENTO FOI ATINGIDO PELO MOTOCICLISTA QUE TAMBÉM SOFREU QUEDA AO SOLO.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
12/3/2010	sex	20:57	PED	Fatal	ViaOeste	280	25,5	D	P.Dupla	principal	CONFORME INFORMAÇÕES DA PMR O ATROPELAMENTO OCORREU PELA FAIXA 3 DE ROLAMENTO E O VEICULO ATROPELANTE EVADIU-SE DO LOCAL, ;Causa Provável: 601 Ignorado

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
6/5/2010	qui	17:00	PED	Fatal	ViaOeste	280	30,5	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES PRESTADAS POR LINDEIROS NO LOCAL, O V1 TRANSITAVA NO SENTIDO OESTE QUANDO DEPAROU-SE COM O PEDESTRE ATRAVESSANDO A VIA E SEM TEMPO HÁBIL PARA DESVIAR, ATINGIU O PEDESTRE NA FAIXA 2, EVADINDO-SE DO LOCAL.;Causa Provável: 601 Ignorado
7/5/2010	sex	22:06	PED	Fatal	ViaOeste	280	33,5	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL O PEDESTRE ATRAVESSOU A VIA DA PISTA LESTE PARA OESTE ,NO INTUITO DE INICIAR ATIVIDADES NO CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DO CARREFOUR, QUANDO FOI COLHIDO PELO V01 NA FAIXA 1 DA PISTA LESTE. ;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
17/5/2010	seg	7:04	PED	Fatal	ViaOeste	280	29,5	C	P.Dupla	principal	INFORMAÇÕES PRESTADAS PELA PMRV, O PEDESTRE TENTAVA ATRAVESSAR A PISTA LESTE DO CANTEIRO CENTRAL PARA O ACOSTAMENTO, MOMENTO EM QUE PULOU A DEFENSA METÁLICA NÃO PERCEBEU A PRESENÇA DA MOTOCICLETA QUE TRAFEGAVA PELA FAIXA 1 DE ROLAMENTO OCORRENDO O ATROPELAMENTO DO PEDESTRE E QUEDA DO PILOTO DA MOTOCICLETA, PARANDO ENVOLVIDOS ENTRE FAIXAS 1 E 2 DE ROLAMENTO.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
22/5/2010	sab	7:53	PED	Leve	ViaOeste	280	32	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL O V01 SEGUIA DE ITAPEVI PARA A SP280 QUANDO NO ACESSO AO VIADUTO DO RETORNO O PEDESTRE FICOU INDECISO ENTRE FAIXAS 1 E 2 E FOI COLHIDO POR V01 QUE NÃO CONSEGUIU DESVIAR.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
1/6/2010	ter	21:26	PED	Grave	ViaOeste	280	27,5	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS PELO LOCAL PEDESTRE FOI LOCALIZADO ATROPELADO PELO CANTEIRO CENTRAL.;Causa Provável: 601 Ignorado

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
10/7/2010	sab	18:47	PED	Fatal	ViaOeste	280	27,5	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS PELO LOCAL V01 TRAFEGAVA PELA FAIXA 1, QUANDO DEPAROU-SE COM PEDESTRE ATRAVESSANDO A PISTA, SEM TEMPO PARA DESVIAR OU FREAR, VEIO ATROPELÁ-LO.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
27/8/2010	sex	7:53	PED	Leve	ViaOeste	280	33	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, O PEDESTRE ATRAVESSAVA A PISTA ENTRE OS VEICULOS, V2 QUE SEGUIA PELO CORREDOR AO DEPARAR-SE COM O PEDESTRE NÃO CONSEGUIU FRENAR OU DESVIAR E CHOCOU-SE CONTRA O MESMO.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
8/9/2010	qua	7:21	PED	Leve	ViaOeste	280	28	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, V1 SEGUIA PELO CORREDOR DE MOTOS ENTRE AS FAIXAS 01 E 02, MOMENTO EM QUE DEPAROU-SE COM PEDESTRE ATRAVESSANDO A PISTA, SEM TEMPO HÁBIL DE FRENAR OU DESVIAR CHOCOU-SE CONTRA O PEDESTRE ARREMEÇANDO-O PARA O BORDO DA FAIXA 01.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
4/11/2010	qui	18:13	PED	Leve	ViaOeste	280	28,5	D	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS PELO LOCAL V01 TRAFEGAVA FAIXA 1, QUANDO DEPAROU-SE COM PEDESTRE ATRAVESSANDO A PISTA, SEM TEMPO PARA FREAR OU DESVIAR, VEIO ATROPELÁ-LO.;Causa Provável: 410 Pedestre na pista
13/12/2010	seg	7:12	PED	Fatal	ViaOeste	280	30	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS COM UMA DAS VITIMAS , ELE E SEU COMPANHEIRO DESCERAM DE ONIBUS NO KM 30 LESTE ,VINDO DE ASSIS, NO INTUITO DE PEGAR CAMINHÃO DA EMPRESA QUE ESTAVA ESTACIONADO NO POSTO KM 30 OESTE. NATRAVESSIA ELE E SEU COMPANHEIRO FORAM COLHIDOS PELO V01 ,QUE SEGUIA NO CORREDOR ENTRE FAIXA 1 E 2 DEVIDO AOTRAFEGO LENTO.

Data	Dia da Semana	Hora	Tipo de acidente	Gravidade do acidente	Concessionária	Rod	Km	Sentido	Tipo de Área	Pista	Detalhe do Acidente
19/12/2010	dom	21:18	PED	Grave	ViaOeste	280	26	C	P.Dupla	principal	segundo informações colhidas no local, v2 trafegava pela faixa 02, ao atingir o citado km veio a se deparar com o usuario atravessando a pista no sentido leste para oeste, sem tempo habil para a frenagem ou desvio veio a atropelar o mesmo, parando entre faixa 01 e 02.
20/12/2010	seg	17:26	PED	???	ViaOeste	280	31	C	P.Dupla	principal	segundo informações colhidas no local, v01 trafegava pela faixa 01, ao atingir o citado km veio a se deparar com o pedestre fazendo a travessia da pista, sem tempo habil para a frenagem ou desvio veio a atropela-lo.
20/12/2010	seg	7:01	PED	Grave	ViaOeste	280	33	C	P.Dupla	principal	SEGUNDO INFORMAÇÕES COLHIDAS NO LOCAL, A VÍTIMA TRATASE DE UM CHAPA E ESTAVA DE PÉ NO ACOSTAMENTO SINALIZANDO PARA OS CAMINHONEIROS, QUANDO EM DADO MOMENTO O VEÍCULO ATROPELADOR INVADIU O ACOSTAMENTO, O ATINGIU E EVADIU-SE DO LOCAL.