

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE CICLOVIÁRIO URBANO:
ORGANIZAÇÃO DA CIRCULAÇÃO**

TELMO TERUMI TERAMOTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Suely da Penha Sanches.

São Carlos

2008

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

T315pt

Teramoto, Telmo Terumi.

Planejamento de transporte cicloviário urbano :
organização da circulação / Telmo Terumi Teramoto. -- São
Carlos : UFSCar, 2008.
260 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2007.

1. Planejamento dos transportes. 2. Cicloviário. 3.
Planejamento urbano. 3. Organização espacial. 4. Bicicleta.
5. Ciclista. I. Título.

CDD: 629.04 (20^a)



FOLHA DE APROVAÇÃO

TELMO TERUMI TERAMOTO

Dissertação defendida e aprovada em 30/10/2007
pela Comissão Julgadora

Prof^a Dr^a Suely da Pena Sanches
Orientador (DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Carlos Alberto Bandeira Guimarães
(FEC/UNICAMP)

Prof. Dr. Marcos Antonio Garcia Ferreira
(DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
Presidente da CPGEU

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos aqueles que sintam que contribuíram para a realização dessa pesquisa.

Essa pesquisa foi outorgada, através do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, com uma bolsa de estudos do Programa de Demanda Social da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no período de maio de 2005 a agosto de 2006 (18 meses).

RESUMO

A organização espacial das cidades brasileiras e dos seus sistemas de transporte tem provocado, entre outros problemas, uma distribuição desigual da acessibilidade. Esse desequilíbrio é marcado pelo fato que os usuários dos modos motorizados particulares têm recebido os maiores benefícios, enquanto que os que se valem dos modos não motorizados são os mais prejudicados. As informações a respeito do uso da bicicleta como modo de transporte estão num estágio de desenvolvimento muito inferior ao das informações a respeito dos modos de transporte motorizado. Enquanto houver esse tipo de desequilíbrio, não haverá equidade nas áreas da sociedade que estejam relacionados aos transportes. O objetivo desta pesquisa é fornecer dados gerais e fundamentos para compreensão das características do transporte cicloviário urbano, assim como das formas de organizar o espaço de circulação da bicicleta. Busca-se, através da avaliação de variadas formas de organizar esse espaço, expor as que apresentaram melhores resultados ou melhores potenciais de resultados favoráveis e que tenham características gerais o suficiente para se adequarem a um grande número de localidades urbanas brasileiras. Dentro dos objetivos traçados, as discussões e propostas apresentadas nesta dissertação foram focadas na inserção do condutor de bicicleta dentro da estrutura viária, de modo que lhe seja possível alcançar todos os lugares das cidades, em condições adequadas. Dessa forma, buscou-se a apresentação de discussões e propostas que lidassem com as necessidades dos condutores de bicicleta, evitando as que pudessem resultar na exclusão destes. Foi dado, portanto, um enfoque às formas de organização do espaço de circulação da bicicleta que fossem adequados a projetos de novas urbanizações, mas principalmente que buscassem atender às características de áreas urbanas com sistemas viários estabelecidos. Essa pesquisa permitiu a verificação de que o transporte cicloviário urbano pode realmente ocorrer de forma mais harmoniosa com os demais modos de transporte. As propostas avaliadas e apresentadas indicam que o transporte cicloviário não é incompatível com o transporte motorizado.

Palavras-chave: planejamento de transporte cicloviário, planejamento urbano, organização espacial, bicicleta, ciclista.

ABSTRACT

The spatial organization of Brazilian cities and the organization of their transportation systems have been causing an uneven accessibility distribution among other issues. This unbalance is marked by the fact that people who use private motorized modes of transportation are the ones that have been benefiting the most while the ones that use non motorized modes have been experiencing the worst conditions. The knowledge about the motorized transportation is much more developed than the knowledge regarding cycling as a mode of transportation. As long as this kind of unbalance remains there will not be equity in the society areas related to transportation. The purpose of this research is to provide general data and the fundamentals to permit the comprehension of the urban cycling transportation characteristics and the ways of organizing the cycling space as well. By evaluating different ways of organizing this space this dissertation presents the ones that had the best results or the ones that have the best potential to favourable results and that are also generic enough to be adequate to a great number of Brazilian localities. Within the chosen objectives the discussions and propositions presented in this dissertation are focused on introducing the bicyclists inside the road system so it would be possible to them to go everywhere in the cities under adequate conditions. Therefore the search was for discussions and propositions that took the bicyclists' needs into consideration avoiding the ones that could exclude the bicyclists. This dissertation is focused on ways of organizing the cycling space that are suitable to new urbanization projects but specially on the ones that can fit to the areas with established road systems. This research allowed the verification that urban cycling transportation can really occur in a more harmonious way with the others modes of transportation. The presented and evaluated propositions indicate that cycling transportation is not incompatible with the motorized transportation.

Key-words: cycling transportation planning, urban planning, spatial organization, bicycle, bicyclist, bicycling, cycling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Espaço destinado a vias em Seattle, EUA.....	33
Figura 2.2: Diferenças no espaço ocupado, de acordo com o tipo de veículo.	34
Figura 4.1: Esquemático de alguns tipos de ciclos.....	52
Figura 4.2: Espaço ocupado pelo ciclista (1).....	54
Figura 4.3: Espaço ocupado pelo ciclista (2).....	55
Figura 4.4: Distância visual necessária para parada em função da inclinação e da velocidade.	57
Figura 5.1: Gráfico de escolha de organização de espaço cicloviário - Scottish Executive.....	61
Figura 5.2: Gráfico de escolha de organização de espaço cicloviário - Danish Road Directorate.....	62
Figura 5.3: Gráfico de escolha de organização de espaço cicloviário – Transport for London.	63
Figura 5.4: Gráfico de escolha de organização de espaço cicloviário - King	64
Figura 5.5: Utilização de sinalização de compartilhamento da via.	69
Figura 5.6: Sinalização horizontal de tráfego compartilhado, ao lado de faixa de estacionamento paralelo à guia.	70
Figura 5.7: Sinalização horizontal de tráfego compartilhado, sem faixa de estacionamento.....	71
Figura 5.8: Faixa larga típica.....	72
Figura 5.9: Dimensão faixa larga.....	72
Figura 5.10: Exemplo de deslocamento das linhas delimitadoras de faixas para adequar via à faixa larga	73
Figura 5.11: Marcação de ciclofaixa ao longo da via (MCI).....	76
Figura 5.12: Símbolo indicativo de via, pista ou faixa de trânsito de uso de ciclistas (SIC).....	76
Figura 5.13: Linha de bordo nas proximidades de sarjeta e guia.	77
Figura 5.14: Ciclofaixa no sentido contrário ao do tráfego de veículos motorizados.	82
Figura 5.15: Ciclofaixa elevada.	83
Figura 5.16: Esquemático de seção de ciclofaixa elevada.....	83

Figura 5.17: Ciclofaixa não obrigatória com pavimento diferenciado e coloração vermelha.	87
Figura 5.18: Ciclofaixa não obrigatória com linha seccionada e coloração vermelha.	88
Figura 5.19: Sugestões de configurações de vias com ciclofaixas não obrigatórias.	89
Figura 5.20: Acesso da ciclovia à vias transversais.	92
Figura 5.21: Transição suave de ciclovia para ciclofaixa.	93
Figura 5.22: Trilha multiuso com área exclusiva para pedestres.....	94
Figura 5.23: Esquemático de conflito em estacionamento em ângulo.	97
Figura 5.24: Estacionamento em ângulo “reverso”.....	98
Figura 5.25: Estacionamento e ciclofaixa.....	100
Figura 5.26: Ciclofaixa com marcas diagonais indicando área ocupada na abertura de portas.	101
Figura 5.27: Utilização de símbolo tipo “bicicleta” de tamanhos diferentes.....	101
Figura 5.28: Ciclovia bidirecional com área de segurança entre a faixa de estacionamento.....	103
Figura 5.29: Dimensões do símbolo de tráfego compartilhado.	104
Figura 5.30: Ciclovia curta atrás de abrigo de parada de ônibus.	106
Figura 5.31: Ponto de parada de ônibus com ciclovia passando por trás.	108
Figura 5.32: Ponto de parada de ônibus com ciclovia passando pela frente.	108
Figura 5.33: Ponto de parada de ônibus com preferência para os passageiros.	109
Figura 5.34: Esquemático da transição da ciclovia e da ciclofaixa em ponto de parada de ônibus.	109
Figura 5.35: Faixa compartilhada de ônibus e bicicleta.....	112
Figura 6.1: Esquemático de ciclovia com estacionamento na via.	116
Figura 6.2: Proposta de organização da área de aproximação de faixa exclusiva para conversão à direita.....	118
Figura 6.3: Demarcação da área de tráfego de bicicletas em local de transposição de faixas.....	118
Figura 6.4: Eliminação de faixa continua exclusiva para conversão à direita.....	119
Figura 6.5: Diminuição da largura útil de uma ciclovia.	120
Figura 6.6: Esquemático de interrupção de ciclovia em área de aproximação de interseção.....	121
Figura 6.7: Interrupção de ciclovia (1).....	121

Figura 6.8: Interrupção de ciclovia (2).....	121
Figura 6.9: Sinalização horizontal de advertência em área de aproximação de interseção.....	122
Figura 6.10: Sensor de presença de bicicleta instalado na área de aproximação de interseção.....	123
Figura 6.11: Parada avançada para bicicleta.....	124
Figura 6.12: Esquemático de parada avançada para bicicleta.....	125
Figura 6.13: Bloco de parada avançada para bicicletas.....	125
Figura 6.14: Esquemático de bloco de parada avançada.....	126
Figura 6.15: Bloco de parada avançada com ciclofaixa alimentadora.....	127
Figura 6.16: Esquema de ciclofaixa alimentadora com faixa exclusiva de conversão.....	127
Figura 6.17: Conversão à esquerda (1).....	128
Figura 6.18: Conversão à esquerda (2).....	129
Figura 6.19: Conversão à esquerda (3).....	129
Figura 6.20: Semáforo acionado manualmente.....	130
Figura 6.21: Semáforo com foco específico de bicicleta.....	131
Figura 6.22: Detalhe de semáforo com foco específico de bicicleta.....	132
Figura 6.23: Esquemático da marcação de cruzamento rodocicloviário.....	133
Figura 6.24: Esquemático da marcação de cruzamento rodocicloviário - ciclofaixa.....	134
Figura 6.25: Esquemático da marcação de cruzamento rodocicloviário – ciclovia.....	135
Figura 6.26: Marcação de interseção utilizando cor azul clara.....	136
Figura 6.27: Sinalização horizontal em interseção do tipo <i>harlequin</i>	136
Figura 6.28: Utilização de símbolo tipo “bicicleta” na marcação de interseção.....	137
Figura 6.29: Tipo de marcação de interseção (1).....	137
Figura 6.30: Tipo de marcação de interseção (2).....	137
Figura 6.31: Tipo de marcação de interseção (3).....	138
Figura 6.32: Cruzamento cicloviário elevado e com pavimento diferenciado.....	140
Figura 6.33: Esquemático de cruzamento cicloviário elevado, com pavimento diferenciado.....	140
Figura 6.34: Cruzamento de via secundária com ciclovia recuada.....	141
Figura 6.35: Ilha de refúgio em cruzamento.....	142
Figura 6.36: Faixa na pista de tráfego compartilhado na área de ilha de refúgio.....	142

Figura 6.37: Esquemático de ilha de refúgio com ciclista na diagonal.	143
Figura 6.38: Apoio para condutor de bicicleta.	144
Figura 6.39: Esquemático de acidentes em entrada de via arterial.	145
Figura 6.40: Esquemático de interseção em entrada de via expressa.	145
Figura 6.41: Esquemático de interseção em via de saída de via arterial.	147
Figura 6.42: Esquemático de detalhe de interseção em saída de via expressa.	148
Figura 6.43: Cruzamento rodoferroviário.	149
Figura 6.44:- Deslocamento lateral imposto por uma rotatória.	151
Figura 6.45:- Principais tipos de acidentes envolvendo bicicletas em rotatórias.	154
Figura 6.46:- Rotatória com tráfego compartilhado.	155
Figura 6.47:- Rotatória com ciclofaixa adjacente.	157
Figura 6.48:- Rotatória com ciclovia separada, com preferência para ciclistas.	159
Figura 6.49: Rotatória nos Países Baixos.	160
Figura 6.50: Rotatória com ciclovia separada, sem preferência para ciclistas.	161
Figura 6.51: Área de transposição (1).	168
Figura 6.52: Área de transposição (2).	168
Figura 6.53: Caminhão sobre área de transposição.	168
Figura 6.54: Rotatórias, Convencional e “Continental”.	169
Figura 6.55: Orientação de sinalização horizontal de ciclofaixa após interseção.	172
Figura 6.56: Orientação de sinalização horizontal de ciclofaixa após interseção.	173
Figura 7.1: Ciclovia com pavimento asfáltico.	177
Figura 7.2: Junta longitudinal localizada na área de tráfego de bicicletas.	178
Figura 7.3: Pavimento com blocos de concreto.	179
Figura 7.4: Faixa sonorizadora longitudinal.	181
Figura 7.5: Drenagem inadequada.	182
Figura 7.6: Esquemático de grelhas.	183
Figura 7.7: Substituição de grelha por boca-de-lobo.	184
Figura 7.8: Grelha comum em cidades brasileiras.	184
Figura 7.9: Grelha de largura maior do que a sarjeta.	185
Figura 7.10: Grelha com redução de guia.	186
Figura 7.11: Esquemático de passarelas.	188
Figura 7.12: Túnel para ciclistas e pedestres.	189
Figura 7.13: Esquemático de túneis.	190
Figura 7.14: Túnel em arco.	191

Figura 7.15 : Esquemático de iluminação horizontal e vertical.....	192
Figura 7.16: Iluminação em interseção.	194
Figura 7.17: Grupo de sinais de advertência – travessia e presença de ciclistas. ..	195
Figura 7.18: Sinais de regulamentação de tráfego de bicicletas (1).....	197
Figura 7.19: Sinais de regulamentação de tráfego de bicicletas (2).....	197
Figura 7.20: Túnel com sinalização de presença de ciclistas.....	199
Figura 7.21: Sinais de advertência para presença de ciclista em túnel.....	199
Figura 7.22: Sinais avisando e explicando nova sinalização.....	200
Figura 7.23: Sinal advertindo para o tráfego compartilhado.....	201
Figura 7.24: Sinal advertindo que o ciclista pode trafegar no centro da faixa.	201
Figura 7.25: Sinal indicando tráfego de bicicleta no sentido contrário ao dos veículos motorizados.....	202
Figura 7.26: Sinal orientando os motoristas em manobra de conversão à esquerda a darem a preferência aos ciclistas trafegando no sentido contrário.	202
Figura 7.27: Sinal alertando passageiros de automóveis para o tráfego de bicicletas.	203
Figura 7.28: Estacionamento tipo suporte (“U” invertido).	204
Figura 7.29: Suporte de apoio de roda dianteira.	205
Figura 7.30: Trava tipo U (<i>U-lock</i>).	206
Figura 7.31: Esquemático de um suporte tipo “U” invertido.	207
Figura 7.32: Suporte tipo “A”.	207
Figura 7.33: Estacionamento tipo suporte.....	208
Figura 7.34: Suportes de várias formas.	209
Figura 7.35: Esquemático suporte de parede.....	210
Figura 7.36: Esquemático de estacionamento de parede.	210
Figura 7.37: Cobertura para o banco da bicicleta.....	211
Figura 7.38: Estacionamento de bicicletas sob marquises.....	212
Figura 7.39: Compartimento de bicicleta.....	212
Figura 7.40: Estacionamentos automatizados.....	213
Figura 7.41: Estacionamento alinhado longitudinalmente com mobiliário urbano. ...	215
Figura 7.42: Sugestão de disposição das bicicletas em estacionamento tipo suporte.	216
Figura 8.1: Esquemático de rampa com sulco, junto à escada.	219
Figura 8.2: Rampa com sulco junto à parede.....	219

Figura 8.3: Esquemático com dimensões de rampa com sulco junto à parede.....	220
Figura 8.4: Rampa com sulco para bicicletas e carros de bebê e similares.	220
Figura 8.5: Suporte de bicicletas, na parte frontal de ônibus.	221
Figura 8.6: Ônibus para embarque de bicicletas.	222
Figura 8.7: Interior de um vagão de trem	223
Figura 8.8: Bicicletas acomodadas em áreas e suportes específicos de um vagão de trem.....	224
Figura 8.9: Detalhe da área de acomodação de bicicleta.	224
Figura 8.10: Vagões específicos para embarque de bicicletas.	225
Figura 8.11: Acomodação de várias bicicletas em um mesmo vagão de trem.....	225
Figura 9.1: Entulho no caminho de um condutor de bicicleta.....	228
Figura 9.2: Terra arrastada pelo tráfego de veículos saindo de lote em construção	229
Figura 9.3: Areia arrastada de via não pavimentada.....	230
Figura 9.4: Esquemático de pavimentação de trecho numa via de entrada.....	231
Figura 9.5: Esquemático Recapeamento.	232
Figura 9.6: Recapeamento inadequado.	232
Figura 9.7: Grelha desnivelada	233
Figura 9.8: Placa metálica	234
Figura 9.9: “Cobra amarela”	235
Figura 9.10: Esquemático posicionamento ciclista em obras - 1.....	235
Figura 9.11: Esquemático posicionamento ciclista em obras - 2.....	236
Figura 9.12: Esquemático posicionamento ciclista em obras - 3.....	236
Figura 9.13: Esquemático posicionamento ciclista em obras - 4.....	237
Figura 9.14: Limpeza realizada por pessoa conduzindo bicicleta	238
Figura 9.15: Verificação de excesso de desnível.	238
Figura 9.16: Trincas longitudinais.....	239

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Estimativa da segmentação do mercado de bicicletas para 2004.....	24
Quadro 2.2: Médias de consumo de poluentes respirados por usuários de bicicleta e automóvel.....	28
Quadro 4.1: Valores de raio de curvatura mínimo, de acordo com o tipo de superfície, para superelevação de 2% e inclinação do ciclista de 20°.	56
Quadro 5.1: Sugestões de valores de larguras para ciclofaixa e acostamento pavimentado.....	80
Quadro 5.2: Sugestões de larguras de ciclovias.	91
Quadro 5.3: Sugestão de larguras para ciclovias em função do fluxo de bicicletas.	91
Quadro 6.1 - Número médio de feridos por rotatória por ano para três tipos de estruturas cicloviárias, de acordo com o modo de transporte (bicicleta, ciclomotor e carro)	157
Quadro 7.1: Iluminação de espaços de circulação da bicicleta.	193

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Estimativa da frota de bicicletas (2004).....	23
Tabela 2.2: Estimativa de consumo mundial de bicicletas em 2002.	24
Tabela 6.1 - Redução de acidentes e feridos de acordo com o modo de transporte.	152
Tabela 6.2 - Tipos de acidentes envolvendo bicicleta numa amostra de 84 rotatórias de 4 alças.....	153
Tabela 6.3 - Redução de número de feridos de acordo com o tipo de regra de preferência anteriormente utilizada na interseção.....	164
Tabela 6.4 - Redução de feridos de acordo com o tipo de estrutura cicloviária existente antes e depois da conversão em rotatória.	165
Tabela 6.5 - Redução de acidentes com feridos em rotatórias de 50 km/h x 50 km/h (intervalo de confiança 0,95).....	166

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivo.....	21
1.2 Metodologia	21
1.3 Estrutura da dissertação	21
2 CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE CICLOVIÁRIO	23
2.1 Uso da bicicleta como modo de transporte em cidades brasileiras	23
2.2 Características do uso da bicicleta como meio de transporte urbano.....	26
2.3 Fatores que influenciam a decisão de usar a bicicleta como modo de transporte.....	31
2.4 Planejamento urbano e o uso da bicicleta	32
3 ACIDENTES.....	36
3.1 Registro de acidentes	36
3.2 Informações sobre acidentes.....	40
3.3 Comportamento	48
4 PARÂMETROS DE PROJETO	51
4.1 Tipos de veículos.....	51
4.2 A bicicleta	52
4.3 O condutor de bicicleta	53
4.4 O ciclista e a bicicleta em movimento.....	53
4.5 Alinhamento horizontal	56
4.6 Distância visual.....	57
4.7 Inclinação.....	58
5 ORGANIZAÇÃO GERAL DO ESPAÇO DE CIRCULAÇÃO DA BICICLETA.....	59
5.1 Gráficos de escolha de organização de espaço de circulação de bicicleta	61
5.2 Vias de uso compartilhado.....	67
5.3 Ciclofaixas	75
5.4 Ciclofaixas não obrigatórias.....	87

5.5 Ciclovias	90
5.6 O espaço de circulação da bicicleta e o estacionamento na via.....	96
5.7 O espaço de circulação das bicicletas e dos ônibus.....	105
6 INTERSEÇÕES.....	115
6.1 Área de aproximação de interseção	116
6.2 Área de parada	124
6.3 Área de interseção.....	133
6.3.1 Rotatórias.....	150
6.4 Área de afastamento de interseção	172
7 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS.....	175
7.1 Estrutura de pavimento, superfície e drenagem	175
7.1.1 Estrutura de pavimento	175
7.1.2 Superfície do pavimento.....	177
7.1.3 Drenagem	181
7.2 Passagens superiores e subterrâneas.....	186
7.2.1 Viadutos e pontes.....	187
7.2.2 Passarelas	187
7.2.3 Túneis	189
7.3 Iluminação	191
7.4 Sinalização vertical	194
7.5 Estacionamento de bicicleta	203
7.5.1 Tipos de equipamentos	204
7.5.2 Localização e disposição	213
7.5.3 Capacidade	216
8 INTEGRAÇÃO COM TRANSPORTE COLETIVO.....	218
8.1 Acesso a terminais	218
8.2 Acesso a veículos.....	221
9 MANUTENÇÃO	227
10 POLÍTICAS DE INCENTIVO	241

10.1 Políticas de melhoria das condições do uso da bicicleta.....	241
10.2 Políticas de redução/restrição de uso do automóvel	244
10.3 Políticas mistas.....	245
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS	246
12 REFERÊNCIAS.....	248
APÊNDICE - LEGISLAÇÃO	258

1 INTRODUÇÃO

A organização espacial das cidades brasileiras e dos seus sistemas de transporte tem provocado, entre outros problemas, uma distribuição desigual da acessibilidade.

Esse desequilíbrio é marcado pelo fato que as pessoas que utilizam os modos motorizados particulares são as que têm recebido os maiores benefícios, enquanto que as mais prejudicadas são as que se valem dos meios não motorizados.

De acordo com Santos (1979), as formas das cidades têm sido criadas, em geral, em prol do capital. As formas e funções das cidades brasileiras servem cada vez menos às necessidades da maioria da população, dificultando cada vez mais as relações mais orgânicas, mais simples dessas pessoas, fazendo com que elas tenham que abdicar do seu ritmo mais lento, o ritmo do ser humano, para se adaptar a ritmos mais velozes, o ritmo das máquinas, da tecnologia, do meio técnico-científico-informacional que ignora os indivíduos enquanto seres humanos.

A priorização da fluidez tem vindo acompanhada da decisão de não dar as condições adequadas à população que, por opção ou imposição, não utiliza o transporte veloz, o motorizado. As pessoas que utilizam os modos de transporte não motorizados são algumas das que, utilizando a expressão cunhada por Lefebvre (1991), têm muito do seu “direito à cidade” alienado.

Segundo Vasconcellos (2001, p. 12), as metodologias disponíveis de análise de problemas e de definição de políticas de transportes têm sido utilizadas para reproduzir desigualdades fazendo com que o desenvolvimento urbano seja realizado de maneira ambientalmente ineficiente e socialmente excludente.

Santos (1979), discorre sobre como os países periféricos, aqueles que não fazem parte do centro das decisões mundiais, seguiram durante anos o mito do desenvolvimento, a teoria de que não seriam países explorados, mas sim países em desenvolvimento, apenas num estágio mais atrasado, mas que se seguissem a mesma direção dos ditos desenvolvidos, chegariam a atingir o mesmo estágio.

A priorização aos automóveis é um exemplo claro de cópia de um modelo que não leva em consideração as necessidades e especificidades dos países como

o Brasil. Jacobs (2001) critica esse modelo de desenvolvimento urbano mostrando os problemas das cidades norte-americanas, causados entre outros motivos, pelo planejamento urbano baseado no paradigma do automóvel.

A organização das cidades, assim como de seus sistemas de transportes, deve priorizar as pessoas e não os veículos, fazendo com que a distribuição de benefícios seja mais equitativa. Portanto é importante que as pessoas que utilizam o transporte não motorizado não sejam tratadas como cidadãos de uma classe inferior, na medida que lhes sejam dadas condições para que possam se transportar adequadamente.

O trabalho da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) de 2004 apresenta estimativas da quantidade de viagens realizadas em 2003 nos municípios de mais de 60 mil habitantes¹. Segundo o trabalho da ANTP (2004) o universo da pesquisa engloba 108 milhões de habitantes, aproximadamente 61% da população brasileira.

“No total, foram realizadas 43 bilhões viagens no ano – o que corresponde aproximadamente a 144 milhões de viagens por dia” (Associação Nacional de Transportes Públicos, 2004, p. 133).

[...] a maior parte das viagens é feita pelo modo a pé (35%), seguido pelo modo “transporte público” (32%) e pelo modo automóvel (28%). A motocicleta serve 2% das viagens e a bicicleta 3%. Dentro do transporte público, os ônibus são responsáveis por 90% dos deslocamentos e os sistemas metro-ferroviários por 10% (Associação Nacional de Transportes Públicos, 2004, p. 133).

De acordo com esses dados a estimativa de viagens a pé realizadas em 2003 nos municípios com mais de 60 mil habitantes, por dia, foi de aproximadamente 50 milhões e através da bicicleta de aproximadamente 4 milhões.

Estimativas de viagens diárias da ordem de 4 milhões apresentam fortes indícios de que exista um grande número de pessoas utilizando a bicicleta como modo de transporte. Ou seja, apresentam indícios de que considerar as necessidades do transporte através da bicicleta é, antes de tudo, atender a uma demanda real de necessidades.

¹ Foi considerada a população estimada pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE) em julho de 2003.

Além disso, adequar as cidades às necessidades do transporte ciclovitário pode permitir que parte do grande número de viagens realizadas a pé passe a ser realizada através da bicicleta.

O autor desta dissertação tem interesse especial nas possibilidades que a bicicleta têm para oferecer às pessoas que, devido à baixa renda, têm dificuldades de transporte. Longe de querer apenas “[...] oferecer mobilidade em troca da permanência como excluído” (SILVA; MORAIS e SANTOS, 2004), ou de oficializar a precarização do transporte, entende-se que o planejamento ciclovitário, realizado com responsabilidade, pode trazer benefícios a toda sociedade, em especial aos indivíduos de baixa renda.

De acordo com Gomide (2003):

A população de baixa renda (até três salários mínimos) realiza cerca de 60% de seus deslocamentos a pé, enquanto que pessoas com renda familiar acima de vinte salários mínimos realizam mais de 80% de seus deslocamentos por meios motorizados. Entre os motivos pelos quais os mais pobres viajam a pé prevalecem a falta de dinheiro para pagar as tarifas, as baixas frequências e a não disponibilidade de serviço onde moram.

Segundo Kranton (1991), moradia, emprego (e mesmo a procura por emprego) são influenciados pelas características do transporte, sendo especialmente importante para os indivíduos de mais baixa renda. Esses indivíduos podem decidir morar mais próximo do local de trabalho, mesmo que em condições piores, para diminuir gastos com transporte. Opções de emprego são restringidas pelo custo de deslocar-se do local de moradia para o local de trabalho e pela limitação da rede de contatos pessoais - o grupo de pessoas com quem esses indivíduos interagem socialmente e de quem obtêm informações/ indicações de trabalho, em alguns casos a única forma de obter emprego. A procura por emprego é afetada inicialmente pela pura restrição da área de busca, decorrentes dos gastos para se locomover, pela dificuldade de se encontrar com os seus contatos pessoais e no caso de alguns empregos informais, onde os trabalhadores são empregados por dia, a procura simplesmente não ocorre pelo fato da expectativa de ganhos ser menor do que os gastos com a procura; em alguns casos as pessoas não podem se arriscar a realizar gastos com transporte que podem resultar em uma busca vã.

A reportagem de Miranda, na revista IstoÉ, de 21/11/2002 declara que 25% das pessoas que vivem nas praças e ruas da cidade do Rio de Janeiro têm

casa ou lugar para dormir. O artigo usa o termo “desabrigados com teto” - pessoas que não voltam para casa após o trabalho devido ao custo de se transportar, moram na rua durante a semana e nos fins-de-semana voltam para suas casas na periferia.

O trabalho do Instituto de Desenvolvimento e Informação em Transporte (ITRANS) (2004) cita o trabalho da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU-PR) (2002), realizado em dez metrópoles brasileiras, que revela que aproximadamente apenas 27% dos usuários de transporte coletivo pertencem às classes D e E (segundo o Critério Brasil), apesar de representarem cerca de 45% da população urbana brasileira e, de um modo geral, não possuem condução própria. O trabalho do ITRANS indica que uma possível causa é a baixa mobilidade desses indivíduos.

A bicicleta, por suas características, poderia se tornar uma alternativa para parte dessa população de baixa renda que enfrenta sérios problemas relacionados ao transporte. No entanto, para que a bicicleta possa melhorar as condições de transporte dessas pessoas, é necessário que o planejamento cicloviário dê condições efetivas para que seu uso ocorra de forma adequada.

A aplicação de políticas de incentivo poderia fazer com que o custo mais significativo da bicicleta, que é o de aquisição, não tivesse que ser pago integralmente pela população de baixa renda, ou ainda, que fosse objeto de políticas de financiamento especiais.

À parte do interesse pessoal do autor desta dissertação numa determinada parte da população, continua existindo o problema de que não considerar as características de um determinado tipo de transporte significa não considerar as necessidades das pessoas que dele se utilizam.

As informações a respeito do uso da bicicleta como modo de transporte estão num estágio de desenvolvimento muito inferior ao das informações a respeito dos modos de transporte motorizado. Enquanto houver esse tipo de desequilíbrio, não haverá equidade nas áreas da sociedade que estejam relacionados aos transportes.

1.1 Objetivo

O objetivo da pesquisa é fornecer dados gerais e fundamentos para compreensão das características do transporte cicloviário urbano, assim como das formas de organizar o espaço de circulação da bicicleta. Buscando, através da avaliação de variadas formas de organizar esse espaço, expor as que apresentaram melhores resultados ou melhores potenciais de resultados favoráveis e que tenham características gerais o suficiente para se adequarem a um grande número de localidades urbanas brasileiras.

1.2 Metodologia

As informações apresentadas nesta dissertação foram obtidas basicamente através de pesquisa e revisão bibliográfica de livros, periódicos, manuais, artigos, anais de congressos e similares, incluindo material disponibilizado na *internet*. Informações adicionais foram eventualmente obtidas através da participação de congressos, grupos de trabalho, discussões de projetos, cursos, oficinas, etc. Algumas das propostas sugeridas pelo autor desta dissertação foram baseadas no trabalho realizado durante a pesquisa em conjunto com a experiência pessoal deste na utilização da bicicleta como modo de transporte.

1.3 Estrutura da dissertação

Esta dissertação foi estruturada em onze capítulos, incluindo este capítulo introdutório.

O capítulo 2 traça um panorama das características gerais do transporte cicloviário, iniciando pela apresentação de alguns dados relacionados à bicicleta no Brasil, passando pelas características do uso da bicicleta como modo de transporte urbano, por uma discussão sobre os fatores que influenciam essa forma de utilização da bicicleta, finalizando com uma breve discussão sobre planejamento urbano e o uso da bicicleta.

O capítulo 3 trata dos acidentes envolvendo condutores de bicicleta. Discute alguns modos de obtenção de dados sobre esses acidentes. Apresenta também algumas informações obtidas através desses dados.

O capítulo 4 apresenta algumas características a serem consideradas no projeto de espaços de circulação da bicicleta, como o tipo de bicicleta, sua manobrabilidade, suas dimensões, a inclinação da via, os raios das curvas, entre outros.

O capítulo 5 trata da organização geral do espaço de circulação da bicicleta onde diversas formas de organizar o espaço ciclovitário são discutidas com mais detalhes.

No capítulo 6 são apresentadas propostas específicas para áreas de interseção de vias.

O capítulo 7 aborda aspectos construtivos do espaço de circulação de bicicletas. Abrange aspectos relacionados a estrutura de pavimento, superfície e drenagem, passagens superiores e subterrâneas, iluminação, sinalização vertical e estacionamentos para bicicletas.

O capítulo 8 trata da integração entre a bicicleta e os transportes coletivos.

No capítulo 9 é discutida a questão da manutenção das vias de tráfego de bicicletas.

O capítulo 10 apresenta algumas propostas de políticas de incentivo ao uso da bicicleta como modo de transporte.

No capítulo 11 são feitas algumas considerações finais sobre o trabalho desenvolvido assim como algumas sugestões de estudos a serem realizados.

Em seguida são apresentadas as referências e um apêndice onde é descrito como o transporte ciclovitário está representado na legislação brasileira.

2 CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE CICLOVIÁRIO

O objetivo desse capítulo é traçar as características gerais do transporte cicloviário, iniciando pela apresentação de alguns dados relacionados à bicicleta no Brasil, discutindo, em seguida, as características do uso da bicicleta como modo de transporte e dos fatores que influenciam o uso da bicicleta como modo de transporte urbano. Para finalizar o capítulo, uma breve discussão sobre planejamento urbano, o paradigma do automóvel e o uso da bicicleta.

2.1 Uso da bicicleta como modo de transporte em cidades brasileiras

Segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicycletas e Similares (ABRACICLO), a frota estimada de bicicletas no Brasil, em 2004, era de aproximadamente 60 milhões de unidades, sendo que destas, 53% eram modelos para transporte. A Tabela 2.1 apresenta as estimativas da distribuição da frota de bicicletas no Brasil em 2004, por regiões.

Tabela 2.1: Estimativa da frota de bicicletas (2004)

Região	Distribuição	Frota Estimada
Sudeste	44%	26.400.000
Nordeste	26%	15.600.000
Sul	14%	8.400.000
Centro-oeste	8%	4.800.000
Norte	8%	4.800.000
TOTAL	100,0 %	60.000.000

Fonte: ABRACICLO

A tabela 2.2 apresenta, de acordo com a ABRACICLO, a estimativa do consumo mundial de bicicletas, em 2002. O consumo do Brasil representou aproximadamente 4% do consumo mundial de bicicletas, com 5 milhões de bicicletas, mais que a Alemanha (4,6 milhões), país de forte tradição no uso da bicicleta como transporte.

Tabela 2.2: Estimativa de consumo mundial de bicicletas em 2002.

País	Consumo	
	Unidades (milhões)	Participação (%)
China	35,0	29,2
Estados Unidos	19,7	16,4
Japão	11,0	9,2
Índia	10,0	8,3
Brasil	5,0	4,2
Alemanha	4,6	3,8
França	3,0	2,5
Inglaterra	2,4	2,0
Itália	1,4	1,2
Holanda	1,3	1,2
Outros	26,6	22,1
Total	120,0	100

Fonte: ABRACICLO a partir de dados de Bike Europe, Bicycle Retailer and Industry News (BRAIN) e National Bicycle Dealer Association (NBDA).

O quadro 2.1 apresenta a estimativa da segmentação do mercado brasileiro de bicicletas para o ano de 2004.

Quadro 2.1: Estimativa da segmentação do mercado de bicicletas para 2004.

Tipo	Participação
Transporte	53%
Infantil	29%
Lazer	17%
Esporte	1%

Fonte: ABRACICLO

Apesar dessas estimativas indicarem grande número de bicicletas no Brasil, não existem muitos trabalhos avaliando o transporte cicloviário. Um deles apresenta os resultados de uma pesquisa realizada em 60 municípios brasileiros

(GEIPOT, 2001a). Algumas das conclusões apresentadas nesse trabalho indicam claramente que grande parte dos municípios da pesquisa não possui plano ou qualquer tipo de estudo para inserção da bicicleta nas suas políticas de transporte - vários destes sequer analisam os dados sobre acidentes de trânsito envolvendo bicicletas e outros nem mesmo coletam esse tipo de dados. Vários dos que desenvolveram algum tipo de projeto não possuem planejamento ciclovitário permanente, indicando a propensão às ações imediatas em detrimento de ações planejadas e avaliadas cuidadosamente. Uma outra conclusão importante é a de que parte das autoridades locais mostrou desconhecimento da precedência da circulação de bicicleta sobre os demais veículos automotores nas vias públicas onde não há infra-estrutura exclusiva à sua circulação. As informações desse trabalho serviram de base para uma edição revisada e ampliada, em 2001, do original de 1976, reeditado em 1980, do “Manual de Planejamento Ciclovitário” (GEIPOT, 2001b). Segundo esse trabalho, “[...] a bicicleta é o veículo individual mais utilizado nos pequenos centros urbanos do país (cidades com menos de 50 mil habitantes), que representam, em número, mais de 90% do total de cidades brasileiras” (p.5).

A bicicleta possui definição própria, sendo considerada como veículo pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB), no artigo 96. “BICICLETA - veículo de propulsão humana, dotado de duas rodas, não sendo, para efeito deste Código, similar à motocicleta, motoneta e ciclomotor” (BRASIL, 1997). No entanto, a bicicleta no Brasil ainda está muito relacionada ao uso para lazer e esporte, criando uma associação de que ela apenas pode ser utilizada nas vias em eventos desse tipo ou em fins-de-semana.

De acordo com o Instituto de Desenvolvimento e Informação em Transporte (2004, p.14), na Região Metropolitana de Recife (RMR), “[...] em média, 40% das famílias de baixa renda possuem ao menos uma bicicleta. Na RMR, o uso da bicicleta é relativamente intenso, de tal forma que 21,4% das viagens/dia são feitas por esse meio de transporte”.

A seguir alguns dados sobre infra-estrutura, de acordo com Instituto de Desenvolvimento e Informação em Transporte (2004):

- Oferta de ciclovias

Foram reportados 426 km de ciclovias, por 45 cidades, o que é um valor extremamente reduzido para as dimensões do sistema viário urbano (cerca de 280

mil km de vias para todas as cidades com mais de 60 mil habitantes).

- Oferta de ciclofaixas.

Em relação às ciclofaixas, foram reportados, apenas 85 quilômetros, distribuídos em 10 municípios.

- Vagas em estacionamento público - bicicletário.

Foram reportadas, 4.770 vagas em bicicletários públicos, em 23 municípios. 30% dos municípios têm menos de 50 vagas e 26% têm mais de 150 vagas.

- Vagas em estacionamento público - paraciclos.

Foram reportadas, cerca de 3.000 vagas em paraciclos, em 11 municípios.

2.2 Características do uso da bicicleta como meio de transporte urbano

A bicicleta como modo de transporte urbano apresenta uma série de características que podem beneficiar não apenas os seus condutores, mas a população como um todo. Segue uma listagem de suas características.

Custo de aquisição e manutenção: O principal custo é o de aquisição, que pode ser diminuído através de políticas de incentivo governamentais. A definição se o custo de aquisição é alto ou baixo depende de vários fatores, entre eles, a renda, mas comparando com os custos de outros veículos a bicicleta possui um dos valores mais baixos, sendo talvez maior apenas que outros “veículos” não motorizados mais simples como *skate* e patins (que não estão enquadrados nas definições do Código de Trânsito Brasileiro para veículos) – quando comparado a estes, a bicicleta apresenta uma área de abrangência, em média, maior.

Eficiência energética: segundo Illich (1974), em terreno plano, o ciclista é três ou quatro vezes mais veloz que um pedestre, gastando no total cinco vezes menos calorias por quilômetro que este e que consome nessa distância apenas 0,15 calorias. Declara também que o ser humano utilizando a bicicleta possui rendimento melhor do que qualquer máquina ou animal.

Segundo GEIPOT (2001b), o ciclista consome cinquenta vezes menos energia que um automóvel pequeno.

Outra vantagem seria a fonte de energia externa ser renovável, visto que a bicicleta é um veículo movido à propulsão humana, que tem como fonte de energia os alimentos.

Perturbação ambiental: durante a utilização da bicicleta a poluição sonora causada é extremamente inferior à causada pelos veículos motorizados. A poluição do ar se resume à respiração do condutor. Quanto à liberação de outros resíduos ela é quase nula quando comparada com a dos veículos motorizados, sendo constituída basicamente de resíduos do desgaste dos pneus com o solo, do desgaste das pastilhas de freio e da liberação de óleos e graxas das partes móveis. A alteração da paisagem devido aos ciclistas é também inferior à dos veículos motorizados.

Martens (2004) lembra que nos casos em que a bicicleta substitui viagens de carro curtas é que a redução da poluição do ar é mais significativa. Segundo esse autor, isso se dá pelo fato dos motores a combustão trabalharem com rendimento menor abaixo das temperaturas ótimas, que são atingidas após um certo tempo de funcionamento do motor.

Segundo Ojajärvi, (1992) apud GEIOPT (2001b), a fabricação de uma bicicleta requer o equivalente à 1/70 dos recursos naturais necessários à produção de um automóvel.

Contribuição para saúde do usuário: segundo o trabalho da World Health Organization Regional Office for Europe (2000), um total de 30 minutos diários de uso de bicicleta, mesmo que dividido em intervalos de 10 ou 15 minutos, é suficiente para reduzir o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, diabetes e hipertensão, assim como auxiliar no controle de peso e de lipídios sanguíneos.

Utilizar a bicicleta é uma forma de conciliar atividade física e transporte, visto que algumas pessoas não possuem tempo livre para dedicar a atividades físicas.

Além disso a atividade física regular apresenta diversos benefícios psicológicos. Para algumas pessoas o bem estar adquirido pelo uso da bicicleta advém do fato de se constituir numa forma de transporte ativo, na medida que o indivíduo deixa de ser um elemento passivo, dependente de outros meios de propulsão que não o seu.

Rank, Folke e Jespersen (2001) realizaram um trabalho na cidade de Copenhagen, com resultados que indicaram que ciclistas desta cidade estavam menos expostos, em geral, à poluição do ar do que motoristas de automóveis.

O quadro 2.2 apresenta dados do trabalho de Van Wijnen et al. (1995), citado no trabalho da Comissão Européia (2000) sobre poluentes respirados por usuários de bicicleta e de automóvel. Verifica-se que as médias máximas de concentrações de poluentes respirados por ciclistas, em Amsterdam, foram menores do que as respiradas pelos usuários de automóveis, no mesmo trajeto, no mesmo momento. Isso já levando em conta o esforço do ciclista, que respira em média volumes de ar 2,3 vezes maiores que os motoristas. Além disso, segundo esse trabalho, o exercício físico reforça a capacidade de resistência aos efeitos da poluição.

Quadro 2.2: Médias de consumo de poluentes respirados por usuários de bicicleta e automóvel

Poluentes	bicicleta (μ/m^3)	automóvel (μ/m^3)
Monóxido de Carbono	2.670	6.730
Dióxido de Azoto	156	277
Benzeno	23	138
Tolueno	72	373
Xileno	46	193

Fonte: Van Wijnen (1995) citado em Comissão Européia (2000).

No estudo de Kingham et al. (1998) foi avaliado a exposição dos usuários de trem, carro, bicicleta e ônibus, num mesmo trajeto da Inglaterra, a poluentes relacionados ao tráfego como benzeno e partículas inaláveis. Os usuários de automóveis foram em geral expostos ao nível mais alto desses poluentes ou ao segundo nível mais alto. Os usuários de bicicleta foram expostos aos menores ou segundo menores níveis desses poluentes.

Equidade: por suas características de custo e área de abrangência, a bicicleta possibilita que grande parcela da população tenha mais autonomia no transporte. Pode fazer com que pessoas de baixa renda diminuam sua dependência dos transportes pagos. Aumenta as possibilidades de transporte para menores de

idade e pessoas sem habilitação para conduzir automóvel. De acordo com GEIPOT (2001b), 80% da população brasileira se encontraria em condições de utilizar a bicicleta.

Flexibilidade: a bicicleta apresenta alta flexibilidade e confiabilidade, possuindo maior liberdade de rotas. No caso de congestionamentos, o ciclista pode simplesmente desmontar da bicicleta e continuar a viagem empurrando seu veículo, com direitos e deveres de pedestre.

Utilização do espaço público: a bicicleta ocupa menos espaço que vários outros veículos, tanto durante movimentação quanto estacionada. Segundo Illich (1974) para que 40.000 pessoas possam atravessar uma ponte, em uma hora, a uma velocidade de 25km/h seria necessário que ela tivesse 138 metros de largura se os deslocamentos fossem realizados apenas por carros, 38 metros se fossem realizados através de ônibus, 20 metros a pé e apenas 10 m através de bicicleta.

Uma vaga de automóvel pode acomodar aproximadamente 10 bicicletas.

Velocidade: de acordo com GEIPOT (2001b) e Comissão Européia (2000), a bicicleta, em meio urbano, pode ser o veículo mais rápido para distâncias de até aproximadamente 5 km.

Interação social: A velocidade da bicicleta abre a possibilidade para uma maior interação entre os membros da vizinhança - a velocidade alta e o isolamento característicos dos modos motorizados dificulta esse tipo de relacionamento.

Impactos econômicos: o estudo de Sælensminde (2004), em três cidades norueguesas, apresenta análises de custo-benefício na implantação de medidas para aumentar a segurança e mobilidade de ciclistas e pedestres. Indicou que a relação benefício/custo variou entre 3 e 4 em duas cidades e foi de 14 em uma delas. Consta também, nesse trabalho, a declaração de que esses índices indicam que esses investimentos apresentam benefícios maiores que investimentos em qualquer outro tipo de transporte nessas cidades.

O trabalho de Buis e Wittink (2000) comenta a importância econômica do uso da bicicleta como meio de transporte, analisando os custos e benefícios de políticas cicloviárias. O trabalho de Servaas (2000) afirma que os transportes não motorizados podem ser usados países em desenvolvimento como estratégias para políticas de desenvolvimento.

Alguns autores declaram que o principal benefício econômico do aumento do uso da bicicleta está relacionado a não necessidade de expansão do viário em virtude da migração de usuários de veículos motorizados para o modo bicicleta, fazendo com a capacidade da via se mantenha por mais tempo.

Área de abrangência: uma das principais limitações da bicicleta é decorrente das capacidades físicas do usuário. As limitações de distância variam de 5 km a 12km, dependendo das condições do relevo, clima, infra-estrutura específica, etc.

Sensibilidade a aclives: aclives acentuados e topografia acidentada limitam o uso da bicicleta, contudo além do usuário poder desmontar da bicicleta e vencer os aclives empurrando a bicicleta, existe uma tendência dos não condutores de bicicleta darem maior importância a essa característica do que os condutores de bicicleta.

Exposição ao ambiente: a exposição aos rigores do clima também podem limitar o uso da bicicleta. No entanto, a comercialização de vestimentas adequadas e arborização de vias podem amenizar essas características. A falta de disponibilidade no mercado de vestimentas e de equipamentos em geral, adequados ao uso da bicicleta como meio de transporte é marcante no Brasil. A indústria brasileira possui plena capacidade de fabricar esses itens visto que não são de alta tecnologia e de grande complexidade fabril.

Vulnerabilidade: falta de segurança é um dos limitadores do uso da bicicleta como transporte. Planejamento urbano e planejamento das vias que levem em consideração o uso da bicicleta podem aumentar em muito a segurança dos ciclistas.

Estudo da British Medical Association (1992), citado em World Health Organization Regional Office for Europe (2000), declara que os benefícios no aumento da expectativa de vida ao optar-se por utilizar a bicicleta são 20 vezes maiores que os riscos de ferimentos decorrentes dessa escolha.

2.3 Fatores que influenciam a decisão de usar a bicicleta como modo de transporte

O trabalho de Pezzuto (2002), realizado na cidade de Araçatuba, com um grupo formado basicamente de adolescentes entre 14 e 17 anos, indica que de um modo geral os fatores que mais influenciam o uso da bicicleta como modo de transporte do grupo estudado estão relacionados aos aspectos conforto e segurança, às vantagens oferecidas pelos modos motorizados e a valores e preferências pessoais. O fator infra-estrutura específica apareceu como condição importante apenas entre os usuários de bicicleta.

De acordo com FHWA (2003) os fatores que influenciam a decisão de caminhar ou usar bicicleta como meio de transporte estão divididos nos seguintes grupos:

- considerações iniciais: percepções individuais, necessidades de transportar cargas (peso e/ou volume), levar filhos, etc.
- características da viagem: existência de vias projetadas/adaptadas para tráfego de bicicletas, poluição, velocidade dos carros, fatores ambientais.
- características dos destinos: existência de local seguro para trancar bicicleta, existência de instalações com vestiários, chuveiros e armários e a possibilidade de horário de trabalho flexível, para poder escolher horários em que as condições de tráfego sejam mais adequadas (por exemplo, sem volumes de tráfego muito altos e com luz natural).

Nelson e Allen (1997) e Dill e Carr (2003) apresentam dados de cidades dos Estados Unidos que mostram uma forte relação entre a existência de infraestrutura cicloviária e uso da bicicleta. No entanto os mesmos declaram que não foi possível definir se a criação de infra-estrutura originou um maior uso da bicicleta ou se o maior uso da bicicleta, por sua vez, definiu a criação da infra-estrutura.

Rietveld e Daniel (2004) concluem, através do modelo criado em seu trabalho, que políticas públicas de modo geral (não se limitando à criação de infraestrutura) influenciam a escolha da bicicleta como opção para viagens de até 7,5 km.

Os fatores que influenciam a decisão de usar a bicicleta diferem de acordo com os determinados grupos de pessoas, variando entre usuários freqüentes, usuários casuais e não usuários. (PEZZUTO, 2002).

Segundo FHWA (2003) existem vários tipos de usuários freqüentes - adultos com experiência no uso da bicicleta, adultos com pouca experiência, crianças e idosos.

Hiles (1996) critica a divisão baseada no nível de experiência dos condutores de bicicleta alegando que suas preferências e necessidades não são necessariamente decorrentes dessa característica. Esse autor afirma que suas preferências estão associadas ao nível de tolerância que as pessoas têm quanto às situações impostas pelo tráfego.

Independente da maneira como cada autor classifica as diferentes pessoas, é importante que suas necessidades e preferências sejam consideradas nas decisões do planejamento ciclovitário.

2.4 Planejamento urbano e o uso da bicicleta

As políticas de planejamento urbano e as políticas de transportes se inter-relacionam. A distribuição espacial dos locais de habitação, trabalho, comércio e lazer, entre outras atividades, determina as distâncias médias do transporte urbano, assim como a maneira como serão realizadas as viagens.

Altas densidades populacionais e uso diversificado do solo dão mais condições para que as distâncias das viagens sejam menores, conseqüentemente dando mais condições para que o transporte não motorizado possa ser utilizado.

FHWA (2003) critica o zoneamento de áreas de uso exclusivo residencial, de baixa densidade e com poucas interseções entre as ruas. Alega que não adotar o uso misto torna as viagens mais longas, especialmente as com destino a locais de comércio e de trabalho, estimulando dessa maneira o uso do automóvel. Lembra também que estruturas viárias com maior número de interseções permitem não somente um maior número de opções de rotas, como também fazem com que as distâncias a serem percorridas sejam menores, favorecendo as viagens a pé e de bicicleta.

Petersen (2004) comenta que o tipo tradicional de habitação urbana européia, formada por blocos de edifícios de até 6 andares apresenta algumas características que tornam o transporte não motorizado atraente. Para esse autor, como em geral esse tipo de edifício apresenta uma grande variedade de lojas no

piso térreo, o acesso a uma grande variedade de serviços se faz possível a distâncias de caminhadas ou de curtos trajetos em bicicleta. Para Petersen (2004), outra dessas características é o fato das entradas dos edifícios estarem localizadas junto às calçadas, tornando o acesso mais direto. Comenta também que o contato visual e sonoro mais próximo entre moradores e pedestres faz com que as caminhadas sejam mais agradáveis e seguras.

Segundo Petersen (2004) as diferentes decisões de como o espaço será utilizado para o transporte ocorrem também na medida em que as cidades destinam maior ou menor área para vias. Apresenta os exemplos comparativos de algumas cidades européias e norte americanas onde a parcela da área urbana destinada a ruas varia de 15 a 25%, enquanto que em algumas cidades chinesas essa parcela é de 5 a 7%. A figura 2.1 ilustra uma imagem da cidade estadunidense de Seattle, com grande parcela do solo destinado a atender as necessidades do transporte motorizado.

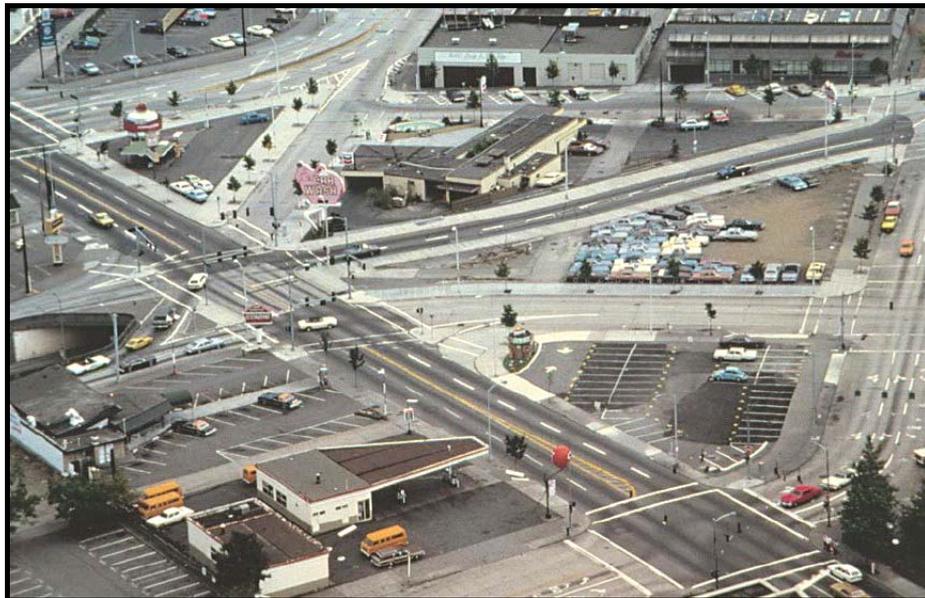


Figura 2.1: Espaço destinado a vias em Seattle, EUA.

Fonte: Petersen, 2004.

Os veículos motorizados demandam maior área para circulação, em especial os automóveis. A figura 2.2 ilustra, de acordo com Petersen (2004), o espaço necessário para acomodar um mesmo número de pessoas, em automóveis, ônibus e bicicletas.



Figura 2.2: Diferenças no espaço ocupado, de acordo com o tipo de veículo.

Fonte: Petersen, 2004.

Além do espaço para o tráfego, muitas cidades destinam uma parcela considerável das vias para o estacionamento de veículos motorizados. Essa decisão consome espaço, que poderia ser utilizado, por exemplo, para ciclofaixas, faixas exclusivas de ônibus, áreas verdes, entre outras possibilidades.

De acordo com Petersen (2004), em áreas urbanas muito densas, a capacidade das vias é ditada muito mais pelas restrições nas intersecções do que pelas dimensões das vias em si e que desse modo nem a capacidade nem o tempo médio das viagens seriam drasticamente afetados pela diminuição na largura das vias.

Como comentado acima, esse espaço poderia ser destinado a outras funções que não apenas o tráfego de veículos motorizados particulares.

O autor desta dissertação entende que há a necessidade de que o planejamento urbano e de transportes atenda mais igualmente as necessidades dos vários tipos de pessoas que habitam as cidades brasileiras.

FHWA (2003) expõe a idéia de moderação de tráfego dentro de um contexto de um maior equilíbrio entre os modos de transporte. Um dos conceitos utilizados é o de que com velocidades menores de veículos motorizados a segurança é aumentada – pedestres e ciclistas têm mais tempo para detectar e evitar veículos motorizados. De acordo com esse trabalho, a moderação de tráfego

passaria a mensagem aos motoristas de que eles não são os donos exclusivos das ruas, que os demais usuários do sistema viários possuem direitos iguais.

Um outro exemplo de desequilíbrio é o caso dos condutores de bicicleta de Surabaya (GTZ Transport and Mobility Group, 2003), que têm que viajar distâncias de 3,3 a 9,6 vezes mais longas que a distância em linha reta entre determinadas origens e destinos. O principal motivo são as vias de sentido de tráfego único, que são definidas para atender necessidades de automóveis.

3 ACIDENTES

A identificação da quantidade e das características dos acidentes envolvendo condutores de bicicletas é essencial ao planejamento ciclovitário, no entanto, a falta generalizada dessas informações é comum no Brasil. Segundo o trabalho de GEIPOT (2001a), grande parte dos municípios avaliados não analisa os dados sobre acidentes de trânsito envolvendo bicicletas e outros nem mesmo coletam esse tipo de dados.

Em relação ao tema segurança, FHWA (2003) apresenta uma crítica ao termo *accident* (acidente), porque segundo este trabalho, esse termo está muito relacionado à casualidade, a causas desconhecidas e à conotação de que nada pode ser feito para preveni-lo. Em contrapartida, segundo este trabalho, o termo *crash* (colisão) não está associado a um evento que ocorre ao acaso, mas a algo que faz parte de um padrão de acontecimentos recorrentes e que ocorrem devido a erros das partes envolvidas. Erros podem ser identificados e substancialmente reduzidos através de uma combinação de educação, desenvolvimento de habilidades, engenharia e medidas preventivas. O autor dessa dissertação, todavia não encontrou termos em português adequados para esses conceitos, mas independente disso, essa abordagem traz à tona a questão da responsabilidade de projetistas e administradores municipais sobre os acidentes (ou *crashes*); responsabilidade essa que ainda é pouco discutida no Brasil. Desse modo, nessa dissertação, o termo acidente será utilizado com sentido de acontecimento não casual.

3.1 Registro de acidentes

De acordo com as fontes de informações escolhidas assim como a maneira como os dados são avaliados, pode haver perda de informações importantes. As fontes de dados mais comumente utilizadas são provenientes de dois grupos, os relatórios policiais e de trânsito e os registros hospitalares. Em geral as fontes do primeiro grupo apresentam falta de informações sobre os ferimentos, enquanto que as fontes do segundo grupo em geral apresentam falta de informações a respeito das características do acidente. É importante lembrar que os

registros hospitalares, em geral, representam apenas os incidentes que necessitaram de atendimento imediato. As características de cada uma das fontes devem ser consideradas atentamente no momento da avaliação dos dados. A integração entre as diferentes fontes de dados pode resultar em informações mais precisas e conseqüentemente em avaliações mais adequadas a respeito das causas e resultados dos acidentes.

Andrade e Mello-Jorge (2001) estudaram 3.643 vítimas de acidentes de transporte terrestre ocorridos no período entre 1º de janeiro a 30 de junho de 1996, no Município de Londrina, no estado do Paraná. Utilizaram as seguintes fontes de dados: Declarações de Óbito (DO), Boletins de Ocorrência (BOs) elaborados pela Polícia Militar sobre os acidentes, fichas do Sistema Único de Saúde (SUS) de atendimento em prontos-socorros e fichas de Autorização de Internação Hospitalar (AIH) de todos os 6 hospitais gerais e do hospital ortopédico da cidade. Como fontes complementares de informação utilizaram a imprensa escrita, as Comunicações de Acidentes de Trabalho (CATs) e entrevistas com familiares ou vítimas, nos casos em que as fichas disponíveis não permitiram um detalhamento quanto às circunstâncias do acidente.

Esses autores analisaram a cobertura dos BOs, ou seja, baseando-se nos registros de vítimas das demais fontes, observou-se a presença ou ausência do respectivo Boletim de Ocorrência referente ao acidente. A cobertura dos ciclistas foi de 8,1%, ou seja, segundo estes autores, baseados nas demais fontes, 91,9% dos registros de acidentes envolvendo condutores de bicicleta não foram registrados em BOs da polícia.

“As maiores coberturas foram observadas para ocupantes de carro (71,6%) e de caminhonete (55,6%)” (ANDRADE e MELLO-JORGE, 2001, p.1452).

“Entre os distintos tipos de vítima, a maior cobertura foi atingida quando houve envolvimento de carro/caminhonete ou veículo de transporte pesado/ônibus” (ANDRADE e MELLO-JORGE, 2001, p.1452).

No caso dos ciclistas, a cobertura variou de 12,5%, (quando o acidente envolveu pedestre ou animal) até 50,0% (envolvimento com veículo de transporte pesado ou ônibus).

Segundo Andrade e Mello-Jorge (2001), nas fichas médicas de cinquenta ciclistas atendidos em pronto-socorro, constava na descrição do acidente apenas a palavra “atropelamento” - sendo então classificados como pedestres.

Estes autores informam que as declarações de óbitos deixaram de informar como acidentes de transporte cerca de 35% das mortes. Caso nenhuma investigação fosse realizada, os ciclistas não seriam representados entre os óbitos, apesar destes autores terem encontrado que 9,2% dos óbitos foram de condutores de bicicleta.

O trabalho de Barros et al. (2003), realizou estudo dos registros de acidentes de trânsito do município de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul. Atestam que não foram registrados em boletim de ocorrência da autoridade policial 39% dos acidentes avaliados, que só puderam ser identificados por meio de busca nos registros de atendimento do pronto-socorro municipal. Além de reforçar que os registros policiais não abrangem uma quantidade significativa dos acidentes de trânsito, o trabalho de Barros et al. (2003) alega que o sub-registro foi diferencial por tipo de acidente - apenas 47% dos atropelamentos de pedestre foram registrados, comparado com 67% dos atropelamentos de ciclista e 77% das colisões entre automotores. Afirmam também que a cobertura de registro variou de acordo com o horário do acidente - aqueles ocorridos durante o dia, das 6 às 17 horas, tiveram mais chance de serem registrados (72-78%) do que os ocorridos à noite (62-64%).

Dhillon et al. (2001) estudaram acidentes envolvendo veículos motorizados e pedestres e ciclistas entre 0 e 14 anos, na cidade de Long Beach, nos Estados Unidos da América. Afirmaram que foram encontrados 1015 relatórios policiais e 474 registros médicos, sendo 379 casos comuns aos dois tipos de fontes – 80% dos casos registrados em hospitais constavam do banco de dados da polícia, enquanto que apenas 37% dos casos registrados pela polícia constavam nos registros hospitalares.

Langley et al. (2003) estudaram os acidentes envolvendo ciclistas que necessitaram de internação hospitalar na Nova Zelândia, de 1995 a 1999, através da comparação entre os registros nacionais de hospitalizações e os relatórios de acidentes do órgão nacional responsável pelo trânsito. Verificaram que dos 2925 registros de hospitalizações provenientes de acidentes envolvendo ciclistas apenas 22% puderam ser relacionados a um relatório de acidente de trânsito. Entre os casos

de maiores riscos às vidas dos acidentados, apenas 40% constavam em relatórios de acidentes de trânsito e dentre os que necessitaram internação por mais de sete dias apenas 43%.

De acordo com Dhillon et al. (2001), nenhuma fonte individual consegue identificar todos os incidentes de interesse ou mesmo incluir todas as informações a respeito do evento. Estes autores aconselham que sejam utilizadas fontes múltiplas de identificação de eventos de modo a obter informações mais completas. Segundo estes autores, a utilização do método matemático denominado de método de captura e recaptura permite estimar o número de casos que nenhuma das fontes foi capaz de identificar, possibilitando uma estimativa de incidência provavelmente mais próxima da real que a simples combinação das fontes. Esta dissertação não avaliou a fundo o método matemático utilizado, mas o intuito de apresentar essas informações foi discutir a possibilidade da existência de métodos que estimem incidências de acidentes através da inclusão de dados que não foram capturados pelas fontes utilizadas.

Segundo Langley et al. (2003) vários acidentes envolvendo apenas ciclistas também não apresentaram relatórios de acidentes de trânsito, apesar de terem representado 39% das internações de mais de sete dias. Estes autores lembram que é vital que se colem dados sobre os acidentes envolvendo apenas ciclistas visto que as circunstâncias são diferentes das dos acidentes envolvendo ciclistas e motoristas ou apenas motoristas, assim como as medidas de prevenção a serem adotadas.

Além dos acidentes envolvendo apenas ciclistas, acidentes ocorridos em determinados locais também podem carecer de registro, como mostra o trabalho de Stutts e Hunter (1999). Os autores utilizaram dados de 8 hospitais de algumas regiões dos Estados Unidos da América, de 1995 a 1996, para avaliar os acidentes com condutores de bicicletas, que ocorreram sem envolvimento de veículos motorizados ou que não ocorreram na pista² (em calçadas, estacionamentos, etc). Os funcionários desses hospitais foram solicitados a realizar os registros desses acidentes de forma específica, ou seja, normalmente os procedimentos não exigem

² De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro corresponde a “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” (BRASIL, 1997).

que sejam incluídos detalhes sobre as condições dos acidentes envolvendo ciclistas. De acordo com estes autores, 43% dos condutores de bicicleta que tiveram que ser internados sofreram ferimentos em eventos que não envolveram um veículo motorizado ou que não ocorreram na pista. Para estes autores, é pouco provável que esses eventos foram contabilizados nos registros de acidentes de trânsito. Dentre os que foram atendidos e liberados (sem internação), estimam que 74% dos casos provavelmente não foram registrados como acidente de trânsito.

Segundo Stutts e Hunter (1999) 70% dos eventos registrados que resultaram em ciclistas feridos não envolveram um veículo motorizado.

Entre os acidentes envolvendo apenas condutores de bicicleta existe uma grande possibilidade de vários deles não constarem de registros policiais ou mesmo de registros médicos, pelo fato de não terem causado ferimentos ou por terem causado ferimentos leves e, portanto não necessitando de atendimento médico-hospitalar. Além disso, como é muito raro que as bicicletas estejam vinculadas a algum tipo de seguro material, os condutores destas simplesmente não se sentem impelidos a solicitar registro policial, diferente do que ocorre com os proprietários de veículos motorizados.

3.2 Informações sobre acidentes

Várias informações que serão apresentadas nessa dissertação podem ser oriundas de trabalhos em que a maneira como os dados foram coletados e avaliados resultou em sub-registro ou outro tipo de distorção. No entanto, foram incluídas por ter sido avaliado que, mesmo sob essa condição, apresentam indícios relevantes. Tratou-se de incluir a maior quantidade de informações possíveis acerca da maneira como foram coletados os dados. É importante, à luz desses conhecimentos, que os resultados desses trabalhos sejam avaliados cuidadosamente.

O trabalho de IPEA, ANTP (2004) apresenta a distribuição das vítimas por acidente de trânsito atendidas entre 23/07/2001 a 23/08/2001 no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, informando que 5,7% das vítimas eram condutores de bicicleta.

De acordo com a pesquisa realizada na aglomeração urbana de São Paulo por IPEA e ANTP (2003), a estimativa de valores médios amostrais para os

custos associados a acidentes de trânsito com pedestres e ciclistas, sem envolvimento de veículos motorizados, foi de R\$ 2.656,00 (em R\$ de abril de 2003) por acidentado. Os custos detectados referem-se apenas a custos hospitalares, de tratamento e de resgate.

Alguns trabalhos revisados apresentam informações sobre a **vulnerabilidade** dos condutores de bicicleta, assim como dos riscos em acidentes com veículos motorizados. (RODGERS, 1995; WATSON; CAMERON, 2006; NEWSTEAD, 2004; TRANSPORT FOR LONDON STREET MANAGEMENT, 2005; MAKI et al. 2003). Estes trabalhos parecem corroborar o senso comum de que os condutores de bicicleta são mais vulneráveis que os condutores de automóveis. Há indícios também de que os acidentes envolvendo veículos motorizados sejam os que apresentam maior perigo à integridade física dos ciclistas.

O trabalho de Transport for London Street Management (2005) apresenta dados de registros policiais sobre acidentes resultando em condutores de bicicletas feridos na Grande Londres durante o ano de 2003. De acordo com este trabalho, os condutores de bicicletas apresentaram a segunda maior taxa de feridos para cada 100 milhões de veículos quilômetros (depois dos condutores de veículos motorizados de duas rodas) – 536,6 para o total de feridos, 482,5 para ferimentos leves e 81,1 para vítimas fatais ou seriamente feridas. Segundo este trabalho, quando se compara com a taxa dos condutores de automóveis de passeio e táxis – 69,7 para o total de feridos, 63,1 para ferimentos leves e 6,6 para vítimas fatais ou seriamente feridas – a vulnerabilidade do modo de transporte bicicleta se torna ainda mais aparente. A estimativa é de que o uso da bicicleta foi responsável por 1,6% do total de veículos quilômetros viajados e 10% dos feridos.

No trabalho de Watson e Cameron (2006) foram avaliados 13.901 registros policiais australianos de ciclistas feridos em acidentes envolvendo um veículo motorizado. O risco de que esses acidentes resultassem em óbito ou ferimento grave foi de 27%. No trabalho de Newstead et al. (2004) foram avaliadas as mesmas regiões australianas e o risco análogo para motoristas de veículos motorizados leves em acidentes envolvendo apenas um veículo foi de aproximadamente 12% (33.690 registros de feridos avaliados). No caso de envolvimento de dois veículos motorizados leves, o risco para esses motoristas foi de 2,3% (33.548 registros avaliados).

Rodgers (1995), utilizando dados de centros nacionais de saúde e trânsito dos Estados Unidos da América (para o ano de 1991), informa que aproximadamente 90% das mortes de condutores de bicicletas envolveram acidentes com veículos motorizados.

O trabalho de Transport for London Street Management (2005) afirma que do total de acidentes com ferimentos sérios dos ciclistas, 68% envolveram um automóvel. Nos acidentes em que condutores de bicicletas se feriram, 97,6% dos feridos foram ciclistas, ou seja, apenas 2,4% dos feridos estavam em outro tipo de veículo.

O trabalho de Maki et al. (2003) analisou dados de registros policiais nacionais de acidentes no Japão, de 1995 a 1998. Segundo estes autores, no caso de ferimentos sérios envolvendo ciclistas, mais de 40% foram relacionados às pernas e aproximadamente 20% à cabeça - os ferimentos na cabeça foram os tipos que mais levaram os ciclistas à morte. Estes autores afirmam que o número de óbitos e ferimentos graves entre ciclistas variou substancialmente de acordo com o **tipo de veículo motorizado** envolvido, sendo a geometria da parte frontal fator determinante na gravidade dos ferimentos – a existência de capô, assim como a sua altura, estão fortemente relacionados com a gravidade dos ferimentos, em especial, os relacionados à cabeça. O número de óbitos entre ciclistas, de acordo com o tipo de veículo, apresentou a seguinte ordem crescente: veículos tipo *sedan*, veículos tipo *SUV* (caminhonetes e utilitários) com capôs mais altos e veículos tipo *van*, sem ou praticamente sem capô.

Para alguns autores, a **velocidade do veículo motorizado** envolvido em acidente com bicicleta está diretamente relacionada com a gravidade dos ferimentos do ciclista.

Stone e Broughton (2003) analisaram as incidências e as taxas de mortalidade de acidentes envolvendo condutores de bicicleta através de registros policiais da Grã-Bretanha de 1990-1999, num banco de dados de 30.000 relatórios de acidentes com ferimentos graves ou com óbitos. Estes autores afirmam que 3/4 dos acidentes fatais registrados ocorreram em vias de 48,3 km/h (30 mph), mas que a taxa de mortalidade aumenta marcadamente com o aumento da velocidade.

O trabalho de Kim et al. (2007) apresenta um modelo logit multinomial, que estima a influência de diversos fatores na gravidade dos ferimentos dos

condutores de bicicleta. O modelo se baseou em relatórios policiais de acidentes envolvendo uma bicicleta e um veículo motorizado entre 1997 e 2002 no estado da Carolina do Norte nos Estados Unidos da América. Estes autores afirmam que as estimativas do modelo indicaram que um dos fatores que aumenta significativamente a probabilidade de acidente resultando em óbito do condutor da bicicleta é a alta velocidade do veículo motorizado antes do impacto. A velocidade de 32,3 km/h (20mph) aparece nas estimativas como um limiar, e a partir dessa velocidade há um grande aumento da probabilidade de óbito. Segundo os autores, quando comparada com a probabilidade de óbito do ciclista quando envolvido em um acidente com um veículo motorizado a menos de 32,3 km/h (20mph) há um aumento estimado dessa probabilidade de 92,5% para velocidades entre 32,3 km/h e 48,3 km/h (20 e 30 mph), de 302,7% para velocidades entre 48,3 e 64,4 km/h (30 e 40 mph), de 1.159,1% para velocidades entre 64,4 e 80,5 km/h (40 e 50 mph) e de 1.503,9% para velocidades acima de 80,5 km/h (50 mph).

Segundo Leden, Garder e Pulkkinen (2000), o risco de óbito está fortemente relacionado à velocidade dos carros, enquanto que para **veículos pesados** a velocidade parece ter menos importância - se um ciclista for atingido por um caminhão ou ônibus o risco de óbito é alto em qualquer velocidade.

Kim et al. (2007) também afirmam que o seu modelo indicou que o óbito do condutor da bicicleta é mais provável de ocorrer quando envolvido em um acidente com um veículo motorizado do tipo caminhão pesado. **Outros fatores**, segundo estes autores, que aumentam significativamente essa probabilidade são motorista ou ciclista sob efeitos de agentes tóxico-inebriantes, ciclista com idade acima de 55 anos, efeitos climáticos adversos, colisão frontal e ausência de iluminação natural em conjunto com a falta de iluminação de rua.

Segundo Transport for London Street Management (2005), a maioria dos acidentes envolvendo ciclistas ocorreu com veículos de carga pesada.

Com relação ao **tipo de manobra**, vários trabalhos ressaltam os acidentes em que os veículos estavam em rotas paralelas e um dos veículos sai subitamente da calçada ou da garagem ou aqueles em que a abertura da porta do veículo é a causadora do acidente.

Transport for London Street Management (2005) apresenta quais foram os **tipos mais comuns de acidentes** que ocasionaram ferimentos sérios nos

condutores de bicicleta. O tipo mais comum (10%) envolveu a abertura da porta do outro veículo na trajetória do ciclista, resultando em colisão deste com a porta ou em um outro tipo de acidente decorrente da manobra do ciclista para evitar esse choque. Em 9% dos casos o ciclista saiu da calçada e em seguida entrou na trajetória do outro veículo. Em 9% dos casos o outro veículo entrou na trajetória do ciclista, vindo da esquerda deste e em 9% dos casos o outro veículo entrou na trajetória do ciclista, vindo da direita deste (ou seja, em 18% dos casos o outro veículo entrou na trajetória do ciclista).

De acordo com o trabalho de Maki et al. (2003), quanto à **direção e sentido do impacto**, 13,3% dos ciclistas que faleceram foram atingidos por veículos motorizados por trás, 20,8% pela frente e 66% pelos lados. Com relação aos ferimentos graves, 5,8% foram decorrentes por impactos na traseira, 36,7% por impactos na frente e 57,5% por impactos nas laterais.

Segundo Transport for London Street Management (2005), 79% dos ciclistas se feriram quando estavam seguindo em frente, ou seja, mantendo uma trajetória sem realizar conversões ou manobras que alterassem a sua direção. Este trabalho declara também que a causa mais relevante dos acidentes (14%) foi a inobservância à sinalização do tipo “pare” e “dê a preferência”, sendo que na maioria dos casos a infração não foi cometida pelo condutor da bicicleta.

Stone e Broughton (2003) informam que mais de 70% dos acidentes estudados ocorreram **em interseções** ou até 20 metros destas (sendo mais da metade dessas interseções do tipo bifurcação em “T”). Segundo Transport for London Street Management (2005), a maioria dos acidentes envolvendo ciclistas ocorreu em cruzamentos.

Segundo Watson e Cameron (2006), os tipos mais registrados de acidentes envolvendo um ciclista e um veículo motorizado ocorreram em cruzamentos quando estes iniciaram o evento vindo de direções diferentes (28,89%) e quando realizavam manobras do tipo retorno, entrada e saída de estacionamentos e movimentação de marcha a ré (27,96%).

O trabalho de Thornton, Johnston e Mcnevin (2000) avaliou os dados de 2851 acidentes envolvendo condutores de bicicleta, de 1994 a 1999, no estado australiano de Queensland - os dados são oriundos do departamento de polícia e do departamento de trânsito deste estado. Segundo estes autores 39% dos acidentes

envolvendo ciclistas ocorreram nas regiões intermediárias dos quarteirões e 32% ocorreram em interseções do tipo “T”. As interseções com cruzamentos de vias foi o local onde ocorreram 20% dos acidentes. Estes autores afirmam que dentre os acidentes ocorridos nas regiões intermediárias dos quarteirões, 13% foram causados por veículo motorizado saindo de garagem, 11% por ciclista mudando de faixa, 7% por falha do ciclista, 7% por motorista trafegando sem a devida atenção e 6% por abertura de porta de veículo motorizado.

O trabalho de FHWA (2003) apresenta um resumo das informações de FHWA (1996) acerca de acidentes envolvendo condutores de bicicleta e veículos motorizados nos Estados Unidos da América, no início da década de 1990.

Algumas delas são citadas a seguir:

a) interseções e acessos de garagens formam os locais onde três quartos (3/4) dos acidentes ocorreram;

b) acidentes com veículos motorizados resultaram em ferimentos graves ou óbitos de ciclistas em pouco mais de 18% dos casos;

c) aproximadamente dois terços (2/3) dos acidentes com ciclistas ocorreram nos horários correspondentes ao final da tarde e início da noite;

d) condutores de bicicletas foram considerados culpados em aproximadamente metade dos acidentes com veículos motorizados;

e) condutores de veículos motorizados foram considerados como os únicos responsáveis em 28% dos casos;

f) em 36% dos acidentes as rotas dos veículos eram paralelas;

g) em 57% dos acidentes as rotas dos veículos se cruzavam;

h) rotas se cruzando: motorista falhou em dar a preferência ao ciclista (21,7%); ciclista falhou em dar a preferência em uma interseção (16,8%); ciclista falhou em dar a preferência em locais outros que interseções (11,8%);

i) rotas paralelas: motorista entrou no caminho do ciclista (12,2%); motorista ultrapassou ciclista (8,6%); ciclista entrou no caminho do motorista (7,3%).

j) os seis tipos de acidentes acima citados (h, i) representaram mais de 80% de todos os acidentes entre bicicletas e veículos motorizados.

De acordo com as informações de National Highway Traffic Safety Administration (2006), nos Estados Unidos da América, em 2005, acidentes envolvendo ciclistas ocorreram mais freqüentemente em áreas urbanas (69%), em locais outros que interseções (70%) e entre as 17:00 e 21:00 horas (31%).

Os trabalhos acima mencionados não mostraram consenso sobre a existência de um local predominante de ocorrência de acidentes envolvendo bicicletas e veículos motorizados. Enquanto que alguns trabalhos mencionam que a maioria desse tipo de acidente ocorreu em interseções (STONE; BROUGHTON, 2003; TRANSPORT FOR LONDON STREET MANAGEMENT, 2005; FHWA, 2003), outros apresentam dados informando que de 39% (THORNTON; JOHNSTON; MCNEVIN, 2000) até 70% (NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION, 2006) desse tipo de acidente não ocorreram em interseções.

No caso de Stone e Broughton (2003) e Transport for London Street Management (2005), o fato destes trabalhos utilizarem o sistema nacional da polícia da Grã-Bretanha para registro de acidentes de trânsito (*STATS 19*) pode ter contribuído na diferença de valores em relação aos demais trabalhos. O sistema *STATS 19* considera que os acidentes ocorridos até 20 metros de distância de uma interseção devam ser registrados como acidentes em interseções.

Outro fator que pode ter contribuído foi o período estudado; enquanto alguns trabalhos apresentaram dados dos anos 2000, outros apresentam dados dos anos 1990. O fato dos dados terem sido oriundos de diferentes países também pode ter contribuído para a diferença nos resultados.

Contudo, as informações de FHWA (2003) e National Highway Traffic Safety Administration (2006), oriundos do mesmo país (Estados Unidos da América), apesar da diferença temporal (dados do início da década de 1990 e de 2005, respectivamente) apresentam diferenças muito grandes. Parece pouco provável que essa diferença temporal seja a única responsável, gerando a suposição de que outros fatores metodológicos tenham também influenciado a ocorrência de resultados tão díspares. Em decorrência da falta de indicações de que os acidentes envolvendo bicicletas e veículos motorizados ocorram ou não ocorram predominantemente em interseções, sugere-se que essas, assim como as demais áreas de conflitos, devam continuar a ser objeto de cuidados especiais.

Os demais trabalhos apresentados nesse tópico apresentam informações importantes no auxílio da compreensão dos acidentes envolvendo condutores de bicicleta.

Munster, Koorey e Walton (2001) entrevistaram, na Nova Zelândia em 2001, condutores de bicicletas que receberam tratamentos médicos em decorrência

de acidentes em que apenas ciclistas estiveram envolvidos. As próprias ações do ciclista foram a causa principal mais apontada (33%), seguida pelas características da via (28%).

Dentre as características da via identificadas como causadoras do acidente, cascalhos/pedregulhos soltos foi a causa individual mais lembrada (34%). Irregularidades na superfície da via, quando agrupadas (buracos, rugosidades, desníveis, etc) representaram 39% das causas.

Os trabalhos de Leden, Garder e Pulkkinen (2000) e Jacobsen (2003) apresentam conclusões de que o número de ciclistas e o número de acidentes envolvendo ciclistas não são diretamente proporcionais – alegam que proporcionalmente quanto mais ciclistas houver menos acidentes ocorrem. O modelo de Jacobsen (2003) indica que o número de acidentes envolvendo ciclistas está relacionado ao número de ciclistas elevado à potência 0,4 - para um aumento de 100% do número de ciclistas ocorreria um aumento de acidentes de 32% ($2x^{0,4} = 1,32x$). Este autor considera que uma explicação plausível para esse fenômeno estaria relacionada à mudança de comportamento dos motoristas em decorrência da experiência de ter encontrado mais ciclistas e da conseqüente expectativa de encontrá-los futuramente.

O trabalho de Joshi, Senior e Graham (2001) apresenta dados de diários de 291 pessoas da cidade de Oxford na Grã-Bretanha relatando os incidentes de suas viagens durante uma semana – incidente foi considerado como um evento que fez com que a pessoa que o registrou no diário tivesse que realizar uma ação evasiva ou que lhe causou preocupação ou irritação.

Os dados deste trabalho apontam que pedestres e condutores de bicicletas, em média, registraram um incidente a cada 9,00 quilômetros. Condutores de motocicletas, de automóveis e de ônibus, em média, registraram um incidente a cada 67,06 quilômetros.

Segundo estes autores, os padrões de incidentes registrados por dois grupos, condutores de bicicletas e condutores de ônibus, são bem próximos dos padrões de acidentes registrados nos dados oficiais para a cidade de Oxford para o mesmo período. Contudo, os padrões de incidentes registrados por outros grupos não apresentaram a mesma similaridade. Os pedestres registraram mais incidentes com outros pedestres e ciclistas e registraram menos incidentes com os demais

grupos do que os dados oficiais. Condutores de automóveis registraram mais incidentes com caminhões e outros automóveis e registraram menos incidentes com pedestres, ciclistas e motociclistas do que os dados oficiais.

Os dados registrados pelos pedestres podem ser um indicativo de que os acidentes entre pedestres e ciclistas foram sub-representados nas estatísticas oficiais. Os dados dos condutores de automóveis podem confirmar as teorias de Summala et al. (1996), Räsänen e Summala (2000) e Herslund e Jørgensen, (2003), de que esses condutores, em geral, focam suas atenções no que eles consideram mais perigosos.

3.3 Comportamento

De acordo com Summala et al. (1996), na decisão entre velocidade e segurança, certos motoristas precisam otimizar o processo de busca visual caso desejem manter determinadas velocidades, passando a serem tão seletivos na alocação de atenção que chegam a ignorar ameaças menos prováveis ou que apresentem, segundo seu julgamento, menor perigo – de acordo com essa teoria, determinados motoristas que desejam realizar conversão à direita (por exemplo, numa interseção tipo T), focalizam sua atenção em veículos motorizados vindos da esquerda e não verificam a presença, por exemplo, de ciclistas vindo da direita numa ciclovia.

Outro conceito importante é o relacionado à ocorrência de erros do tipo “olhou, mas não viu” (HERSLUND; JØRGENSEN, 2003). Estes autores explicam que uma hipótese para esse tipo de erro é que certos motoristas experientes costumam olhar, ou em outras palavras, direcionar o seu foco visual para locais onde outros veículos motorizados normalmente se encontrariam. Essa seleção espacial pode ser motivada pela possibilidade desses motoristas interpretarem os veículos motorizados como sendo os mais perigosos. Dessa maneira estímulos que estejam fora da área de foco, apesar de estarem dentro do seu campo visual, na área da visão periférica, podem passar despercebidos. Em outras palavras, determinados motoristas que procuram apenas por veículos motorizados, ao não verem um veículo motorizado ou avaliando que este está a uma distância segura, podem simplesmente não perceber um ciclista, mesmo este estando próximo.

Räsänen e Summala (2000) reforçam essas teorias quando afirmam que no seu estudo os motoristas mais rápidos foram os que deram menos a preferência aos ciclistas, tanto aos que vinham da direita quanto aos que vinham da esquerda.

Räsänen e Summala (1998) afirmam que encontraram no seu trabalho, além do mecanismo de alocação seletiva de atenção, outro mecanismo como causa dos acidentes entre as bicicletas e veículos motorizados estudados. Esse mecanismo está relacionado às expectativas que determinados condutores têm em relação ao comportamento da outra parte envolvida no acidente. Determinados condutores de bicicleta imaginaram erroneamente que os motoristas, de acordo com o que exige a lei, iriam dar a preferência. Segundo estes autores, para esses ciclistas, as suas expectativas pareciam que iriam se confirmar, pelo fato dos motoristas terem reduzido a velocidade, apesar de ser em virtude da aproximação com a interseção e não pelo fato de terem visualizado o ciclista. Afirmam também que esse tipo de acidente relacionado à alocação errônea de atenção, por parte dos motoristas, e à expectativa errônea de comportamento, por parte dos ciclistas, normalmente envolveram ciclistas que possuíam habilitação para conduzir veículos motorizados (que conheciam a regra da preferência) e que estavam habituados a trafegar diariamente pelo local do acidente.

O trabalho de Basford et al. (2002) teve como um dos objetivos principais estudar a percepção que determinados motoristas tinham sobre os condutores de bicicleta em algumas regiões da Grã-Bretanha. Um dos resultados foi a diferença nas respostas sobre a consideração/respeito que cada motorista tinha por condutores de bicicletas e de si próprio. Quando comparadas com as avaliações que fizeram dos ciclistas, as auto-avaliações apresentaram, em geral, pontuações de 1,5 a 2 vezes maiores. Segundo estes autores, esse padrão de autopercepção altamente positiva é uma característica bem marcante daqueles que se vêem como membros de um grupo dominante. Afirmam que encontraram sérios indícios de que os motoristas tinham uma imagem particularmente ruim dos ciclistas, de que estes possuíam características especialmente diferentes dos demais usuários das vias, considerando-os um grupo de menor importância e generalizando que todos os condutores de bicicleta eram menos confiáveis.

Outro resultado apontado foi de que os motoristas tendiam a culpar os condutores de bicicleta pelas dificuldades encontradas quando os encontravam em

determinadas infra-estruturas, por exemplo, vias com redução de largura (que objetivamente não dependem dos ciclistas) – apesar do ciclista não apresentar comportamento diferente ao atingir a infra-estrutura em questão.

Basford et al. (2002) afirmam também que a maioria dos motoristas, em situações que exigiam cuidados, concordava que teoricamente deveriam eventualmente diminuir a velocidade e esperar para ultrapassar até que fosse seguro para o ciclista. No entanto, quando perguntados sobre qual seria o comportamento padrão dos motoristas, responderam que seria o de ultrapassar o ciclista mesmo quando não fosse considerado como sendo o comportamento ideal.

Para estes autores, de acordo com a teoria do comportamento planejado (AJZEN; MADDEN, 1986, citado em BASFORD et al., 2002) essas respostas acerca do comportamento padrão indicam que a percepção da “norma social” de ultrapassar o ciclista pode fazer com que os motoristas sintam-se pressionados pelo que eles consideram como uma forte obrigação, a de não atrasar os demais motoristas (membros companheiros do grupo dominante), influenciando seus comportamentos a ponto de agirem imprudentemente. A percepção dos motoristas sobre qual é a “norma social” legitimaria o comportamento imprudente, deixando-os livres para atribuir às influências externas como causas desse comportamento, em vez das suas próprias atitudes - 26% dos motoristas que responderam os questionários mencionaram que poderiam alterar o seu comportamento de acordo com o comportamento dos demais motoristas.

4 PARÂMETROS DE PROJETO

Vários fatores devem ser considerados no projeto de espaços de circulação da bicicleta, o tipo de bicicleta, sua manobrabilidade, suas dimensões, a inclinação da via, os raios das curvas, entre outros.

4.1 Tipos de veículos

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997), os veículos de propulsão humana, com pelo menos duas rodas, são denominados como ciclos. Existem vários tipos de ciclos, com dimensões e características de manobrabilidade diferentes.

A figura 4.1 é um esquemático de alguns tipos de ciclos, suas dimensões e algumas de suas características particulares. A figura 4.1 não engloba todas as possibilidades de ciclos (quadriciclos, bicicletas de transporte de cargas, ciclotáxis com 3, 4 e 5 rodas, bicicletas com vários tipos de semi-reboques e reboques, etc) no entanto, ela evidencia a existência de diferenças nas características dos vários tipos de ciclos.

No Brasil a bicicleta do tipo padrão é o ciclo mais comum. Apesar disso, é importante que seja avaliado se além da bicicleta padrão, ocorre a presença de outros tipos de ciclos, de modo que o espaço cicloviário atenda suas especificidades. Por exemplo, pode ser necessário que a área destinada ao tráfego de bicicletas necessite de maior largura, de modo a acomodar bicicletas com assentos de criança, visto que estas, por terem centro de gravidade mais elevado, tendem a ter oscilações laterais maiores do que as das bicicletas padrões.

De modo geral, nesta dissertação, as discussões sobre o planejamento cicloviário serão baseadas nas características da bicicleta tipo padrão. É importante atentar, portanto, para o fato de que podem ser necessárias análises complementares que levem em consideração as características de outros tipos de ciclos. Dentro desse contexto, o termo “ciclista” será utilizado no sentido de “condutor de bicicleta”.

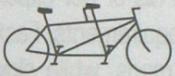
		Dimensões (cm)			Altura do olho (cm)	Características especiais
		Comprim.	Largura	Altura		
Bicicleta		165–180	40–75	90–110	140–85	
Bicicleta de criança		100–150	40–50	60–90	90–140	tamanho pequeno
Tandem		275	40–75	90–110	140–185	comprimento + peso
Triciclo de adulto		165–180	80	90–110	140–185	
Bicicleta reclinada		165–200	40–75	110–130	110–130	altura
Ciclo manual		165–180	80	80–100	110–130	raio de curvatura de 4 m
Bicicleta + semi-reboque		300	80	90–110	140–185	comprimento + peso
Bicicleta + bicicleta semi-reboque		300	40–75	90–110	140–185	comprimento + peso
Bicicleta + assento de criança		165–180	40–75	120–140	140–185	centro de gravidade elevado

Figura 4.1: Esquemático de alguns tipos de ciclos.

Fonte: Adptada de Vélo Québec (2003).

Além disso, as frases que utilizarem os termos “ciclista”, “condutor” e “motorista”, apesar de serem construídas obedecendo a concordâncias com o gênero masculino, não têm a intenção de fazer distinção entre o gênero das pessoas a que se referem. Portanto, as expressões “o(s) condutor(es)”, “o(s) ciclista(s)”, “o(s) motorista(s)”, de modo geral, referem-se aos indivíduos tanto do gênero masculino como do feminino.

4.2 A bicicleta

De acordo com Vélo Québec (2003), a dimensões e peso médios da bicicleta padrão são: (1) guidão de 40 a 75 cm de largura (normalmente de 50 a 65

cm); (2) comprimento de 165 a 180 cm; (3) altura do guidão e banco de 90 a 110 cm; (4) altura do pedal (quando se encontra na posição mais próxima do pavimento) de 7 a 11 cm; (5) rodas de 600 a 700 mm de diâmetro; (6) pneus de 20 a 60 mm de largura; (7) peso de 10 a 20 kg.

4.3 O condutor de bicicleta

Os ciclistas podem variar em vários aspectos, na sua constituição física, na idade, na forma de conduzir a bicicleta, etc. A organização dos espaços cicloviários deve, portanto, levar em consideração as características dos vários tipos de pessoas. Algumas dessas características são: (1) velocidade de tráfego – alguns ciclistas podem atingir velocidades médias de mais de 30 km/h, chegando a picos de velocidade de mais de 60 km/h (em declives), enquanto outros trafegam com velocidades médias próximas de 10 km/h; (2) aclives – determinados ciclistas podem vencer certas inclinações com facilidade, enquanto outros precisam reduzir muito sua velocidade ou mesmo desmontar da bicicleta; (3) exposição aos elementos do tempo – determinados ciclistas têm muita dificuldade, por exemplo, em trafegar por longos trechos expostos ao sol; (4) tolerância às imposições do tráfego – determinados ciclistas possuem uma tolerância maior às condições do tráfego compartilhado, enquanto outros sentem-se mais confortáveis e seguros em estruturas segregadas.

4.4 O ciclista e a bicicleta em movimento

A bicicleta, por ser um veículo com apoio em dois pontos (rodas), exige do seu condutor correções laterais constantes da sua trajetória. Conforme se aumenta a velocidade, o equilíbrio é obtido com mais facilidade, por isso conforme se reduz a velocidade as oscilações laterais aumentam.

Segundo Vélo Québec (2003), um ciclista ocupa, em média, um espaço de largura entre 40 a 60 cm. Em movimento, realiza movimentos laterais em torno de 20 cm para cada lado, fazendo com que ocupe um espaço de largura próxima de 1 metro. Para que o condutor de bicicleta se sinta confortável, é necessário um espaço adicional livre de 25 cm em cada lado.

De acordo com Vélo Québec (2003), o espaço vertical que um condutor de bicicleta ocupa varia com o seu posicionamento na bicicleta. Sentado, a altura ocupada pode ser aproximadamente 5 a 10 cm maior do que a altura dessa pessoa. Em pé, sobre os pedais, o ciclista pode ficar até 30 cm mais alto que a sua altura original. Segundo esse trabalho, para uma pessoa alta, o espaço vertical ocupado pode chegar a 2,25 m. Lembra que 25 cm devem ser acrescentados para o conforto e segurança do ciclista e que no caso de túneis a altura livre necessária deva ser de até 3,0 m.

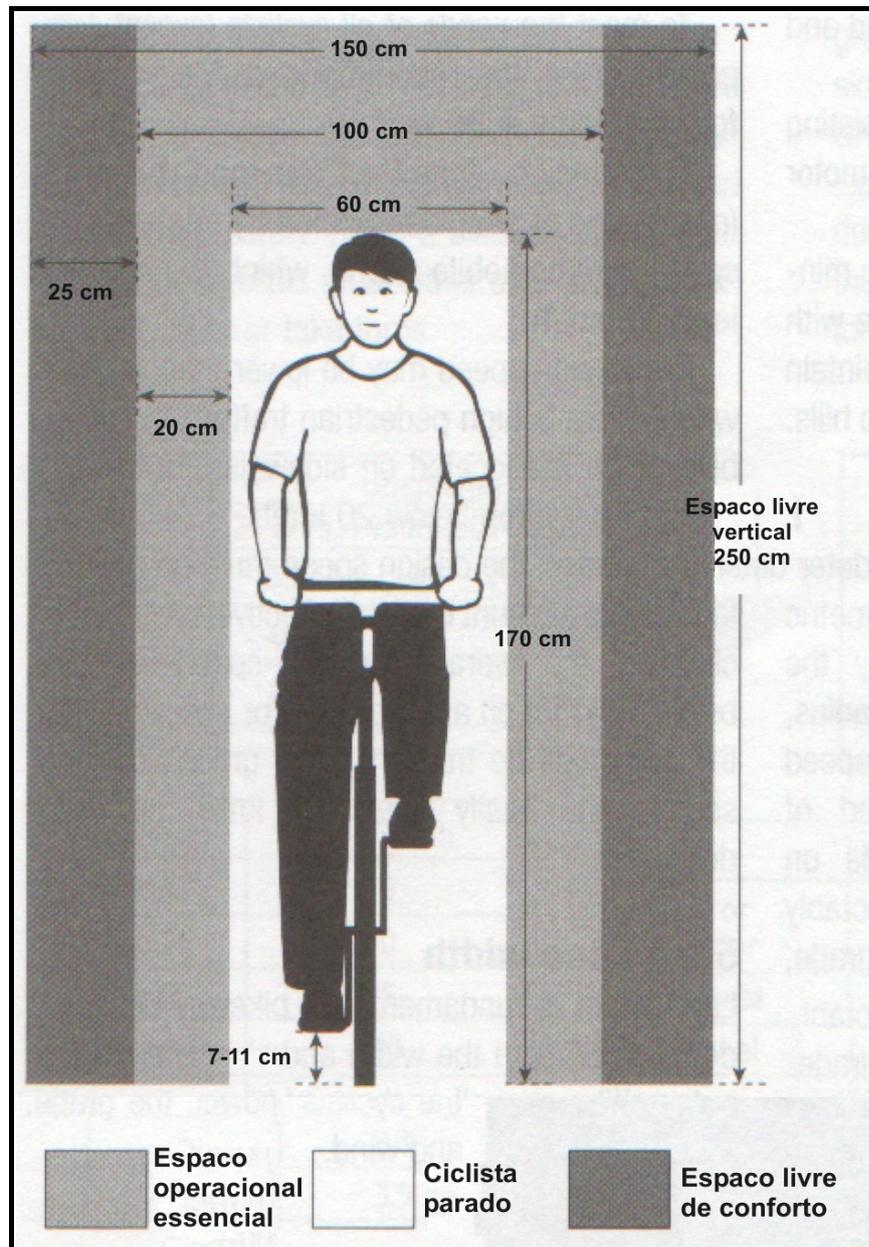


Figura 4.2: Espaço ocupado pelo ciclista (1)

Fonte: Adaptada a partir de imagens de Vélo Québec (2003).

As figuras 4.2 e 4.3 apresentam esquemáticos ilustrando o espaço ocupado pelo ciclista, de acordo com as orientações de Vélo Québec (2003).

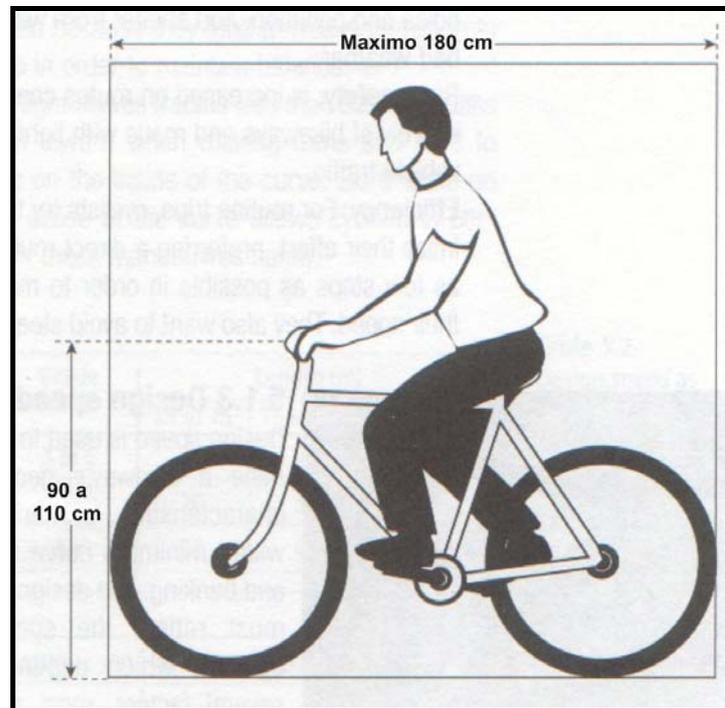


Figura 4.3: Espaço ocupado pelo ciclista (2)

Fonte: Adptada a partir de imagens de Vélo Québec (2003).

De acordo com Gondim (2006), o espaço que deve ser adicionado depende das estruturas existentes nas laterais do seu caminho. Orienta que o espaço (estacionário) ocupado pelo ciclista é de 60 cm e que deva ser acrescentado, de cada lado do ciclista, espaço com as determinadas larguras: (1) 30 cm no caso de bordas de faixa de circulação sem segregação ou calçadas de até 10 cm de altura; (2) 45 cm no caso de calçadas de mais de 10 cm de altura e elementos baixos isolados como jardineiras e lixeiras; (3) 60 cm no caso de pequenas muretas ou jardineiras contínuas e também de elementos altos isolados como postes, bancas de jornal e automóveis estacionados; (4) 75 cm no caso de elementos altos, quando situados de ambos os lados; (5) 90 cm no caso de veículos em movimento e de outros ciclistas quando se deseje obter maior conforto.

4.5 Alinhamento horizontal

AASHTO (1999) e Vélo Québec (2003) apresentam a seguinte fórmula matemática para determinar o raio de curvatura mínimo:

$$R = \frac{V^2}{127(S + f)}$$

R = raio de curvatura mínimo (m),
 V = velocidade de projeto (km/h),
 S = superelevação da curva (m/m),
 f = coeficiente de atrito

O uso dessa fórmula pode ser considerado caso o ângulo de inclinação do ciclista, para realizar a curva, seja próximo de 20°.

Vélo Québec (2003) e AASHTO (1999) orientam, que a superelevação da curva deva ser de no máximo 4% e 3%, respectivamente. Caso contrário, pedestres e cadeirantes podem ter dificuldades em usar essa via.

O quadro 4.1 apresenta os valores de raio de curvatura mínimo, de acordo com a superfície, utilizando coeficientes de atrito 0,4 para asfalto e 0,2 para terra.

Quadro 4.1: Valores de raio de curvatura mínimo, de acordo com o tipo de superfície, para superelevação de 2% e inclinação do ciclista de 20°.

Velocidade de projeto (km/h)	Superfície	
	Asfalto	Terra
20	7	14
25	12	22
30	17	32
35	23	44
40	30	57
50	47	89
60	67	129

Fonte: Baseado em dados de Vélo Québec, 2003.

4.6 Distância visual

O condutor de bicicleta deve ter visibilidade o suficiente para poder parar seu veículo com segurança. De acordo com AASHTO (1999), a fórmula abaixo é utilizada para calcular a distância visual necessária para parada, baseada no tempo de percepção e reação de freada igual a 2,5 segundos:

$$P = \frac{V^2}{255(G + f)} + 0,694V$$

P = Distância visual necessária para parada (m),
 V = Velocidade de projeto (km/h),
 G = Inclinação (%),
 f = coeficiente de atrito

A figura 4.4 é um gráfico da distância visual necessária para parada, em função da inclinação da via e da velocidade de projeto. Utiliza coeficiente de atrito de 0,25, de modo a se adequar à frenagem ruim em tempo chuvoso, característica de muitas bicicletas (AASHTO, 1999).

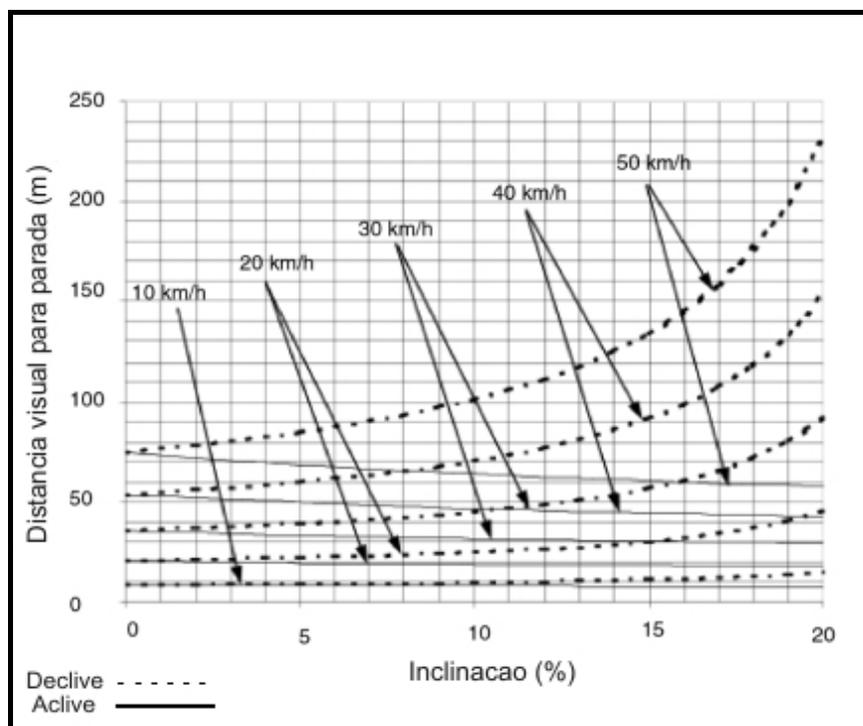


Figura 4.4: Distância visual necessária para parada em função da inclinação e da velocidade.

Fonte: Adaptada de AASHTO, 1999.

4.7 Inclinação

Segundo Vélo Québec (2003), vias com inclinações de menos de 4%, em geral, não apresentam problemas para os condutores de bicicleta. Afirma que o valor de 8% deve ser considerado como limite para inclinações, em virtude do esforço imposto aos ciclistas em subidas e do risco de causar excessos de velocidade em descidas. Para AASTHO (1999), inclinações maiores que 5% devem ser evitadas.

De acordo com Vélo Québec (2003), no caso de grandes desníveis, caso a topografia permita, deve-se optar por uma rota com comprimento maior, mas com inclinação suave, ou ainda, por vários trechos curtos de inclinações de até 4%, intercalados por trechos sem desnível.

AASTHO (1999) apresenta as seguintes recomendações para inclinações e seus respectivos comprimentos máximos: 5 a 6% para distâncias até 240 m; 7% até 120 m; 8% até 90 m; 9% até 60 m; 10% até 30 m; maiores que 11% até 15 m. No sentido de amenizar os problemas decorrentes de inclinações excessivas sugere: (1) providenciar espaço adicional de 1,2 a 1,8 m de largura de modo a permitir que condutor de bicicleta possa desmontar da bicicleta e empurrá-la sem obstruir a passagem; (2) instalar sinalização alertando os ciclistas para a inclinação; (3) instalar sinalização indicando a velocidade recomendada de descida; (4) adotar vias com geometrias acima das mínimas requeridas, de modo a aumentar a margem de segurança.

5 ORGANIZAÇÃO GERAL DO ESPAÇO DE CIRCULAÇÃO DA BICICLETA

O objetivo dessa seção é apresentar e discutir as formas de organizar o espaço de circulação da bicicleta que foram mais encontradas durante a pesquisa. Uma breve apresentação dessas formas será realizada, junto de uma discussão sobre a decisão do tipo a ser implantado. Em seguida as diversas formas de organizar o espaço cicloviário serão discutidas com mais detalhes.

As **vias de uso compartilhado** são aquelas em que a bicicleta utiliza o espaço de circulação junto com os demais modos, sendo que em alguns casos existe sinalização específica e em outros não. O tráfego compartilhado das bicicletas com os demais tipos de veículos ocorre basicamente na pista. Na calçada as bicicletas compartilham o espaço com os pedestres. Nessa dissertação, quando forem usadas as expressões “tráfego compartilhado”, “pista compartilhada” ou “uso compartilhado”, as mesmas farão referência à circulação compartilhada da pista, entre bicicletas e demais tipos de veículos. No caso de compartilhamento da calçada, por bicicletas e pedestres, será explicitado que o uso comum desse espaço ocorre na calçada – “calçada compartilhada”, “uso compartilhado da calçada”, “tráfego compartilhado na calçada”, etc.

As **ciclofaixas** são faixas de tráfego específico da bicicleta, definidas, em geral, por uma linha delimitadora contínua pintada no pavimento. Em geral, não é permitido o estacionamento ou parada de veículos motorizados sobre as ciclofaixas, mas em determinados países é permitido que táxis parem de modo a possibilitar o embarque ou desembarque de passageiros.

Os acostamentos pavimentados serão apresentados juntamente com as ciclofaixas. Os veículos motorizados, em geral, apenas podem utilizar o acostamento em casos de emergência.

Existem também as ciclofaixas elevadas, que apesar da diferença de nível não se enquadram na definição de ciclovia por não estarem separadas fisicamente.

As **ciclofaixas não obrigatórias** (*advisory cyclelanes, non compulsory cyclelanes*, etc) são faixas (mais encontradas na Europa) que têm como intenção indicar a parte da pista utilizada por ciclistas. Motoristas são aconselhados, mas não

obrigados, a trafegar fora dela, podendo, conforme a necessidade, utilizar esse trecho da via – a preferência é do condutor de bicicleta. Em geral, estas ciclofaixas são criadas com o objetivo de aumentar a segurança dos ciclistas, para alertar os motoristas para o tráfego de bicicletas. A sua delimitação varia conforme o país, sendo utilizada uma linha seccionada com ou sem o símbolo de bicicleta, ou ainda apenas diferença na coloração ou tipo de pavimento.

As **ciclovias** são vias separadas fisicamente do tráfego de veículos motorizados, de tráfego exclusivo de bicicletas. As ciclovias podem ser adjacentes às vias de tráfego motorizado ou podem ser posicionadas em áreas mais afastadas desse tipo de tráfego. Nas ciclovias desse último grupo, em geral, ocorre tráfego compartilhado entre bicicletas, pedestres, patins e *skates*, mesmo quando não projetadas para tal. Mais comumente utilizadas como área de lazer, são interessantes para condutores de bicicleta iniciantes. Alguns autores denominam essas vias como **trilhas multiuso**, no caso de terem sido projetadas para o uso compartilhado.

O **espaço de circulação da bicicleta e o estacionamento de veículos na via** também serão discutidos com mais detalhes.

O **espaço de circulação das bicicletas e dos ônibus** pode ser organizado de modo que o tráfego desses dois modos de transporte ocorra de modo segregado ou compartilhado. As **faixas de ônibus e bicicleta** são faixas de uso específico e compartilhado desses dois tipos de veículos. As áreas próximas aos pontos de parada de ônibus exigem cuidados específicos e serão discutidas com mais detalhes.

5.1 Gráficos de escolha de organização de espaço de circulação de bicicleta

A decisão sobre como devem ser organizados os espaços de circulação de bicicletas depende de vários fatores. Alguns trabalhos apresentam gráficos para orientar essa decisão.

As figuras 5.1, 5.2 e 5.3 apresentam gráficos de trabalhos europeus. A figura 5.4 apresenta o gráfico de King [200-?], resultante da agregação das informações de alguns manuais norte americanos.

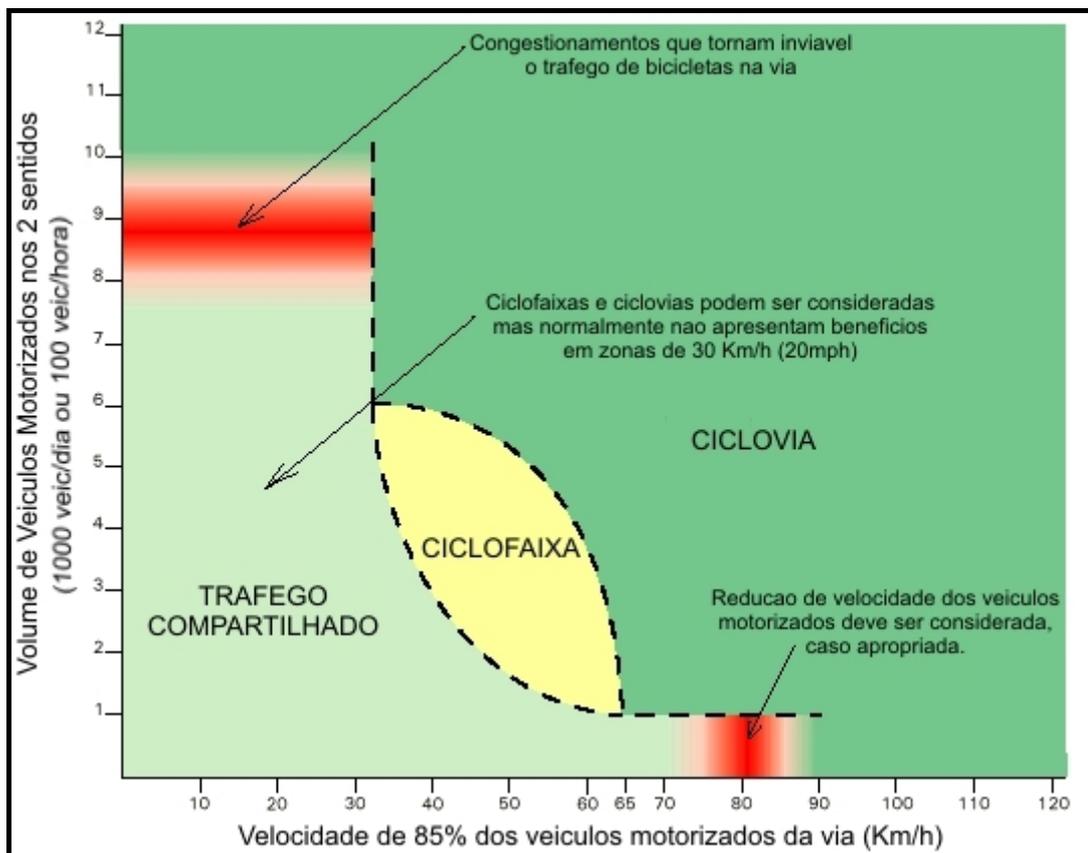


Figura 5.1: Gráfico de escolha de organização de espaço ciclovitário - Scottish Executive

Fonte: Adptada de Scottish Executive Publications

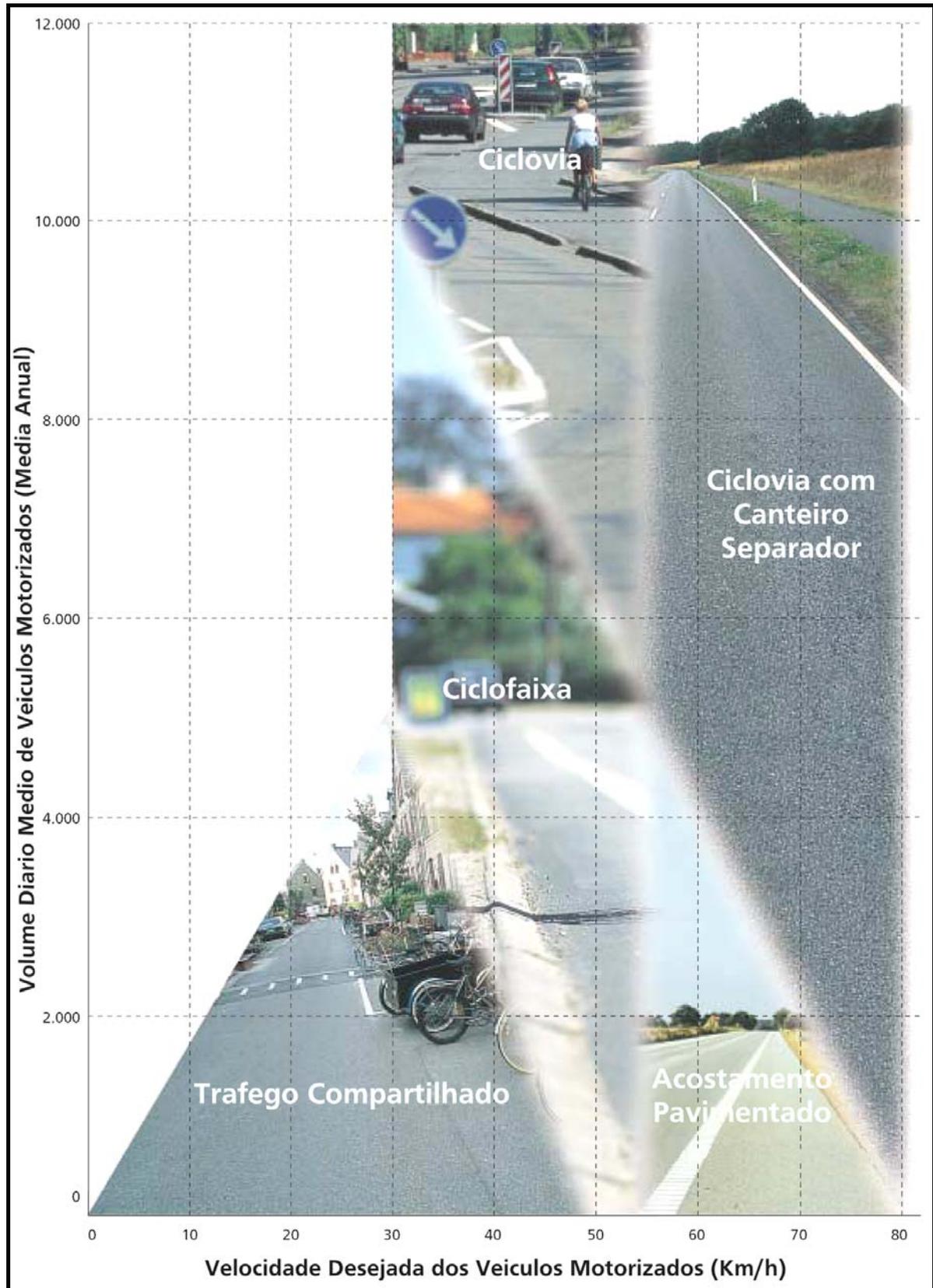


Figura 5.2: Gráfico de escolha de organização de espaço ciclovário - Danish Road Directorate

Fonte: Adptada de Danish Road Directorate, 2000.

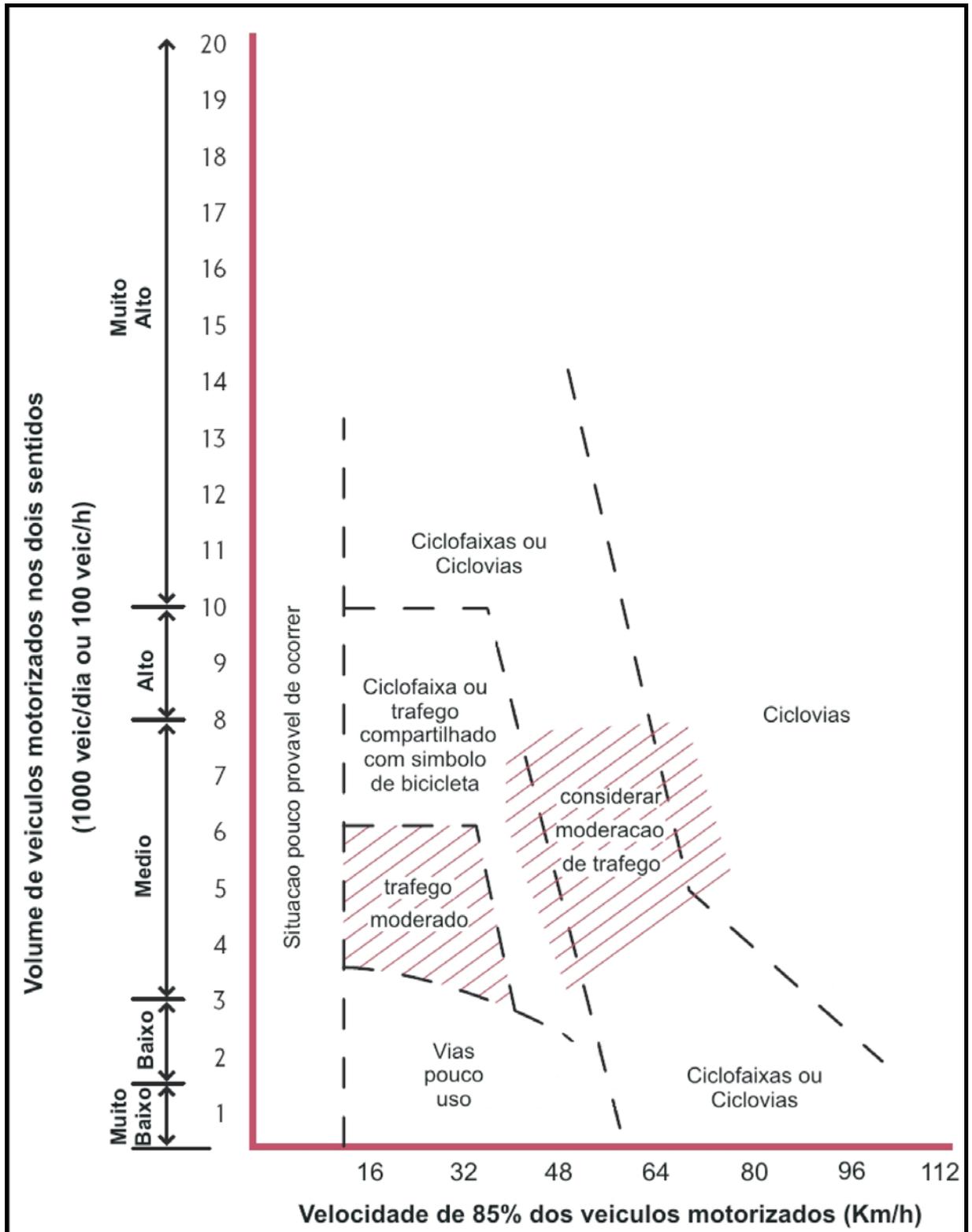


Figura 5.3: Gráfico de escolha de organização de espaço ciclovitário – Transport for London.

Fonte: Adaptada de Transport for London, [2006?].

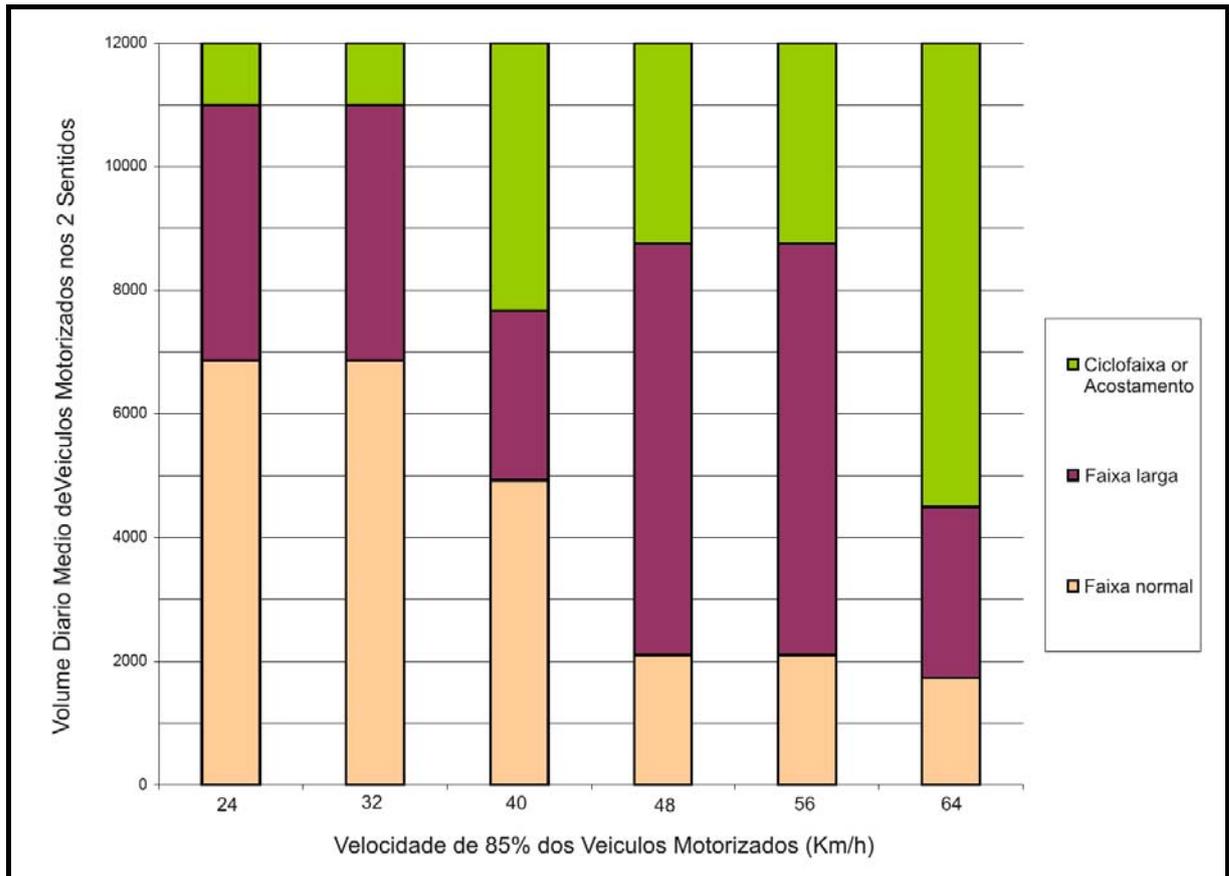


Figura 5.4: Gráfico de escolha de organização de espaço cicloviário - King

Fonte: Adptada de King, [200-?].

Segundo King [200-?], dentre os trabalhos estudados, houve uma tendência maior dos manuais europeus e australianos de segregarem o tráfego de bicicletas conforme aumenta o volume e a velocidade dos veículos motorizados trafegando pela via, quando comparados com os trabalhos norte americanos. Em contrapartida, este autor afirma que nestes últimos houve uma tendência maior de utilização da faixa da direita de largura maior (*wide curb lane*). Essa *faixa larga*³ teria como objetivo aumentar a segurança do tráfego compartilhado, em especial nas manobras em que veículos motorizados ultrapassam ciclistas.

É possível verificar que os gráficos apresentam diferenças razoáveis, mesmo entre os gráficos das figuras 5.1, 5.2 e 5.3 retirados de manuais europeus. No entanto, as informações desses gráficos podem ser utilizadas como referências para estudos mais detalhados. A utilização direta desses gráficos como ferramentas

³ Essa dissertação adotará a expressão “faixa larga” para se referir a essa forma de organizar o espaço cicloviário.

de determinação sobre como deve ser organizado o espaço cicloviário pode resultar em falhas graves, sendo, portanto, desaconselhável.

Os trabalhos de onde foram retirados os gráficos apresentaram pouca ou nenhuma informação acerca da metodologia de construção dos mesmos - é possível perceber que diferentes conceitos foram utilizados na construção desses gráficos.

É importante que, além do volume e velocidade dos veículos motorizados, outros fatores sejam considerados na decisão sobre como organizar os espaços cicloviários. A largura das faixas, a permissão de estacionamento na via, a frequência com que os veículos param e saem das vagas de estacionamento, a proporção dos tipos de veículos (principalmente dos veículos pesados), a variação temporal do fluxo, a quantidade de interseções e acessos a garagens e a inclinação da via são algumas das variáveis conhecidas e utilizadas na decisão sobre como o tráfego de veículos motorizados é organizado. Estes fatores também influenciam o tráfego de bicicletas e, portanto devem ser considerados na organização dos espaços cicloviários.

Existem também outras variáveis não tão usualmente consideradas: (1) o tipo de condutor de bicicleta, adulto ou criança; (2) a tolerância desses condutores às imposições do tráfego no sistema viário, que fazem com que eles se sintam mais ou menos confortáveis com o tráfego compartilhado; (3) o volume do tráfego de bicicletas; (4) a adesão às regras de trânsito, ou seja, conforme o número de usuários do sistema viário que infringem as normas trânsito, pode ser avaliado, por exemplo, que é importante utilizar medidas de moderação de tráfego ou mesmo segregar o tráfego de bicicletas; (5) a maneira como a bicicleta, em determinados lugares, é encarada pelos motoristas – em regiões onde a utilização da bicicleta é mais comum, ou onde o planejamento viário já vem considerando as necessidades dos ciclistas há um determinado tempo, pode haver um respeito maior aos direitos dos condutores de bicicleta, e nesse caso pode ser avaliado que a segregação do tráfego de bicicletas seja menos necessária.

É de grande valia utilizar a experiência que determinados países e autores possuem no planejamento cicloviário, mas é importante lembrar que gráficos e recomendações de trabalhos devem ser sempre utilizados de acordo com as avaliações das condições específicas onde serão aplicadas. Um exemplo trivial é o gráfico da figura 5.1, que afirma que para determinadas condições de congestionamento é inviável a circulação de bicicletas na pista, no entanto,

determinadas larguras de faixas de trânsito podem permitir que haja espaço suficiente para que os ciclistas trafeguem com segurança enquanto os veículos motorizados estejam parados ou trafegando em velocidades baixas.

As informações que são apresentadas nessa dissertação devem ser interpretadas dentro desse contexto, de que não existem regras pré-concebidas ou fórmulas prontas a serem seguidas à risca, mas sim utilizadas como auxílio na tomada de decisões, que devem ser realizadas após avaliação criteriosa de todas as possibilidades.

5.2 Vias de uso compartilhado

O tráfego segregado de bicicletas é considerado por muitos não condutores de bicicleta (e mesmo por vários condutores de bicicletas) como a melhor forma de organizar o espaço cicloviário. No entanto, o tráfego compartilhado apresenta determinadas características que, de acordo com as condições locais, podem fazer com que essa seja a melhor forma de organizar o espaço cicloviário. As vias de uso compartilhado não devem se restringir a serem cogitadas apenas quando não houver condições de implantar ciclofaixas ou ciclovias.

A segregação pode aumentar o risco de acidentes em interseções. Acostumados com a falta de interação com outros tipos de veículos devido aos trechos segregados, determinados motoristas e condutores de bicicletas podem ser surpreendidos, nas interseções, por veículos surgindo de locais diferentes daqueles que estes consideram como os mais prováveis (mais detalhes no capítulo **6 - Interseções**).

No caso de conversões à esquerda em interseções, dependendo das condições, é necessário que o condutor de bicicleta possa sair da ciclofaixa com uma certa antecedência em relação à interseção, de modo a poder realizar a manobra. Caso contrário esse ciclista será obrigado a seguir até a interseção e aguardar para poder atravessar a via de modo similar a um pedestre. Dependendo do tamanho da quadra, pode ser que o ciclista seja obrigado a trafegar fora da ciclofaixa praticamente em toda a extensão dessa quadra.

Existe também a situação em que o ciclista deseja ir a um ponto no meio da quadra, do lado esquerdo de uma via de sentido único, com ciclofaixa no lado direito. O ciclista é obrigado então a seguir até a próxima interseção, atravessar o cruzamento empurrando a bicicleta, assim como em todo o restante do trajeto até o local desejado.

Segregar o tráfego de bicicletas pode gerar acréscimos de distâncias e passagem por interseções, tão incômodos para certos condutores de bicicletas, que estes podem optar por não utilizar determinados trechos segregados.

O tráfego compartilhado é, em geral, a forma que permite o acesso mais direto aos diversos lugares de uma cidade, assim como a que exige as menores intervenções.

Certos condutores de bicicleta criticam que a segregação elimina a interação e o decorrente aprendizado da direção compartilhada da via, defendendo que a solução para os problemas de segurança deveria seguir uma linha que buscasse o tráfego compartilhado seguro. Segundo Hiles (1996), essa corrente de pensamento alega que a instalação de estruturas segregantes reforça a falsa idéia de que o único lugar seguro para os ciclistas são as áreas segregadas, fazendo com que os que optem por utilizar outras partes da via sejam criticados ou mesmo desrespeitados por determinados motoristas que não entendem o motivo desses ciclistas trafegarem fora das áreas que aparentemente são as mais adequadas e seguras.

Apesar de certos condutores de bicicleta preferirem o tráfego compartilhado ao tráfego segregado, outros se sentem mais seguros com as vias exclusivas para bicicletas. Essa preferência, segundo Hiles (1996), está associada ao nível de tolerância que as pessoas têm com relação às situações impostas pelo tráfego. Os ciclistas do segundo grupo preferem as vias exclusivas que lhes permitem trafegar de forma mais confortável, independente das desvantagens inerentes à separação.

De acordo com Hiles (1996), dentre os que defendem a segregação, existe o argumento de que a separação aumenta a segurança, por diminuir os acidentes causados por veículos motorizados ultrapassando ciclistas. Apesar de que a separação efetivamente reduza esse tipo de acidente, o fato de que a separação propicia a determinados condutores de bicicleta uma sensação de segurança parece ser um argumento importante na defesa desse tipo de organização do espaço ciclovitário.

No entanto, reside aqui o problema de não se contemplar as diferentes necessidades dos condutores de bicicletas, que aparentemente são antagônicas.

Uma alternativa a ser estudada seria a implantação de medidas de redução de velocidade e/ou de volume de tráfego motorizado, com intuito de permitir o tráfego compartilhado e ao mesmo tempo aumentar a sensação de segurança dos ciclistas. Hiles (1996) sugere também um tipo de delimitação específica para ciclofaixas que pode auxiliar nesse problema, que será apresentada com mais detalhes na seção **5.3 - Ciclofaixas**.

O manual de Maryland Department of Transportation State Highway Administration [2006?] apresenta a utilização de **sinalização horizontal de compartilhamento da via**, do tipo símbolo.



Figura 5.5: Utilização de sinalização de compartilhamento da via.

Fonte: City of Baltimore Department of Transportation, [2005?].

A figura 5.5 apresenta uma utilização da sinalização de compartilhamento da via. Segundo este manual, essa sinalização pode ser utilizada para buscar atender aos seguintes propósitos: alertar outros usuários do sistema viário para a largura que os ciclistas ocupam na via; ajudar os condutores de bicicleta a se posicionarem de modo a não incentivar motoristas a tentarem trafegar imediatamente ao lado dos ciclistas, nos casos onde a largura das faixas não permite tal manobra; encorajar a ultrapassagem segura de veículos motorizados; ajudar os condutores de bicicleta a se posicionarem de modo a diminuir a chance de acidente com abertura de portas de veículos estacionados na via (paralelo à guia); reduzir a incidência de tráfego de bicicletas no sentido contrário ao determinado na via; servir de advertência no término de ciclofaixas ou acostamentos pavimentados,

sendo aplicada na área de transferência entre a área segregada e a área compartilhada; servir de advertência em trechos onde um determinado obstáculo impossibilite que o ciclista continue trafegando no acostamento.

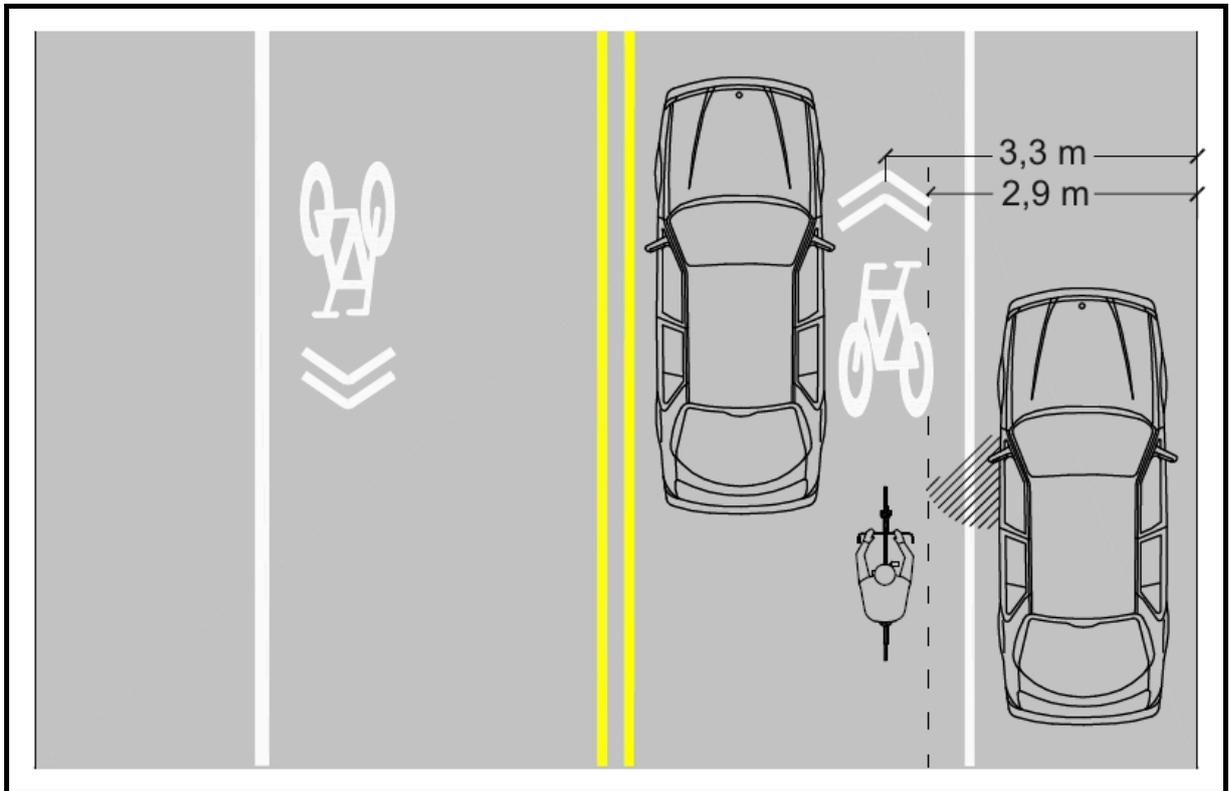


Figura 5.6: Sinalização horizontal de tráfego compartilhado, ao lado de faixa de estacionamento paralela à guia.

Fonte: Adptada de Maryland Department of Transportation State Highway Administration, [2006?].

As figuras 5.6 e 5.7 apresentam as sugestões do manual de Maryland Department of Transportation State Highway Administration [2006?] para o posicionamento da sinalização horizontal de tráfego compartilhado, para o caso com faixa de estacionamento paralela à guia e para o caso sem estacionamento, respectivamente (distâncias em relação à face da guia).

Este manual sugere que os símbolos sejam posicionados logo após interseções e a cada intervalo de 76 metros (250 feet). Sugere também que essa sinalização não seja aplicada em vias de limite de velocidade acima de 56 Km/h (35 mph).

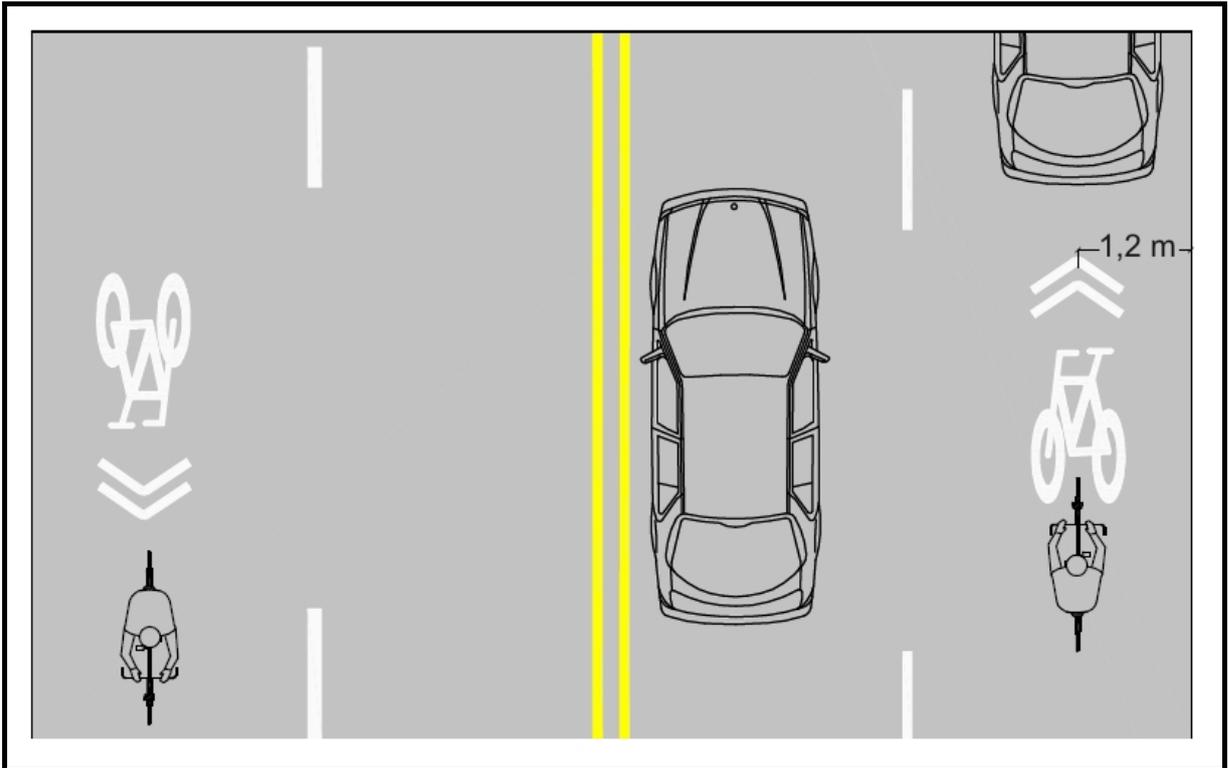


Figura 5.7: Sinalização horizontal de tráfego compartilhado, sem faixa de estacionamento.

Fonte: Adptada de Maryland Department of Transportation State Highway Administration, [2006?].

De acordo com Vélo Québec (2003), em vias de sentido único, com apenas uma faixa, a largura da via é um fator muito importante na maneira como o tráfego compartilhado se desenvolve. De acordo com esse trabalho, determinadas larguras apresentam problemas para o tráfego de bicicletas - nas vias de largura entre 3,5 a 4,0 metros, determinados motoristas tentam passar pelos ciclistas, mesmo não havendo condições seguras, enquanto que as vias de 5,0 a 6,0 metros podem permitir que os motoristas trafeguem lado a lado, não deixando espaço para os ciclistas. Segundo Vélo Québec (2003), as vias de 4,5 metros permitem que os veículos motorizados e as bicicletas trafeguem lado a lado.

Uma forma de organizar o espaço do tráfego, mais encontrada nos Estados Unidos da América, é a adoção de faixas da direita com largura maior que as demais (*wide curb lanes*). As figuras 5.8 e 5.9 ilustram esse tipo de organização do espaço.



Figura 5.8: Faixa larga típica.

Fonte: Hunter, 1999.

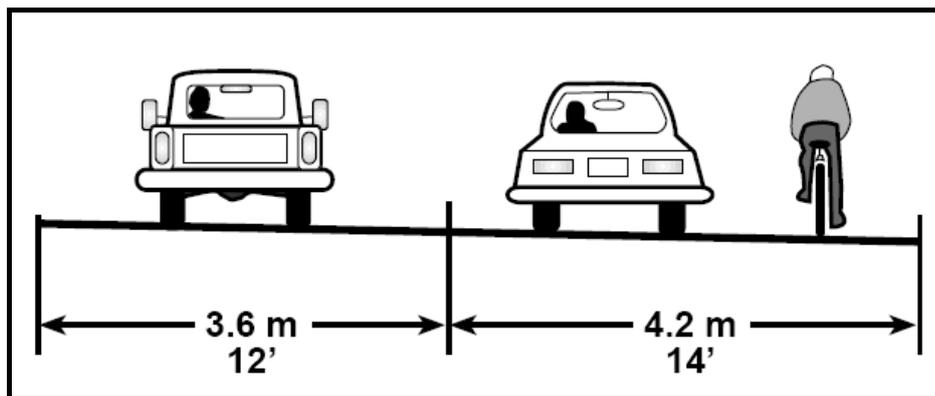


Figura 5.9: Dimensão faixa larga

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

De acordo com Oregon Department of Transportation (1995), a **faixa larga** deve ter no mínimo 4,2 metros, mas menos que 4,8 metros, pois larguras maiores que 4,8 metros encorajam o tráfego de veículos motorizados lado a lado numa mesma faixa.

Segundo Foran e Galway Cycling Campaign (2002), faixas com larguras de 4,25 metros são suficientes para que veículos pesados passem ciclistas com afastamento adequado.

Foran e Galway Cycling Campaign (2002) afirmam que as faixas largas são as estruturas cicloviárias mais fáceis de serem implantadas, mas que, em contrapartida, podem estimular o aumento da velocidade dos veículos motorizados.

O trabalho de Hunter (1999), que avaliou 4600 ciclistas que trafegaram por ciclofaixas e faixas largas em algumas cidades dos Estados Unidos da América, apresenta dados de que o tráfego de bicicletas no sentido contrário ao da via foi um pouco maior no caso de faixas largas do que no caso de ciclofaixas.

Oregon Department of Transportation (1995) sugere a alteração das larguras das faixas, através de aplicação de nova sinalização horizontal como maneira de adequar determinadas vias para a faixa larga.

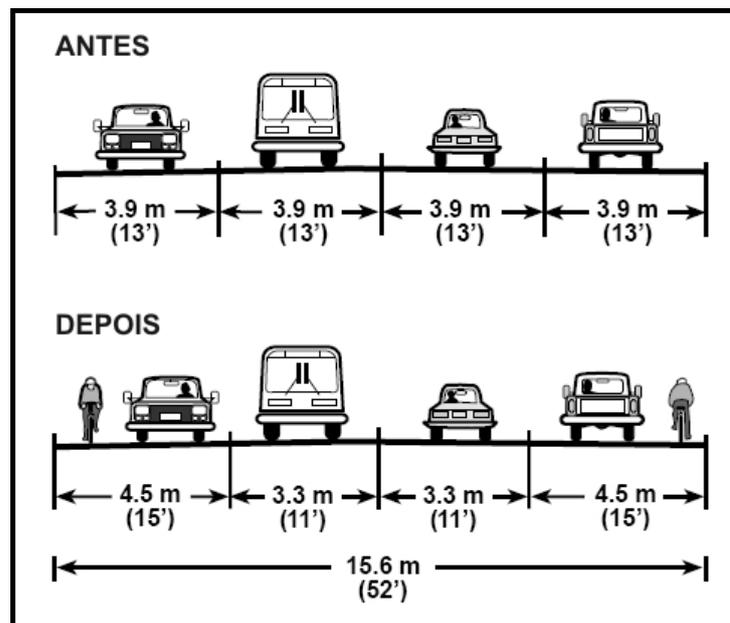


Figura 5.10: Exemplo de deslocamento das linhas delimitadoras de faixas para adequar via à faixa larga

Fonte: Adptada de Oregon Department of Transportation, 1995.

A figura 5.10 representa um esquemático exemplificando uma alteração de largura de faixas de rolamento de modo a possibilitar a criação de uma faixa larga.

Transport for London [2006?] orienta que ciclofaixas ou ciclovias não devem ser introduzidas onde elas resultem em desvantagens para condutores de bicicleta, tais como perda de prioridade e acréscimos de tempo de viagem. Afirma que tais estruturas não são utilizadas e o investimento é desperdiçado. Orienta que, caso essas estruturas tenham sido escolhidas devido aos volumes e velocidades do tráfego motorizado, a primeira opção deva ser tentar reduzi-los a níveis que permitam o tráfego compartilhado.

O tráfego compartilhado de bicicletas e pedestres, na calçada, ou é desaconselhado, pelos trabalhos revisados, ou citado como medida extrema de último recurso. As sugestões, em geral, propõem primeiro avaliar a implantação de medidas de redução de velocidade e volume de tráfego de veículos motorizados, de modo que os condutores de bicicleta possam compartilhar a pista com os condutores de automóvel. Depois disso e antes do compartilhamento da calçada, existe a sugestão de implantação de segregação do tipo ciclovia ou ciclofaixa.

Transport for London [2006?] orienta que no compartilhamento da calçada a velocidade das bicicletas seja limitada a 16 Km/h (10 mph).

5.3 Ciclofaixas

O Conselho Nacional de Trânsito, através do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Volume IV - Sinalização Horizontal (BRASIL, 2007c) apresenta as seguintes determinações para a sinalização horizontal de ciclofaixa, sendo estas a **marcação de ciclofaixa ao longo da via (MCI)**, o **símbolo indicativo de via, pista ou faixa de trânsito de uso de ciclistas (SIC)** e a **marcação de cruzamento rodociclovário (MCC)**. A MCC será apresentada no capítulo **6 - Interseções**.

O manual apresenta as seguintes informações sobre a MCI: A marcação da ciclofaixa é constituída por linhas contínuas de cor branca, nos bordos, com largura (l_1) de, no mínimo, 0,20 m e, no máximo, 0,30 m. Quando não houver possibilidade da superfície ser totalmente vermelha, a MCI e a linha de bordo, utilizadas para marcação da ciclofaixa, devem ser complementadas, em sua parte interna, com linha contínua vermelha de largura (l_2) de no mínimo 0,10 m, para proporcionar contraste entre estas marcas viárias e o pavimento da ciclofaixa. Recomenda-se para a ciclofaixa de sentido único a largura mínima de 1,50 m, e para ciclofaixa de sentido duplo a largura de 2,50 m, sendo recomendada sua colocação na lateral da pista. A MCI **deve** ser complementada com sinalização vertical de regulamentação R-34 – “Circulação exclusiva de bicicletas” (mais detalhes na seção **7.4 - Sinalização Vertical**), associada ao símbolo “Bicicleta” aplicado no piso da ciclofaixa. Podem ser aplicados tachões contendo elementos retrorrefletivos para separar a ciclofaixa do restante da pista de rolamento, visando aumentar a segurança. Podem ser aplicadas tachas contendo elementos retrorrefletivos para garantir maior visibilidade tanto no período noturno quanto em trechos sujeitos a neblina. Pode ser antecedida por sinalização vertical de advertência, indicando o início da ciclofaixa. As vias transversais **devem** ser sinalizadas, na aproximação da ciclofaixa, com o sinal de advertência A-30b “Passagem sinalizada de ciclistas” (mais detalhes na seção **7.4 - Sinalização vertical**). Nas interseções ao longo da ciclofaixa, **deve** ser utilizada “Marcação de cruzamento rodociclovário” (mais detalhes no capítulo **6 - Interseções**).

A figura 5.11 é um esquemático de como deve ser a MCI.

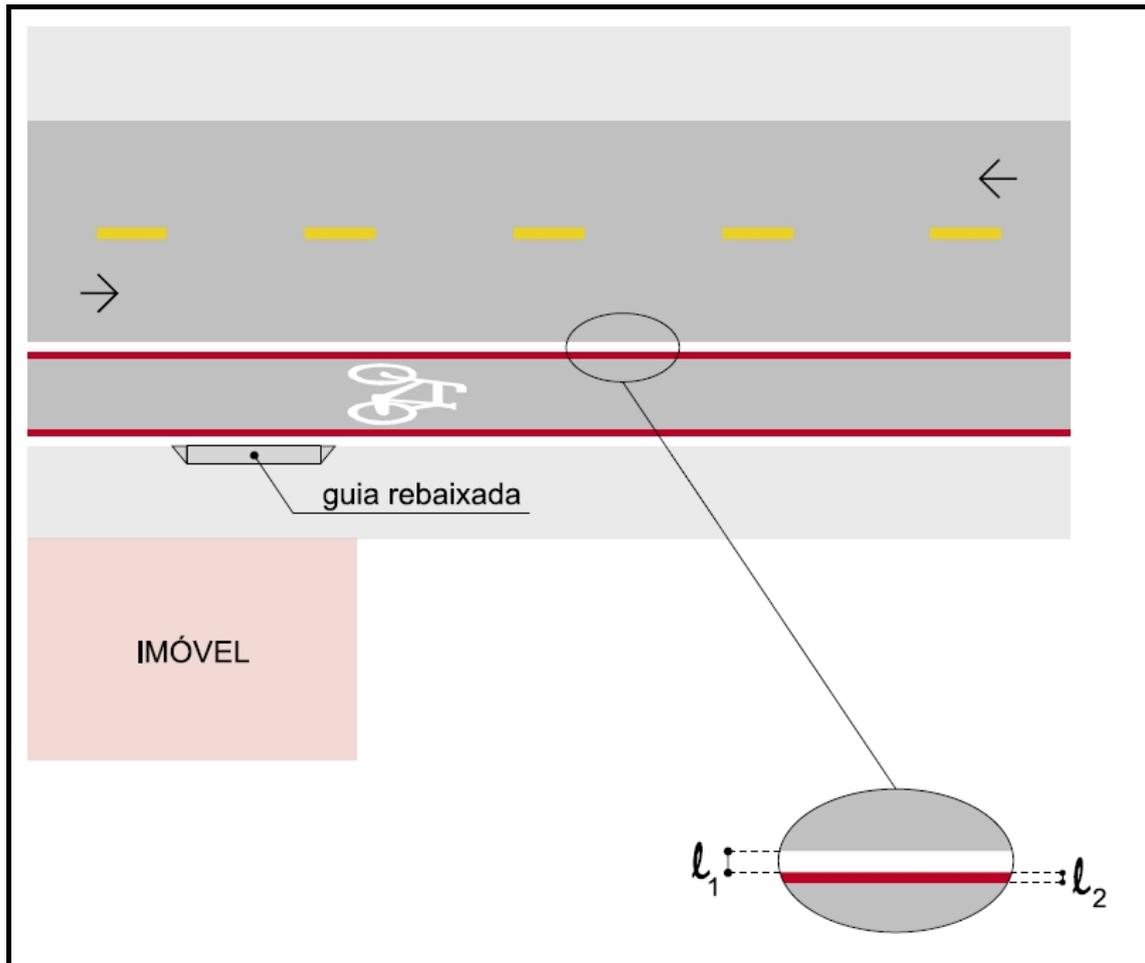


Figura 5.11: Marcação de ciclofaixa ao longo da via (MCI).

Fonte: BRASIL (2007c).

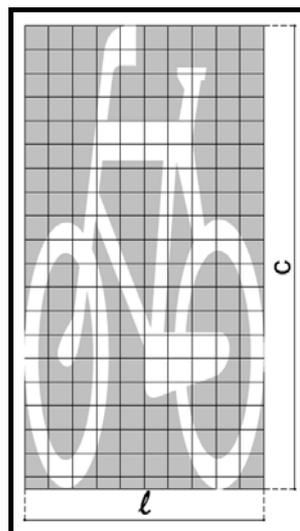


Figura 5.12: Símbolo indicativo de via, pista ou faixa de trânsito de uso de ciclistas (SIC).

Fonte: BRASIL (2007c).

A figura 5.12 é um esquemático de como deve ser o símbolo indicativo de via, pista ou faixa de trânsito de uso de ciclistas (SIC).

Sobre o SIC, esse manual (BRASIL, 2007c) dá as seguintes informações: O SIC é utilizado para indicar a existência de faixa ou pista exclusiva de ciclistas, sendo na cor branca, com comprimento (c) mínimo de 1,95 m e máximo de 2,90 m e largura (l) mínima de 1,00 m e máxima de 1,50 m, proporcionalmente. O SIC é utilizado como reforço do sinal de regulamentação R-34 – “Circulação exclusiva de bicicletas”, em faixa/via de uso exclusivo para bicicleta (ciclofaixa ou ciclovia). O SIC **deve** ser posicionado no centro da faixa a que se destina.

Esse manual (BRASIL, 2007c) não explicita, a qual distância, as linhas contínuas brancas devem estar da guia. Supõe-se que devam ser seguidas as mesmas orientações dadas pelo manual para as linhas de bordo (LBO): Recomenda-se a colocação da LBO de 0,10 m a 0,20 m dos limites laterais da pista de rolamento. Quando junto ao canteiro central, a posição da linha de bordo é variável de acordo com as condições geométricas locais e definida por projeto específico. Quando existir barreira física, a linha de bordo **deve** distar no mínimo 0,30 m de seu limite em vias urbanas e 0,50 m em vias rurais.

A figura 5.13 ilustra essas orientações, no caso de proximidade com sarjeta e guia.

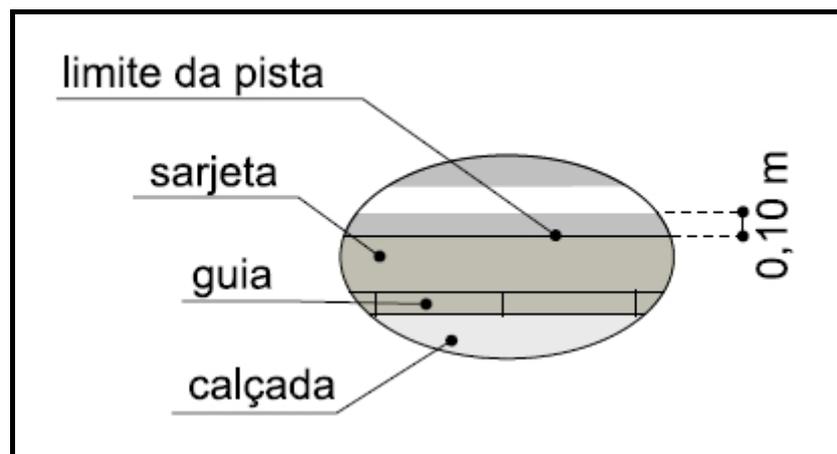


Figura 5.13: Linha de bordo nas proximidades de sarjeta e guia.

Fonte: Adptada de BRASIL (2007c).

Além das orientações do manual (BRASIL, 2007c), é importante atentar para determinados tipos de bocas-de-lobo, para imperfeições na junção entre o pavimento da pista e a sarjeta (seção **7.1 - Estrutura de pavimento, drenagem e superfície**) e para o desnível excessivo da pista nas proximidades da sarjeta, em virtude de eventuais recapeamentos. De acordo com as condições pode ser necessário realizar mudanças nos itens citados, ou aumentar a distância da linha branca delimitadora da MCI em relação à guia.

Sobre a orientação de utilização de linhas brancas contínuas para MCI, o trabalho de Hiles (1996) cita uma sugestão de Herman et al. (1993) sobre a maneira de delimitar as ciclofaixas. A proposta seria utilizar (no lado da ciclofaixa que se encontra adjacente à faixa de motorizados) duas linhas paralelas para delimitar as ciclofaixas, sendo a linha mais próxima do lado do tráfego motorizado, uma linha contínua e a do lado do tráfego de bicicletas, uma linha seccionada. O objetivo seria proibir o tráfego de veículos motorizados sobre a ciclofaixa, mas permitir que os condutores de bicicleta pudessem transpor a faixa para a área de tráfego compartilhado. Essa sugestão poderia ajudar a tornar a organização do espaço cicloviário mais flexível, no que se refere à questão da decisão de contemplar as necessidades dos condutores de bicicleta por tráfego compartilhado ou segregado. Sugere-se que sejam realizados mais estudos sobre essa proposta.

A linha contínua sugerida pelo manual do Conselho Nacional de Trânsito (Contran) (BRASIL, 2007c) pode causar problemas em áreas de acesso a imóveis, por exemplo. A figura 5.11 mostra uma guia rebaixada em área de ciclofaixa com linhas delimitadoras contínuas. Essa configuração pode gerar confusões entre motoristas e ciclistas, visto que a linha longitudinal contínua branca é utilizada para indicar proibição de transposição de faixas. Sugere-se, nesses trechos, que seja aplicada algum tipo de sinalização horizontal diferenciada, que alerte ciclistas e motoristas para a existência desse tipo de acesso - linha simples seccionada, ou sinalização similar à marcação de cruzamento rodocicloviário (MCC) (mais detalhes no capítulo **6 - Interseções**) ou outra sinalização similar a uma das apresentadas no capítulo **6 - Interseções**.

O manual (BRASIL, 2007c) também orienta que a superfície toda da ciclofaixa deva ser vermelha e, caso isso não seja possível, que devam ser utilizadas linhas vermelhas junto às linhas brancas. Foran e Galway Cycling

Campaign (2002) afirmam que implantar ciclofaixas com toda a superfície colorida pode “diluir” seu impacto e reduzir seus efeitos benéficos em interseções (mais detalhes sobre a MCC no capítulo **6 - Interseções**).

O manual (BRASIL, 2007c) também dá orientações sobre a largura mínima de ciclofaixas uni e bidirecionais. No entanto, não explicita se as linhas delimitadoras (brancas e vermelhas) estão incluídas nessa medida. Devido às dimensões envolvidas tanto das linhas (da ordem de 0,10 m a 0,30 m) assim como das ciclofaixas em si (1,50 m e 2,50 m), eventuais diferenças de interpretação da orientação do Contran podem resultar em disparidades significativas.

GEIPOT (2001b) define a largura mínima como 1,2 m e que não estão incluídas as larguras das linhas delimitadoras (0,2 m), assim como a distância mínima da guia (0,4 m). Danish Road Directorate (2000) define a largura nominal como 1,5 m, incluindo a largura da linha delimitadora de 0,3 m. Transport for London [2006?] informa que as medidas sugeridas por este trabalho são da face da guia até o meio da faixa delimitadora.

Danish Road Directorate (2000) e Dijkstra et al. (1998) afirmam que ciclofaixas com menos de 1,5 m de largura podem obrigar os condutores de bicicleta a utilizar a faixa de motorizados para realizar ultrapassagem.

De acordo com Danish Road Directorate (2000), para que haja condições razoáveis para realizar a passagem é necessário uma largura de 1,7 m. Orienta, em ciclofaixas com largura maior do que 1,8 m, que as mesmas tenham superfície colorida, argumentando que essas ciclofaixas podem ser confundidas com faixas de tráfego ou estacionamento na via.

Para Vélo Québec (2003), sem estacionamento na via, a largura das ciclofaixas deve ser de 1,5 m a 1,75 m, mas, caso o volume de bicicletas seja grande (mais de 1.500 bicicletas por dia), que a largura de 2,0 metros deve ser adotada para permitir que ciclistas passem por outros com segurança. Faixas com largura maior que 2,0 metros não são recomendadas, porque, segundo esse trabalho, motoristas podem confundi-las com uma faixa de rolamento comum, ou mesmo usá-las para realizar ultrapassagem pela direita.

O quadro 5.1 indica sugestões de alguns trabalhos para as larguras nominais e mínimas de ciclofaixas e acostamentos pavimentados.

Quadro 5.1: Sugestões de valores de larguras para ciclofaixa e acostamento pavimentado.

Fonte	Ciclofaixa (m)		Acostamento Pavimentado (m)
	Sem Estacionamento	Com Estacionamento	
Danish Road Directorate (2000)	1,5 a 1,7 / (1,2)		0,9
Dijkstra et al. (1998) Países Baixos	1,5 a 2,0 / (1,5)	+ 0,7 – paralelo + 1,0 – angular	-
GEIPOT (2001b)	1,2 (1,2)	2,0	-
Gondim (2006)	1,5 a 2,0 / (1,2)	1,5 a 1,8	-
Maryland Department of Transportation Highway Administration [2006?]	1,5 a 1,8	1,5 a 1,8	1,5 a 3,0 / (1,0)
Oregon Department of Transportation (1995)	1,5 a 1,8 / (1,5)	(1,5)	1,8 / (1,2)
Transport for London [2006?]	1,5 a 2,0 / (1,2)	-	-
Vélo Québec (2003)	1,5 a 1,75 / (1,2)	1,5 a 1,8	1,0 a 1,75

Nota: valores mínimos entre parêntesis “()”.

Segundo Transport for London [2006?], ciclofaixas em vias de limite de velocidade de 64 Km/h (40 mph), ou acima disso, devem ter preferencialmente larguras de mais de 1,5 m. Afirma que ciclofaixas não são apropriadas quando estiverem adjacentes a faixas de tráfego motorizado com 3,0 m de largura (ou menos), caso onde orienta que devam ser utilizadas ciclofaixas não obrigatórias (mais detalhes na seção **5.4 - Ciclofaixas não obrigatórias**).

Para Transport for London [2006?] existem casos de congestionamento onde uma faixa mais estreita (1,2 m) pode ser útil, permitindo que ciclistas passem veículos lentos ou parados. Essa sugestão deve ser avaliada com extrema cautela; caso as condições do tráfego não congestionado (volumes altos, altas velocidades, etc) apresentem risco aos ciclistas é preferível optar por outra medida.

“De acordo com Forester (1994), a necessidade de considerar ultrapassagens de bicicletas faz com que a largura da ciclofaixa seja maior do que a necessária, em grande parte do tempo de percurso” (GONDIM, 2006).

A orientação do manual do Contran (BRASIL, 2007c) sobre uso de ciclofaixas bidirecionais encontra restrições nas orientações de alguns trabalhos.

Gondim (2006) recomenda que as ciclofaixas bidirecionais sejam implantadas apenas ao longo de calçadas, sem cruzamento de veículos, como nos parques lineares, criados nas orlas litorâneas ou ribeirinhas. Orienta também que a largura mínima deva ser de 2,40 m.

Vélo Quebec desaconselha afirmando que a separação através de pintura no pavimento não assegura segurança suficiente aos ciclistas trafegando no sentido contrário ao do fluxo de veículos motorizados. Explica que, como estão em sentidos opostos, o impacto é potencialmente muito mais perigoso (em virtude da velocidade relativa ser maior do que no caso dos veículos estarem trafegando no mesmo sentido).

Esses ciclistas (trafegando no sentido contrário) podem ser expostos a uma situação perigosa caso algum ciclista, trafegando no sentido dos veículos motorizados, realize uma manobra de ultrapassagem sobre outro ciclista. O ciclista no sentido contrário ao dos veículos motorizados pode, para evitar o choque com os outros ciclistas, entrar na área de veículos motorizados e sofrer um acidente grave.

GEIPOT (2001b) também afirma que, por motivos de segurança, as ciclofaixas devam ser sempre unidirecionais.

Segundo Oregon Department of Transportation (1995), as ciclofaixas bidirecionais apresentam vários problemas: criam uma condição perigosa para os ciclistas; estimulam o tráfego ilegal de bicicletas no sentido contrário ao do determinado; fazem com que os ciclistas trafegando no sentido contrário tenham que encarar tráfego contrário tanto do seu lado esquerdo (bicicletas) como do seu lado direito (veículos motorizados); a transição, no final da ciclofaixa bidirecional, põe os ciclistas que estavam trafegando no sentido contrário em geral, em situações desconfortáveis.

Outra possibilidade para permitir, em vias de sentido único, o tráfego de bicicletas no sentido contrário ao dos veículos motorizados é implantar uma ciclofaixa no lado esquerdo da via. O Código de Trânsito Brasileiro, no artigo 58, parágrafo único, (mais detalhes no apêndice **Legislação**) determina que o tráfego de bicicletas no sentido contrário ao dos veículos motorizados, caso ocorra, deve ser realizado através de ciclofaixa.

A figura 5.14 apresenta um exemplo de via com ciclofaixa no sentido contrário ao dos veículos motorizados.



Figura 5.14: Ciclofaixa no sentido contrário ao do tráfego de veículos motorizados

Fonte: Dijkstra et al., 1998.

Oregon Department of Transportation (1995) declara que ciclofaixas no sentido contrário do tráfego de veículos motorizados não são usualmente recomendadas, mas que sob determinadas condições, podem ser vantajosas: caso a ciclofaixa no sentido contrário crie reduções significativas de distâncias percorridas; caso a ciclofaixa permita acesso direto a locais de grande circulação; caso aumente a segurança devido à redução de conflitos em relação à rota mais longa; onde existam poucas vias e acessos a garagens no lado da ciclofaixa no sentido contrário; caso um número substancial de ciclistas já esteja trafegando no sentido contrário nesta via; caso a via possua largura suficiente para acomodar a ciclofaixa.

Oregon Department of Transportation (1995) dá as seguintes orientações para implantação de ciclofaixa no sentido contrário: a ciclofaixa deve ser posicionada à esquerda dos veículos motorizados e delimitada por linha dupla amarela; implantar sinalização indicando o tráfego de bicicletas nos dois sentidos, em cada interseção e nos principais acessos a imóveis e estabelecimentos comerciais; semáforos existentes devem ser adaptados com focos específicos para bicicletas (com detector de presença ou botão de acionamento); nunca implantar ciclofaixas no sentido contrário ao dos veículos motorizados em vias onde esses veículos trafeguem nos dois sentidos.

De acordo com Dijkstra et al. (1998), em vias com grandes volumes de tráfego motorizado e/ou velocidades altas é recomendável a implementação de ciclovias em vez de ciclofaixas no sentido contrário. Recomenda também providenciar que a superfície desse tipo de ciclofaixa seja colorida (vermelha) assim como a repetição freqüente do símbolo de bicicleta, de modo alertar motoristas e pedestres do tráfego de bicicletas no sentido contrário. Afirma, que na Bélgica, a introdução de ciclofaixa no sentido contrario exige que a faixa de veículos motorizados tenha no mínimo 3,5 metros caso seja esperado tráfego de caminhões e 3,0 metros caso o volume de automóveis seja baixo e quase nenhum tráfego de caminhões seja esperado.

A introdução de tráfego bidirecional de bicicletas, em vias de tráfego de veículos motorizados em sentido único, geralmente diminui a velocidade média dos automóveis. Essa diminuição aumenta a segurança de todos os usuários da via. No entanto, o uso bidirecional de bicicletas neste tipo de via pode criar uma insegurança aos pedestres, visto que condutores de bicicleta podem vir de locais não esperados (Dijkstra et al., 1998).

As figuras 5.15 e 5.16 ilustram um outro tipo de ciclofaixa, a **ciclofaixa elevada**.



Figura 5.15: Ciclofaixa elevada.

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

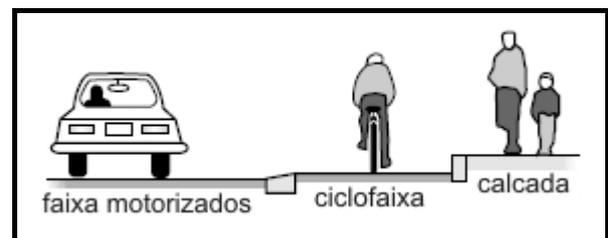


Figura 5.16: Esquemático de seção de ciclofaixa elevada.

Fonte: Adptada de Oregon Department of Transportation, 1995.

Oregon Department of Transportation (1995) discute o uso das ciclofaixas elevadas. Segundo esse trabalho as ciclofaixas elevadas incorporam a conveniência

de trafegar na via, mas com a separação psicológica de uma barreira, com as seguintes vantagens: a guia rebaixada permite que ciclistas entrem e saiam da ciclofaixa quando necessário para realizar manobras de conversão ou ultrapassagem; motoristas percebem que estão saindo da faixa de veículos motorizados quando sentem um pequeno solavanco devido ao contato com a guia rebaixada; aumentam as chances de que ciclistas que utilizam calçadas passem a usar esse tipo de ciclofaixa.

Oregon Department of Transportation (1995) realça que o projeto e a construção adequados desse tipo de ciclofaixa requerem rampas suaves e transições sem sulcos. Lembra que o custo mais elevado de construção é a sua principal desvantagem – faixas de veículos motorizados e ciclofaixas precisam ser pavimentadas separadamente, sendo que as ciclofaixas requerem equipamento de pavimentação de menor largura. No entanto afirma que os custos são amortizados, a longo prazo, pelos menores custos de manutenção: a linha delimitadora exige trabalhos de pintura menos freqüentes; esse tipo de ciclofaixa exige varreduras menos freqüente pois há menos acúmulo de entulho; o desgaste pelo uso é menor.

Os **acostamentos pavimentados** são uma forma similar às ciclofaixas. Segundo Vélo Québec (2003), por motivos de segurança, em casos de vias com tráfego de veículos motorizados nos dois sentidos, ambos os acostamentos devem ser pavimentados para diminuir a incidência de tráfego de bicicletas no sentido contrário ao dos veículos motorizados. Recomenda também que não tenham mais de 1,75 m de largura, pois caso contrário podem ser confundidos com outra faixa de veículos motorizados ou mesmo serem utilizados para ultrapassagem pela direita. Sugere, no caso de acostamento estreito, que é possível aumentar sua largura diminuindo a largura da faixa de veículos motorizados até o mínimo recomendado para aquele tipo de via. Considera que qualquer acostamento pavimentado facilitará o tráfego de condutores de bicicleta, mas que no caso de larguras inferiores às recomendadas (1,0 m – 1,75 m) não deve haver sinalização com símbolo de bicicleta.

De acordo com Maryland Department of Transportation State Highway Administration [2006?], a largura do acostamento pavimentado com objetivo de uso por condutores de bicicleta depende da velocidade e do volume de tráfego motorizado: vias com velocidades de operação maiores que 72 Km/h (45 mph) e

volumes acima de 10.000 veículos/dia devem ter uma largura mínima de acostamento de 1,5 m. No caso de volumes de tráfego maiores, largura de 1,8 m a 3,0 m. Orienta também que o acostamento deve permitir uma área livre de tráfego, além da valeta de drenagem, de no mínimo 0,9 m.

Oregon Department of Transportation (1995) recomenda que os acostamentos a serem utilizados por condutores de bicicleta devam ter uma largura de 1,8 m. Considera que essa largura permite que o ciclista trafegue longe o suficiente do limite do pavimento para evitar entulhos e ao mesmo tempo distante o suficiente dos veículos motorizados. Afirma que no caso de limitações físicas, a largura mínima deva ser de 1,2 m. No caso de acostamento adjacente à guia, defesa metálica ou outro tipo de barreira, a largura deve ser de no mínimo 1,5 m.

O manual do Contran (BRASIL, 2007c) informa que para separar a ciclofaixa podem ser instalados tachões e tachas com elementos retrorrefletivos. Dependendo das suas dimensões, os tachões e tachas podem apresentar perigo aos condutores de bicicleta que eventualmente se vejam obrigados a desviar de algum obstáculo na ciclofaixa, ou que cometam alguma falha nas manobras de passagem por outro condutor de bicicleta. Outras opções a serem avaliadas seriam a instalação de iluminação que aumente a visibilidade, moderação de tráfego de veículos motorizados, implantação de ciclovia no trecho de risco em questão e instalação de tachas de altura reduzida.

Sobre o símbolo indicativo de via, pista ou faixa de trânsito de uso de ciclistas (SIC), as orientações do manual do Contran (BRASIL, 2007c) não indicam a distância dos intervalos em que o SIC deve ser posicionado. Transport for London [2006?] define que o símbolo de bicicleta deve ser providenciado após cada ponto de tomada de decisão e em intervalos máximos de 200 metros, tanto para ciclofaixas como para ciclovias. Maryland Department of Transportation State Highway Administration [2006?] orienta para que o símbolo de bicicleta deva ser providenciado, em áreas rurais, entre intervalos de 800 m a 1.600 m, em áreas suburbanas, entre intervalos de 160 m a 800 m e em áreas urbanas, de 2 a 4 símbolos por quadra.

Oregon Department of Transportation (1995) sugere a alteração das larguras das faixas, através de aplicação de nova sinalização horizontal como maneira de adequar determinadas vias para implantação de ciclofaixa.

Danish Road Directorate (2000) declara que ciclofaixas podem ser recomendadas em vias urbanas sem comércio e com poucas interseções e que elas não resolvem os problemas de segurança criados por estacionamento de veículos na via. Alerta para o fato de que, assim como ciclovias, ciclofaixas podem diminuir os acidentes nas áreas intermediárias às interseções, mas que podem aumentar os problemas de segurança nas áreas de interseções.

Segundo Dijkstra et al. (1998), a implantação de ciclofaixa pode aumentar a velocidade de veículos motorizados, especialmente em vias de 50 Km/h.

As ciclofaixas podem ser utilizadas, além de servir como espaço de circulação da bicicleta, como elemento de moderação de tráfego, observando-se, claro, as condições de segurança dos usuários do sistema viário.

As ciclofaixas no nível da calçada, entre esta e a pista, não são aconselhadas pela maioria dos trabalhos revisados. Gondim (2006) declara que são recomendadas apenas em quarteirões extensos com pequeno número de entradas e saídas de veículos motorizados.

5.4 Ciclofaixas não obrigatórias

De acordo com os trabalhos revisados, a maneira de delimitar as ciclofaixas obrigatórias varia muito conforme o país em que ela é implantada.

De acordo com Dijkstra et al. (1998) as ciclofaixas não obrigatórias nos Países Baixos são delimitadas por uma linha seccionada, sem símbolos do tipo “bicicleta” no pavimento. Segundo esse trabalho, na Bélgica, as ciclofaixas não obrigatórias, em geral, possuem apenas tipo de pavimento diferente ou superfície na cor vermelha. Transport for London [2006?] afirma que além da linha delimitadora seccionada pode ser acrescentado coloração verde no pavimento e/ou símbolos do tipo “bicicleta”, caso seja avaliado que devido às condições seja importante realçar a ciclofaixa não obrigatória.

As figuras 5.17 e 5.18 ilustram alguns tipos de ciclofaixas não obrigatórias.



Figura 5.17: Ciclofaixa não obrigatória com pavimento diferenciado e coloração vermelha.

Fonte: Dijkstra et al., 1998.



Figura 5.18: Ciclofaixa não obrigatória com linha seccionada e coloração vermelha.

Fonte: Adptada de Dijkstra et al., 1998.

Sugerem-se mais estudos em relação à delimitação de ciclofaixa não obrigatória através de linha seccionada simples, acrescida da utilização do símbolo do tipo “bicicleta”. Esse tipo de delimitação diferenciaria as ciclofaixas não obrigatórias das ciclofaixas obrigatórias no caso da adoção da sugestão de delimitação de ciclofaixa obrigatória através do uso de linha dupla – com linha contínua (mais próxima do tráfego veículos motorizados) e linha seccionada (mais próxima tráfego bicicletas), de modo a proibir transposição de faixa por parte dos veículos motorizados e permitir essa manobra às bicicletas – (mais detalhes na seção **5.3 - Ciclofaixas**).

As ciclofaixas não obrigatórias, em geral, são criadas com o objetivo de aumentar a segurança dos ciclistas, para alertar os motoristas para o tráfego de bicicletas. Motoristas são aconselhados, mas não obrigados, a trafegar fora dela, podendo conforme a necessidade utilizar esse trecho da via, tendo, no entanto, que dar a preferência aos condutores de bicicleta que porventura estejam trafegando nessa faixa.

De acordo com as orientações de Transport for London [2006?], a implantação de ciclofaixa não obrigatória pode ser avaliada no caso da largura da pista não ser suficiente para acomodar uma ciclofaixa e o tráfego de veículos

motorizados. Orienta a largura mínima de 1,5 m. Nas vias onde a faixa de tráfego de motorizados tenha largura menor ou igual a 3,0 m e onde o estacionamento na via não seja permitido, a ciclovia deve ser do tipo não obrigatória, para permitir uso ocasional desta por veículos grandes - não devem ser estabelecidas ciclofaixas obrigatórias nesses casos.

A figura 5.19 é um esquemático com algumas sugestões de configurações de vias com ciclofaixas não obrigatórias.

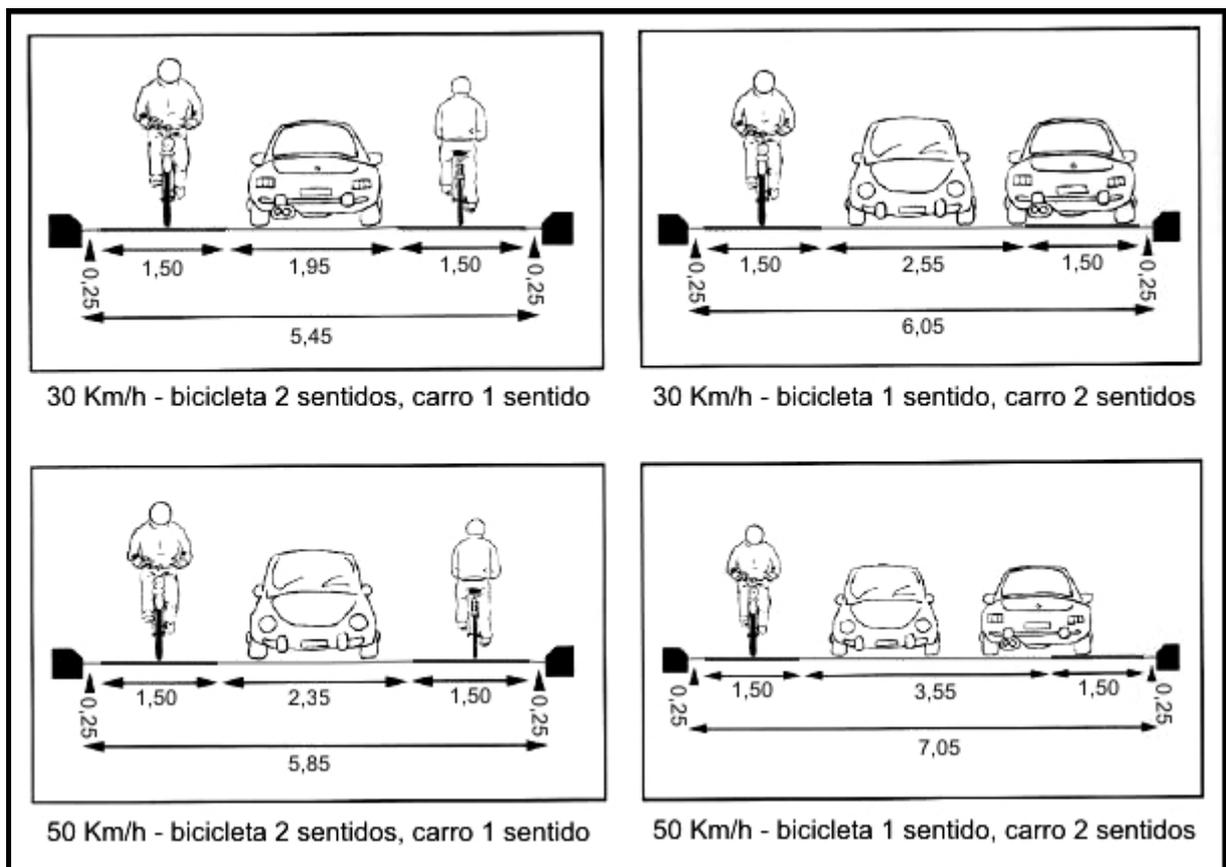


Figura 5.19: Sugestões de configurações de vias com ciclofaixas não obrigatórias.

Fonte: Adptada de Dijkstra et al., 1998.

5.5 Ciclovias

A ciclovia é uma forma de organizar o espaço de circulação da bicicleta que, pelo fato de ser separada fisicamente, deve ser projetada e implantada com muito cuidado, pois pode resultar em inadequações às necessidades dos condutores de bicicleta (problemas de segurança, aumento das distâncias percorridas, dificuldade de acesso a determinados destinos, etc).

Danish Road Directorate (2000) alerta para o fato de que, assim como as ciclofaixas, as ciclovias, podem diminuir os acidentes nas áreas intermediárias às interseções, mas que podem aumentar os problemas de segurança nas áreas de interseções. Determinados motoristas podem cometer erros do tipo “olhou, mas não viu” (HERSLUND; JØRGENSEN, 2003) (mais detalhes no capítulo **3 - Acidentes**).

Transport for London [2006?] orienta que preferencialmente as ciclovias devam ser construídas adjacentes à pista. Afirma, no caso de ser adotada a construção da calçada entre a ciclovia e a pista, que é provável que os pedestres prefiram usar a ciclovia em vez da calçada.

Segundo Transport for London [2006?], na região onde está sendo considerada a construção de uma ciclovia, mas há um número significativo de vias transversais, pode ser factível fechar o acesso a algumas delas ou mesmo convertê-las em vias de sentido único, de modo a permitir que a ciclovia seja implantada com menos interrupções. Caso essas medidas não sejam apropriadas, deve ser questionada a escolha da ciclovia como opção mais adequada.

De acordo com Danish Road Directorate (2000), o risco de acidentes com ciclistas em ciclovias diminui com o aumento da largura, tanto da ciclovia em si, como do canteiro separador. Afirma que ciclovias com 2,2 m de largura permitem que manobras de passagem de um ciclista por outro seja efetuada com segurança.

O quadro 5.2 apresenta os valores de larguras de ciclovias sugeridos por alguns trabalhos revisados.

O quadro 5.3 apresenta as sugestões de GEIPOT (2001b) para valores de larguras de acordo com o volume de tráfego de bicicletas.

Quadro 5.2: Sugestões de larguras de ciclovias.

Trabalho	Ciclovía Adjacente Tráfego motorizado (m)		Ciclovía Afastada Tráfego motorizado (m)	
	Unidirecional	Bidirecional	Unidirecional	Bidirecional
Danish Road Directorate (2000)	2,2 (1,7)	2,5 (2,5)	-	3,0 (3,0)
Gondim (2006)	2,1	2,4 a 2,7	-	-
Transport for London [2006 ?]	2,0 (1,5)	3,0 (2,0)	-	-
Vélo Québec (2003)	1,5	Sérias restrições	-	3,0

Nota: valores mínimos entre parêntesis “()”.

Quadro 5.3: Sugestão de larguras para ciclovias em função do fluxo de bicicletas.

Volume (bicicletas/hora)	Ciclovía Unidirecional	Ciclovía Bidirecional
	Largura (m)	Largura (m)
até 1.000	2,00 a 2,5	2,5 a 3,0
1.000 a 2.500	2,50 a 3,00	3,00 a 4,00
2.500 a 5.000	3,00 a 4,00	4,00 a 6,00
mais de 5.000	4,00 a 6,00	> 6,00

Fonte: Dados de GEIPOT, 2001b.

Uma alternativa para posicionamento de ciclovía é estabelecê-la no canteiro central de determinadas vias. No entanto, essa escolha deve ser avaliada com extrema cautela. A possibilidade desse tipo de ciclovía ser adequada encontra maiores chances em regiões (por exemplo, áreas industriais) onde as quadras são grandes, o número de acessos a destinos é menor e o volume e a velocidade de veículos motorizados são altos. É importante lembrar que esse tipo de ciclovía exige que os condutores de bicicletas tenham que atravessar a via tanto para entrar na ciclovía como para sair dela – esses pontos de entrada e saída são, em geral, problemáticos.

É importante providenciar conexões com todas as vias transversais à via onde esteja situada essa ciclovía, mesmo nas que originalmente não resultem em

interseção com a ciclovia em si (interseção em “T”). A figura 5.20 ilustra esse tipo de conexão.



Figura 5.20: Acesso da ciclovia à vias transversais.

Fonte: Adptada de Brewer, 2001.

As ciclovias, em especial as situadas em canteiros centrais, podem acrescentar tempos de viagem, distâncias percorridas, assim como incômodos tais que podem fazer com que determinados ciclistas não considerem que as vantagens por elas fornecidas sejam suficientes.

Uma medida que tem o intuito de aumentar a segurança dos condutores de bicicletas, no caso de ciclovias posicionadas nas laterais de vias, é a implantação de canteiros separadores.

Segundo Danish Road Directorate (2000), o conforto extra e a redução no risco percebido propiciados pelo canteiro separador são argumentos em favor da implantação de ciclovias com esse tipo de separação, no caso de vias de alta velocidade e grandes distâncias entre interseções. Para este trabalho, basicamente todas as vias com velocidade abaixo de 60 Km/h, não deveriam, devido ao número de interseções, utilizar a ciclovia com canteiro separador. Declara, no entanto, que não são adequados, em termos de segurança, nas interseções. Recomenda, portanto, que o canteiro separador seja evitado nas proximidades destas.

Para Danish Road Directorate (2000) o uso do canteiro separador é interessante em vias expressas e que nesses casos, de acordo com as condições, é possível evitar a instalação de guias e também de drenagem. Nesses casos comenta ser usual a adoção de canteiro separador com 1,5 m de largura. Em vias urbanas, aconselha a instalação de guia entre a pista e o canteiro separador, para evitar estacionamento de veículos motorizados no canteiro, assim como para

melhorar a drenagem. Nesses casos, canteiros com árvores devem ter pelo menos 2,0 m e canteiros apenas com grama, no mínimo 0,6 m.

Com relação à altura das guias, Danish Road Directorate (2000) faz as seguintes recomendações: entre a pista e ciclovia (ou canteiro separador) de 7 a 12 cm e entre a ciclovia e a calçada de 5 a 9 cm.

Danish Road Directorate (2000) lembra que a configuração das entradas (no início) e das saídas (no fim) das ciclovias requerem cuidados especiais. Nesses pontos a transição deve ser suave, sem arestas no pavimento. Afirma que não deve ocorrer estreitamento da pista caso a ciclovia continue como ciclofaixa ou acostamento pavimentado e que os condutores de bicicleta devem ser capazes de continuar trafegando sem necessidade de desvios laterais.

No caso da ciclovia terminar numa interseção, cuidados adicionais devem ser tomados. (mais detalhes no capítulo **6 - Interseções**).

A figura 5.21 ilustra uma transição suave e adequada de uma ciclovia para uma ciclofaixa.



Figura 5.21: Transição suave de ciclovia para ciclofaixa.

Fonte: Danish Road Directorate, 2000.

As ciclovias afastadas do tráfego motorizado, muitas vezes, têm características um pouco distintas das ciclovias construídas próximas ao tráfego dos veículos motorizados.

Foran e Galway Cycling Campaign (2002) lembram que as ciclovias afastadas do tráfego de veículos motorizados, mesmo não sendo formalmente construídas como bidirecionais, serão utilizadas como tais por vários ciclistas,

especialmente iniciantes. Estes autores consideram importante que esse fator seja considerado no momento da realização do projeto. De maneira similar Oregon Department of Transportation (1995) afirma que apesar de que em determinados casos a necessidade possa ser apenas de uma via com tráfego unidirecional de bicicletas, é importante atentar para o fato de que esse tipo de estrutura em geral é utilizada como bidirecional, especialmente por pedestres.

Danish Road Directorate (2000) orienta que nas ciclovias afastadas do tráfego motorizado podem ser implementadas faixas anexas para pedestres. Nesse caso ela se enquadraria mais na definição do que alguns autores chamam de **trilha multiuso** – onde ocorre tráfego compartilhado entre bicicletas, pedestres, patins e *skates*.

A figura 5.22 ilustra esse tipo de construção.



Figura 5.22: Trilha multiuso com área exclusiva para pedestres.

Fonte: Florida Department of Transportation, 2000.

Oregon Department of Transportation (1995) recomenda a largura padrão de 3,0 m para as trilhas multiuso e no caso de grande número de usuários, 3,6 m.

Vários trabalhos apresentam restrições à construção de ciclovias bidirecionais. Transport for London [2006?], Danish Road Directorate (2000) e Dijkstra et al (1998) fazem menção ao aumento do risco de acidentes das ciclovias bidirecionais nas interseções. Foran e Galway Cycling Campaign (2002) afirmam que há registros de aumentos de até 10 vezes no número de acidentes envolvendo bicicletas e veículos motorizados.

Vélo Québec (2003) considera que a ciclovia bidirecional adjacente ao tráfego de veículos motorizados é, de modo geral, desaconselhável, sendo sua construção considerada aceitável nas seguintes condições: em vias sem interseções ou sem acessos em um dos seus lados, como por exemplo, ao longo de um rio ou linha de trem; em vias de tráfego motorizado de sentido único com um limitado número de interseções e acessos (ideal - menos de um a cada 300 m) e preferencialmente com apenas uma faixa de tráfego de veículos motorizados; em vias de tráfego de veículos motorizados nos dois sentidos onde sejam proibidas conversões à esquerda e com um limitado número de interseções e acessos (ideal - menos de um a cada 300 m).

Dijkstra et al (1998) apresentam algumas características das ciclovias bidirecionais: ciclistas com origem e destino em apenas um lado da via não necessitam cruzar a via; no caso de via com várias interseções do tipo "T", em um dos lados dessa via (onde está instalada a ciclovia) os ciclistas não têm que cruzar as vias transversais; a construção de uma ciclovia bidirecional em um dos lados da via necessita de menos espaço do que duas ciclovias unidirecionais, uma em cada lado da via; melhor fluxo de veículos motorizados; problemas nas interseções visto que os motoristas nem sempre esperam ciclistas nos dois sentidos; riscos de choques frontais entre ciclistas; ciclistas se vêem obrigados a passar por muitas interseções caso a ciclovia não seja bem conectada com as demais vias de uso dos ciclistas; aumento da velocidade dos veículos motorizados; maiores chances de acidentes ou conflitos envolvendo bicicletas e veículos motorizados.

A volta dos ciclistas, que estão no sentido contrário ao dos veículos motorizados, para o tráfego no sentido principal (dos motorizados), em geral, é problemática. Avaliar se essa transição pode ser realizada adequadamente é um dos fatores que deve ser levado em conta na decisão da construção de uma ciclovia bidirecional.

5.6 O espaço de circulação da bicicleta e o estacionamento na via.

O estacionamento na via traz implicações diretas ao tráfego dos condutores de bicicleta. Acidentes relacionados à abertura de portas (mais detalhes no capítulo 3 - **Acidentes**), acidentes com veículos saindo de estacionamentos (principalmente estacionamento angular) e diminuição do espaço útil de circulação dos ciclistas são algumas das consequências do estacionamento na via.

Assim como é avaliado que em determinadas vias deva ser proibido o estacionamento para permitir o tráfego adequado de veículos motorizados, o mesmo deve ser feito para permitir o tráfego adequado de bicicletas.

De acordo com Oregon Department of Transportation (1995), em alguns casos o estacionamento apenas de um lado da via pode ser suficiente para acomodar as necessidades de residências e/ou comércio. Comenta também sobre a possibilidade de alternar lado da via com estacionamento.

O estacionamento no lado esquerdo da via oferece, aos condutores de bicicleta, menos interferências de abertura de portas dos motoristas, mas, segundo Gondim (2001), por outro lado contribui para o aumento de riscos de acidentes devido a maiores restrições de visibilidade do tráfego.

Danish Road Directorate (2000) lembra que as manobras dos veículos motorizados para estacionar ou parar os veículos podem ocasionar acidentes. Afirma que estacionamento apenas de um lado da via pode aumentar os riscos de acidentes devido a manobras perigosas.

As vias com mais de uma faixa de tráfego de veículos motorizados são as que podem apresentar maiores problemas com esse tipo de configuração.

Segundo Danish Road Directorate (2000) a proibição de estacionamento na via leva a redução de acidentes, mesmo com a possibilidade de aumento da velocidade dos veículos. Orienta, no caso de haver permissão de estacionamento, que este deva ocorrer através de baias e delimitação de faixa de estacionamento, ou através da delimitação de velocidade máxima de 30 Km/h. No caso de estacionamento em ângulo⁴, orienta para limite de velocidade de 10 a 20 Km/h.

⁴ Estacionamento em ângulos diferentes do de 0° (paralelo à guia). Os mais usuais são os estacionamentos de 30°, 45°, 60° e 90° em relação à guia.

Oregon Department of Transportation (1995) afirma que o estacionamento em ângulo causa muitos conflitos, pois motoristas em manobra de marcha à ré têm pouca visibilidade dos ciclistas e os veículos estacionados dificultam a percepção dos ciclistas de que existem veículos em manobra de marcha à ré. Sugere nas vias de sentido único, caso seja avaliado que o estacionamento em ângulo é necessário, que seja posicionado no lado esquerdo destas.

O estacionamento em ângulo é especialmente problemático quando é projetado para o comprimento de veículos médios. É comum ver veículos do tipo caminhonete com a parte traseira invadindo a faixa de tráfego, que além de obrigar os condutores de bicicleta a se posicionarem mais ao centro da faixa de tráfego, faz com que o tempo que o ciclista tenha para evitar o choque, após ter notado o movimento do veículo saindo do estacionamento, seja muito pequeno.

A figura 4.27 ilustra o conflito entre um ciclista e um carro saindo do estacionamento em ângulo.

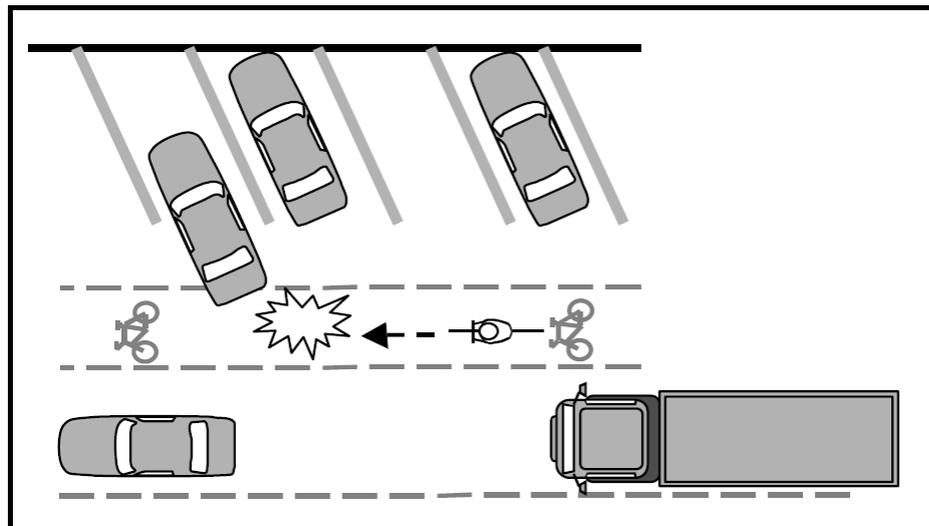


Figura 5.23: Esquemático de conflito em estacionamento em ângulo.

Fonte: Adptada de Foran e Galway Cycling Campaign, 2002.

Gondim (2006) não recomenda a colocação de faixa de circulação de bicicletas ao longo de vagas posicionadas a 30°, 45°, 60° ou 90°.

De acordo com Danish Road Directorate (2000), apenas estacionamento paralelo à guia pode ser aceito em vias com ciclofaixa. Este trabalho considera que o estacionamento em ângulo aumenta o risco de acidente de forma tão acentuada que

apenas podem ser aceitos quando alocados em áreas fora das vias, ou em vias locais, nas quais as ciclofaixas não sejam necessárias.

Maryland Department of Transportation State Highway Administration, [2006?] apresenta uma outra versão de estacionamento em ângulo, o estacionamento em ângulo “reverso”. Este trabalho cita as seguintes vantagens desse tipo de estacionamento: aumento de capacidade de vagas e redução de largura de vias; ciclistas mais visíveis aos motoristas quando comparado com estacionamento em ângulo padrão ou paralelo à guia; sem risco de acidentes com abertura de portas envolvendo ciclistas; direciona os condutores dos veículos direto para a calçada.

A figura 5.24 apresenta esse tipo de estacionamento junto a uma ciclofaixa.



Figura 5.24: Estacionamento em ângulo “reverso”.

Fonte: Maryland Department of Transportation State Highway Administration, [2006?].

Sugere-se que essa escolha de estacionamento em ângulo seja avaliada cuidadosamente. Dependendo dos objetivos almejados, as vantagens acima descritas podem ser contrárias ao que se busca, como por exemplo, a característica de maior número de vagas. Uma característica importante desse tipo de estacionamento é o espaço requerido para manobra, que é um fator a ser considerado na avaliação de escolha de tipo de estacionamento. Seria interessante também que fossem realizados mais estudos sobre o comportamento dos usuários

do sistema viário com relação a essa opção, visto que nas poucas situações em que é utilizada no Brasil, ocorre, em geral, em áreas isoladas da pista de rolamento.

O manual do Contran (BRASIL, 2007c), nas orientações sobre ciclofaixa, não explicita a relação das ciclofaixas com o estacionamento na via, recomendando sua colocação na lateral da pista. Uma possível interpretação dessa recomendação é que caso seja decidido pelo estacionamento de veículos na via, que este seja alocado entre a ciclofaixa (junto à guia) e a faixa de tráfego de motorizados.

Oregon Department of Transportation (1995), Transport for London [2006?] e Danish Road Directorate (2000) são mais específicos, orientando que o estacionamento na via, no caso de haver ciclofaixa, deve ser estabelecido junto à guia e a ciclofaixa, entre a faixa de estacionamento e a faixa de tráfego de veículos motorizados.

Chicago Department of Transportation (2002) apresenta os seguintes motivos para que as ciclofaixas não sejam posicionadas entre a guia e a faixa de estacionamento: alto risco de acidentes em interseções e acessos à imóveis devido ao fato dos motoristas não esperarem que bicicletas surjam detrás dos veículos estacionados – ciclistas trafegando junto ao tráfego de veículos motorizados têm mais chances de serem vistos; ciclistas não têm espaço para desviar de entulho na ciclofaixa ou de pessoas carregando ou descarregando objetos dos veículos estacionados.

Foran e Galway Cycling Campaign (2002) acrescentam, no caso de estacionamento entre a ciclofaixa (ou ciclovia) e a faixa de tráfego, que é mais difícil que a manutenção da ciclofaixa (ou ciclovia) seja feita adequadamente.

Para Transport for London [2006?], no caso de ciclofaixa com estacionamento, o procedimento padrão é implantar a baia de estacionamento (junto à guia) com sinalização horizontal de delimitação. Para diminuir os riscos de acidentes com abertura de portas, sugere que seja estabelecido um vão de 0,5 a 1,0 m entre a linha de delimitação da baia de estacionamento e a linha de delimitação da ciclofaixa.

Danish Road Directorate (2000) afirma, no caso de haver permissão de estacionamento de veículos junto à guia, que uma ciclofaixa de 2 m de largura permite que os condutores de bicicleta realizem manobras de passagem com segurança, assim como aumenta suas chances de evitar acidentes com pedestres e

portas abertas. Caso possível, uma ilha, criada através de sinalização horizontal, de 1 m de largura pode ser implementada entre a ciclofaixa e a faixa de estacionamento. Sugere a opção de baia de estacionamento de 2,5 m de largura para que os motoristas possam abrir portas sem invadir o espaço da ciclofaixa. A ciclofaixa nesse caso não precisa ser mais larga, mas deve ser delimitada por linha seccionada.

Vélo Québec (2003) sugere dimensões semelhante: ciclofaixa de 1,5 m a 1,8 m; faixa de estacionamento de 2,1 a 2,5 m.

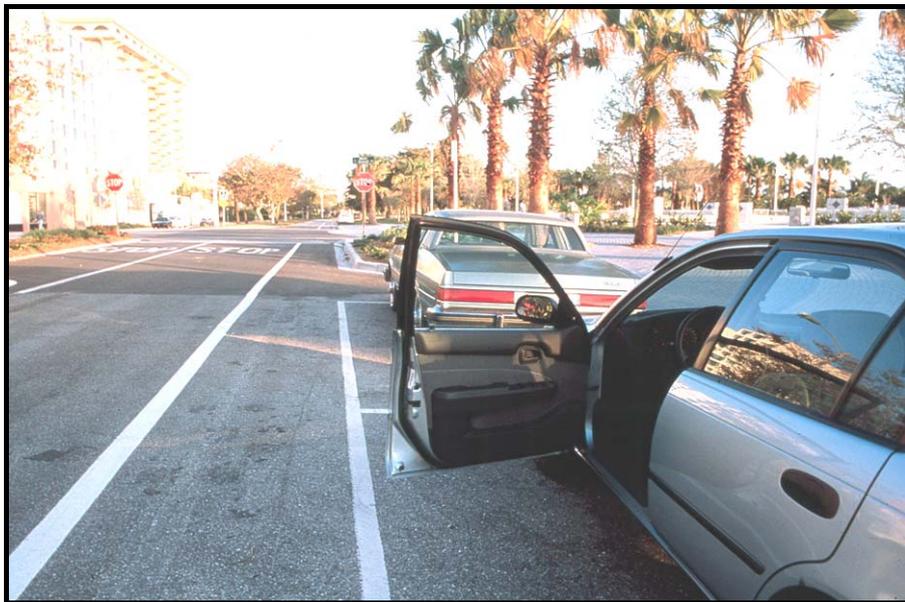


Figura 5.25: Estacionamento e ciclofaixa.

Fonte: <http://www.pedbikeimages.org>

A figura 5.25 ilustra um estacionamento junto à guia, com baia de estacionamento demarcada por sinalização horizontal e com largura suficiente para que ocorra abertura de porta sem que a mesma invada a área da ciclofaixa.

Maryland Department of Transportation State Highway Administration [2006?] dá algumas sugestões de utilização de marcação e símbolos no pavimento da ciclofaixa para diminuir os riscos de acidentes com abertura de portas. As figuras 26 e 27 ilustram essas sugestões.

A figura 5.26 apresenta um esquemático de sinalização horizontal de ciclofaixa com marcas diagonais utilizadas com intuito de indicar aos condutores de bicicleta a área ocupada pelas portas de veículos estacionados. A idéia é estimular os ciclistas a ocuparem a região mais à esquerda da ciclofaixa.

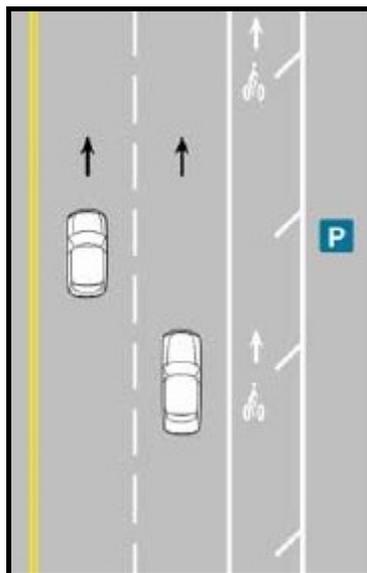


Figura 5.26: Ciclofaixa com marcas diagonais indicando área ocupada na abertura de portas.

Fonte: Maryland Department of Transportation State Highway Administration [2006?].

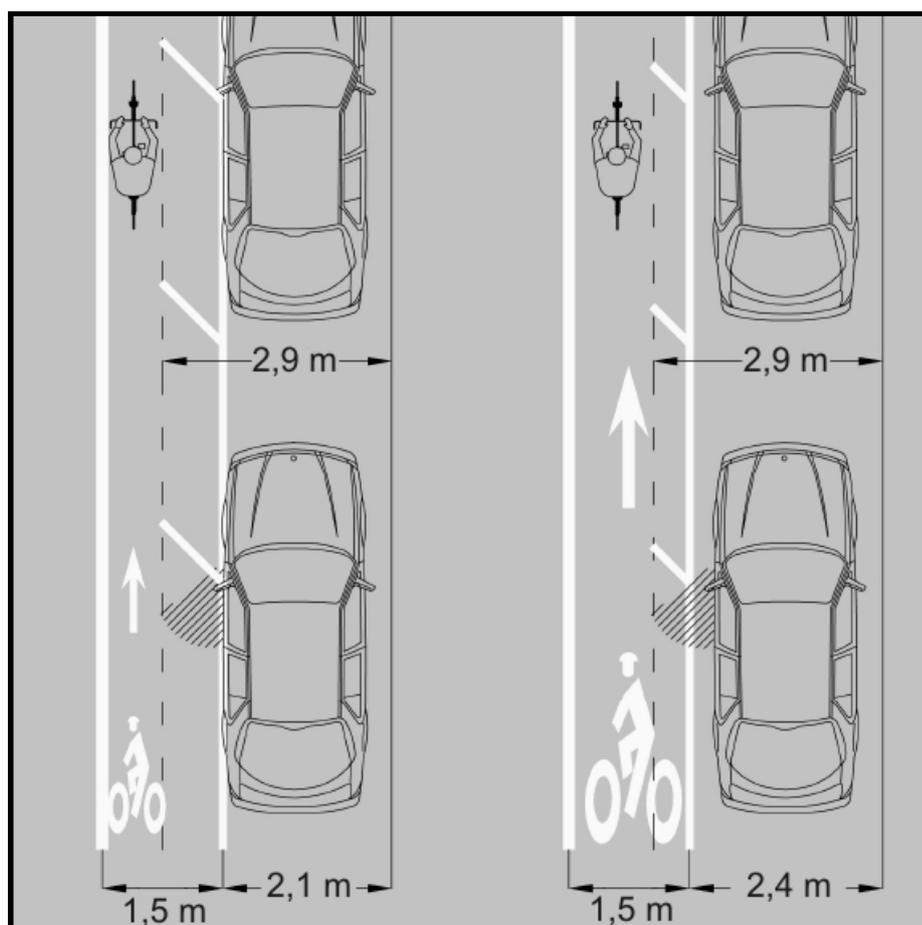


Figura 5.27: Utilização de símbolo tipo “bicicleta” de tamanhos diferentes.

Fonte: Maryland Department of Transportation State Highway Administration [2006?].

A figura 5.27 apresenta sugestões de utilização do símbolo tipo “bicicleta”. No caso de largura de faixa de estacionamento de 2,4 m, sugestão com símbolo padrão. No caso de faixa de estacionamento com largura de 2,1 m, a sugestão de símbolo menor, posicionado mais à esquerda na ciclofaixa, com intuito de orientar os condutores de bicicleta a se posicionarem nessa área da ciclofaixa para diminuir os riscos de acidentes com abertura de portas.

Como o manual do Contran (BRASIL, 2007c) apenas recomenda que a ciclofaixa seja posicionada na lateral da via, pode ocorrer que ciclofaixas sejam estabelecidas entre a faixa de estacionamento (junto à guia) e a faixa de tráfego de motorizados. O manual orienta que as ciclofaixas devam ser delimitadas por linha simples contínua branca. Esse fato pode gerar confusão entre os usuários do sistema viário porque podem surgir dúvidas sobre a possibilidade dos motoristas realizarem transposição de faixas para estacionarem seus veículos junta à guia.

Transport for London [2006?] e Danish Road Directorate (2000) explicitam nas suas orientações que nas vias com ciclofaixas e estacionamento junto à guia, que as ciclofaixas devam ser delimitadas por linhas seccionadas.

Transport for London [2006?] lembra que em Londres é permitido que os táxis utilizem as ciclofaixas para possibilitar a entrada e saída de passageiros.

Em trechos com estacionamento permitido, intercalado por trechos curtos com estacionamento proibido é recomendado por Transport for London [2006?] manter a posição da ciclofaixa sem criar “ziguezague”. Recomenda, para distâncias de estacionamento proibido de até aproximadamente 35 m, que seja seguido esse procedimento.

Segundo Dijkstra et al. (1998), nos casos de vias de tráfego de veículos motorizados com sentido único e com ciclofaixa no sentido contrário (do lado esquerdo da via), que é mais seguro proibir o estacionamento no lado esquerdo da via.

A opção de adotar ciclofaixa combinada com faixa de estacionamento é sugerida por Dijkstra et al. (1998) e Vélo Québec (2003). Sugerem larguras entre 3,8 e 4,0 m e no caso de haver muito carregamento/descarregamento de objetos a largura de 4,70 m.

O estacionamento na via torna mais difícil aos motoristas ver os ciclistas. Alguns trabalhos recomendam que o estacionamento na via seja proibido em áreas próximas de interseções. Mais detalhes no capítulo **6 - Interseções**.



Figura 5.28: Ciclovia bidirecional com área de segurança entre a faixa de estacionamento.

Fonte: <http://www.pedbikeimages.org>

No caso de ciclovia, Vélo Québec (2003) orienta, se esta for construída entre a faixa de estacionamento e a calçada, que uma área de segurança de pelo menos 0,5 m de largura deva ser incluída para permitir abertura segura de portas. A figura 5.28 ilustra uma maneira de permitir tal área de segurança; outra maneira é aumentar a largura da ciclovia.

No caso de estacionamento em vias com tráfego compartilhado, pode ser utilizada a opção de implantação de sinalização horizontal de tráfego compartilhado, que tem como uma de suas funções, a de ajudar os condutores de bicicleta a se posicionarem de modo a diminuir riscos de acidentes com abertura de portas (ver figuras 5.6 e 5.7).

A figura 5.29 apresenta um esquemático com sugestão de dimensões do símbolo de tráfego compartilhado.

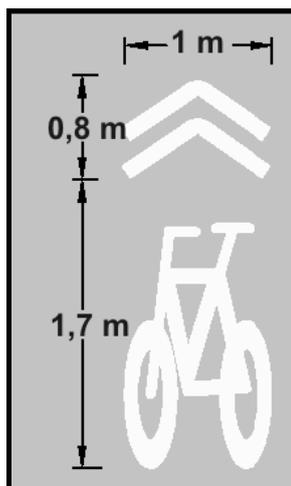


Figura 5.29: Dimensões do símbolo de tráfego compartilhado.

Fonte: Adptada de Maryland Department of Transportation State Highway Administration [2006?].

5.7 O espaço de circulação das bicicletas e dos ônibus.

Bicicletas e ônibus possuem características muito distintas, no que se refere a tamanho, massa, manobrabilidade e visibilidade aos demais usuários do sistema viário. Essas características, aliadas à necessidade dos ônibus de realizarem constantes paradas para embarque e desembarque de passageiros, fazem com que ocorra uma série de conflitos entre esses dois modos de transporte, em especial nos pontos de parada de ônibus.

Os pontos de parada de ônibus, em geral, apresentam duas configurações principais: pontos sem criação de baia específica e ônibus parando na faixa de tráfego; baia específica (reentrância na calçada) para parada de ônibus, sendo que a largura da baia pode permitir que o ônibus permaneça totalmente ou apenas parcialmente dentro da baia.

Os pontos de parada com baia permitem que os condutores de bicicleta passem pelos ônibus parados sem ter que realizar movimentos laterais ou transposição de faixas (no caso de ônibus totalmente dentro da baia), no entanto criam dificuldades para os ônibus retornarem ao tráfego normal. Com relação às pessoas aguardando no ponto de parada, a visibilidade que estas têm dos ônibus, em especial da identificação da linha do ônibus, é prejudicada, em virtude do recuo do ponto. Outra característica da parada com baia é dificuldade adicional que o motorista do ônibus tem em parar paralelo e próximo à guia; nos casos de ônibus com acesso a cadeirantes, essa condição é especialmente importante para permitir o embarque adequado desses passageiros. Conflitos podem ocorrer também no momento da entrada e saída do ônibus na baia, caso haja um ciclista nessa área.

O ciclista ao passar por uma baia de parada sem sinalização horizontal pode perder a referência da rota a manter, por isso a delimitação da baia por linha simples seccionada é importante para auxiliar o ciclista a manter uma rota sem oscilações laterais.

Os pontos de parada de ônibus sem baia permitem que os ônibus retornem ao tráfego com facilidade. No caso de ônibus parado o ciclista pode optar por esperar que termine o embarque e desembarque de passageiros ou optar por ultrapassar o ônibus. A espera do ciclista, dependendo do ônibus pode ser insalubre, visto que em alguns ônibus a ponta do escapamento está posicionada na parte inferior traseira, sujeitando o ciclista a uma quantidade grande de gases

provenientes da combustão, em geral, do diesel. Seria interessante, não somente para os condutores de bicicleta, mas para todos os demais usuários do sistema viário, que a saída dos gases da combustão ocorresse na parte superior de todos os veículos de grande porte.

A opção de ultrapassar o ônibus também é complicada. A ultrapassagem pode ser uma manobra de risco, em virtude da velocidade dos veículos motorizados da faixa à esquerda. Além disso, caso o ônibus inicie o movimento durante a ultrapassagem, o ciclista pode ter dificuldades para conseguir finalizá-la, podendo ocorrer deste ficar numa posição perigosa, “espremido” entre o ônibus e um eventual veículo na faixa da esquerda.

Um outro tipo de conflito pode ocorrer, tanto nos pontos de parada com baia como nos sem baia. Determinados condutores de ônibus, ao se aproximarem dos pontos de parada, no caso de se depararem com um condutor de bicicleta, decidem ultrapassá-lo para em seguida parar, mesmo que não haja condições seguras para tal (realizando a manobra popularmente conhecida como “fechada”).

Uma ciclovia curta passando por trás do abrigo do ponto de parada de ônibus pode servir a dois propósitos: servir de alternativa ao condutor de bicicleta para ultrapassar os ônibus parados e na aproximação dos ônibus, servir ao ciclista como rota de escape, com intuito de diminuir a possibilidade de conflito (“fechada”).



Figura 5.30: Ciclovia curta atrás de abrigo de parada de ônibus.

Fonte: Adptada de Austroads, 2005b.

A figura 5.30 ilustra uma ciclovia com esse intuito.

De acordo com Austroads (2005c), essa maneira de organizar o tráfego de bicicleta pode causar conflitos, principalmente, com passageiros desembarcando

de ônibus, porque nesse caso várias pessoas atravessam, em seqüência, a ciclovia. Afirma que essa opção pode servir melhor nos pontos em que a maioria das pessoas embarca nos ônibus, pois não ocorre a travessia da ciclovia por várias pessoas ao mesmo tempo, como no desembarque. Declara também que nesses pontos, o tempo de parada dos ônibus é maior visto que o embarque ocorre, em geral, mais lentamente – a via alternativa para permitir que os ciclistas ultrapassem os ônibus é mais atraente em pontos onde o tempo de espera é maior.

No entanto, Foran e Galway Cycling Campaign (2002) afirmam que essa ciclovia pode ser útil para condutores de bicicleta iniciantes e crianças, mas que ciclistas mais experientes provavelmente não a usarão, preferindo ultrapassar os ônibus pela faixa de tráfego compartilhada. Lembram que a inserção dos ciclistas na faixa de tráfego compartilhado, após o término da ciclovia, também pode gerar conflitos.

A utilização dessa ciclovia pode ser útil em pontos de parada de ônibus atendidos por várias linhas de ônibus, nos quais, em horários de pico de tráfego ocorrem filas de ônibus parados – nesse tipo de situação, caso não haja ciclofaixa, é muito difícil para o condutor de bicicleta ultrapassar, pela esquerda, a seqüência de ônibus.

É muito importante que as áreas de embarque e desembarque desses pontos de parada de ônibus sejam delimitadas fisicamente, de modo a diminuir os pontos de conflitos entre os condutores de bicicleta e as pessoas entrando e saindo dessas áreas.

Para Transport for London [2006?], a decisão de adotar, assim como a maneira como serão implantadas as ciclovias atrás dos abrigos de paradas de ônibus, devem considerar cuidadosamente os seguintes fatores: número de passageiros nesses pontos de parada em diversos períodos do dia; as rotas de pedestres, com origem e destino nesses pontos de parada; acesso a cadeirantes.

Sugere-se que mais estudos sejam realizados sobre esse tipo de organização do espaço de circulação da bicicleta em áreas de pontos de parada de ônibus.

No caso de haver segregação, do tipo ciclofaixa ou ciclovia, existem outras sugestões de como organizar o espaço de circulação da bicicleta.

No caso de haver ciclovias, as sugestões encontradas na literatura revisada são fazer com que a ciclovias passe por trás do abrigo do ponto ou pela frente deste, ou interromper a ciclovias na área próxima do ponto de parada. A figura 5.31 ilustra um ponto de parada de ônibus com ciclovias passando por trás de um ponto de parada na Dinamarca. De acordo com Dijkstra et al. (1998), na Dinamarca, nesse tipo de parada onde há uma espécie de plataforma (similar a um refúgio de pedestre) entre a ciclovias e o ônibus, os ciclistas têm a preferência sobre os pedestres.



Figura 5.31: Ponto de parada de ônibus com ciclovias passando por trás.

Fonte: Dijkstra et al. (1998).



Figura 5.32: Ponto de parada de ônibus com ciclovias passando pela frente.

Fonte: Adaptada de Transport for London [2006?].

A figura 5.32 ilustra um ponto de parada de ônibus com ciclovia passando pela frente do mesmo. Nesse exemplo a sinalização de “dê a preferência” e a saliência do tipo lombada, são utilizadas para reforçar a preferência dos pedestres sobre os ciclistas.

De acordo com Dijkstra et al. (1998), na Dinamarca, quando não existe uma plataforma de embarque entre a ciclovia e o ônibus, a preferência é do pedestre. A figura 5.33 ilustra esse caso.



Figura 5.33: Ponto de parada de ônibus com preferência para os passageiros.

Fonte: Dijkstra et al. (1998).

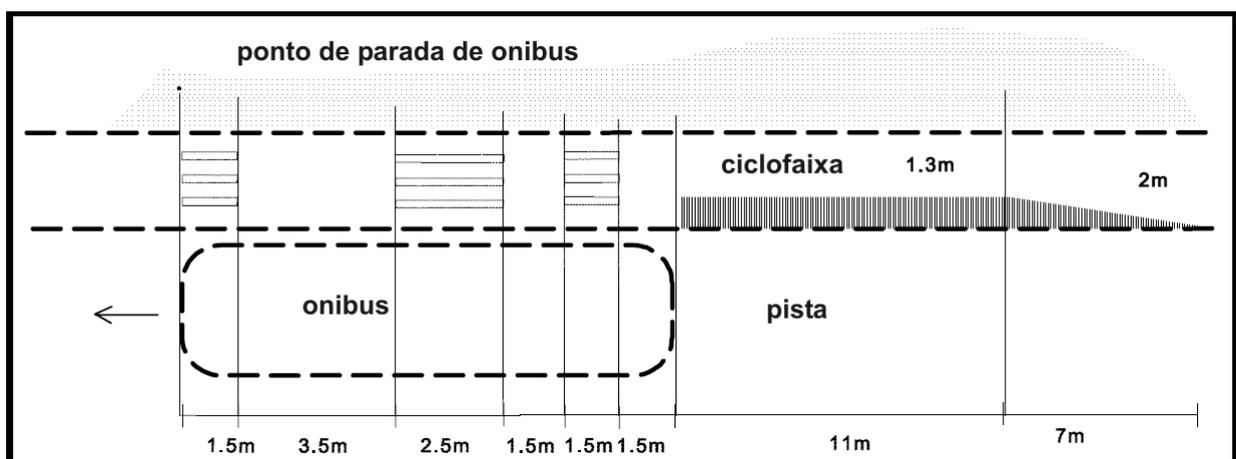


Figura 5.34: Esquemático da transição da ciclovia e da ciclofaixa em ponto de parada de ônibus.

Fonte: Adptada de Dijkstra et al. (1998).

A figura 5.34 apresenta um esquemático de organização do espaço de circulação da bicicleta no caso de haver ciclovia e não haver espaço suficiente para implantação de plataforma de embarque e desembarque. A ciclovia é finalizada um pouco antes do ponto de parada, sendo então implantada uma ciclofaixa. Através de marcas no pavimento a largura da ciclofaixa é reduzida, de modo que o condutor de bicicleta se aproxime mais da guia - o objetivo é alertar o ciclista da proximidade com o ponto de parada de ônibus assim como aumentar a distância entre os passageiros desembarcando e o ciclista. Faixas de pedestres, nas regiões das portas de embarque e desembarque são aplicadas no pavimento.

Sugere-se a possibilidade de implantar uma pequena plataforma, utilizando a área de estreitamento da ciclofaixa, para facilitar o embarque e desembarque, assim como aumentar a segurança dos passageiros.

Segundo Austroads (2005c), no caso de ciclofaixa junto à guia, os problemas são basicamente os mesmos do caso de tráfego compartilhado, mas exacerbados pelo fato dos ônibus estarem mais distantes dos pontos de parada.

O exemplo acima (figura 5.33), em que o ciclista dá a preferência ao pedestre, pode ser aplicado para ciclofaixas junto à guia, resultando em algumas das características das paradas com tráfego compartilhado e sem baia. No entanto, caso o ponto de parada seja atendido por ônibus com acesso a cadeirantes, é recomendado elevar todo esse trecho da ciclofaixa.

No caso de ciclofaixa e baia de parada de ônibus, uma possibilidade é implantar uma ciclofaixa não obrigatória na área em frente à baia de parada de ônibus, através de aplicação de sinalização horizontal com linha simples seccionada. Sugere-se que o símbolo do tipo "bicicleta" seja aplicado antes, depois e na área em frente ao ponto de parada, de modo a alertar os condutores de ônibus, nas manobras de parada e saída do ponto, para a possibilidade de haver ciclista na ciclofaixa. Recomenda-se também a aplicação de coloração de destaque ao pavimento, na área do ponto de parada.

Wood (1998), citado por Austroads (2005b) afirma que, obrigar os ciclistas a darem a preferência ou a esperarem os ônibus saírem dos pontos de parada, põe os condutores de bicicleta em desvantagem em relação aos condutores de veículos motorizados, que têm mais facilidade para ultrapassar ônibus parados que ciclistas. Para Wood (1998), esse tipo de organização do trânsito dá a preferência aos

veículos motorizados.

Sugere-se uma opção para ser melhor estudada. Implantação de uma baia que acomode apenas uma parte da largura total do ônibus, de modo a facilitar a ultrapassagem de ciclistas, mas que não deixe espaço na faixa de tráfego para a passagem de um veículo motorizado do tipo automóvel. A ciclofaixa (não obrigatória) deve ser alargada, nesse trecho, de modo a salientar a parte da pista utilizada pelos ciclistas. Delimitação por linha simples seccionada e pavimento em cor de destaque. Símbolos do tipo “bicicleta” antes, depois e na região em frente à baia de parada – nessa área o símbolo deve ser posicionado na parte mais à esquerda da faixa, de modo que o mesmo seja visível mesmo quando houver um ônibus parado na baia. Com a utilização dessa sugestão algumas das desvantagens do uso de baia de parada “padrão” podem ser diminuídas – menor dificuldade do ônibus parar em paralelo à guia devido ao menor deslocamento lateral; menor dificuldade da volta do ônibus ao tráfego normal, visto que a maior parte dos veículos da faixa ocupada parcialmente pelo ônibus também estão parados (com exceção de motocicletas), menor diminuição da visibilidade das pessoas aguardando no ponto em virtude do menor recuo lateral; menor dificuldade para ultrapassagem de ciclistas.

Sobre a localização de pontos de parada de ônibus, Danish Road Directorate (2000) dá as seguintes orientações: nunca devem ser posicionados imediatamente antes da linha de retenção das interseções com semáforos, caso contrário ciclistas parados podem dificultar o embarque e desembarque de passageiros; em vias com ciclovias, devem ser posicionados, pelo menos, a 20 m de distância da interseção, caso contrário ônibus parados podem fazer com que os ciclistas fiquem menos visíveis aos demais usuários do sistema viário.

A figura 5.35 ilustra a opção de faixa de uso exclusivo e compartilhado de ônibus e bicicleta. Segundo Austroads (2005d), apesar de que as bicicletas e os ônibus podem causar paradas ou diminuições de velocidades entre si em determinados pontos, em geral esse tipo de faixa exclusiva permite que tanto as bicicletas quanto os ônibus consigam viajar mais rápido do que se tivessem que dividir a pista com o restante dos usuários do sistema viário.

As faixas compartilhadas de ônibus e bicicleta, de acordo com City of Baltimore Department of Transportation [2005?], apresentam uma vantagem em termos de uso do espaço da via. Argumenta que esse tipo de uso compartilhado

utiliza menos espaço do que no caso de ser implementado uma faixa exclusiva para ônibus e outra exclusiva para bicicletas – dá o exemplo de uma faixa compartilhada de ônibus e bicicleta de 4,6 m, que permite acomodar esses dois modos de maneira similar a uma faixa exclusiva de ônibus de 3,9 m e uma ciclofaixa de 1,5 m (total de 5,4 m).



Figura 5.35: Faixa compartilhada de ônibus e bicicleta.

Fonte: FHWA, 2003.

De acordo com as orientações de City of Baltimore Department of Transportation [2005?], não é recomendado adotar a faixa compartilhada de ônibus e bicicleta caso os ônibus excedam a velocidade de 56 Km/h (35 mph), ou caso o intervalo de passagem de ônibus seja, durante a maior parte do dia, de 2 minutos ou menos.

Quanto maior a velocidade dos ônibus, assim como a sua quantidade, menor é o nível de serviço dos ciclistas; no entanto, de acordo com Austroads (2005d), o impacto pode ser menor que no caso dos ciclistas terem que compartilhar o restante da pista com os demais veículos, onde o volume de tráfego é maior que na faixa de ônibus.

Austroads (2005d) afirma que no processo de avaliação da proibição de ciclistas na faixa de ônibus devem ser considerados os seguintes itens: o responsável pela proposta de faixa de ônibus deve assegurar alternativas para os condutores de bicicleta, na mesma via (através de ciclofaixa, por exemplo) ou numa rota alternativa que seja adequada às necessidades dos ciclistas; o custo de

implantação e manutenção dessas vias alternativas, incluindo sinalização e outras informações, devem ser contabilizadas no custo da faixa de ônibus; caso a análise (antes da implantação) ou o monitoramento (após a implantação) indiquem que os benefícios agregados são significativamente reduzidos pelo compartilhamento da faixa, deve ser considerado a realização de alterações para melhoria das condições da faixa; caso seja decidido que não é possível ou justificável a adequação da faixa ao compartilhamento, não deve ser automaticamente definido que a rota alternativa deva ser para as bicicletas - por exemplo, caso a demanda de passageiro de ônibus esteja espalhada pela área e não concentrada em pontos, pode ser justificável que os ônibus passem a utilizar uma rota alternativa.

Quanto à largura das faixas de ônibus e bicicleta os trabalhos revisados sugerem que sejam entre 3,7 m e 4,6 m e que faixas entre 3,0 m e 3,9 m devam ser evitadas.

Austroroads (2005d) sugere que a largura nominal deva ser de 4,6 m, mas que dependendo das dimensões dos veículos esse valor possa variar entre 4,3 m e 4,9 m. Quando possível, larguras de 3,7 m devem ser adotadas de modo a permitir ultrapassagem sem necessidade de sair da faixa; caso essa largura não seja possível na maior parte do trecho, o alargamento deve ser providenciado em pontos ocasionais para permitir que os ônibus realizem ultrapassagens (AUSTROADS, 2005a). Este trabalho não recomenda larguras entre 3,0 m e 3,7 m argumentando que podem incentivar a tentativa de ultrapassagem apesar de não haver espaço seguro o suficiente. Sugere também que os ciclistas sejam orientados a trafegar em fila única, para aumentar as possibilidades de ultrapassagens seguras por parte dos ônibus.

Nos pontos onde ocorre o estreitamento da faixa deve ser implantada sinalização de alerta, com objetivo de diminuir riscos de conflitos.

A faixa preferivelmente deve ter 4,5 m (ou mais) de largura com uma ciclofaixa de 1,5 m de largura no interior da primeira. Em faixas compartilhadas de ônibus e bicicleta, com menos de 4,5 m de largura, a ciclofaixa não deve ser demarcada. Faixas de ônibus e bicicleta de largura entre 3,2 m e 3,9 m devem ser evitadas, mas podem ser aceitas caso o volume de tráfego seja de até 20 ônibus por hora e a via não apresente aclive acentuado (TRANSPORT FOR LONDON, [2006?]).

Uma sugestão que pode ser adotada é a demarcação de ciclofaixa não obrigatória no interior da faixa de ônibus. Desse modo a área ocupada pelos condutores de bicicleta é claramente determinada e os ônibus podem trafegar por ela caso a largura da faixa compartilhada assim os obrigue. A aplicação do símbolo tipo “bicicleta” também é aconselhável, independente da existência da demarcação de ciclofaixa.

A melhoria do treinamento e da fiscalização pode ajudar a diminuir os conflitos entre ônibus e bicicletas, na medida em que seja reforçada a preferência que a bicicleta tem em relação aos veículos motorizados. Orientar os condutores de ônibus a diminuir a velocidade nas proximidades dos pontos de parada de ônibus pode diminuir os conflitos, assim como facilitar a visualização dos mesmos por parte das pessoas aguardando nos pontos. Em determinadas cidades do Japão os condutores de ônibus param em todos os pontos de parada em que haja pessoas, não tendo estas que sinalizar solicitando o embarque – pessoas com dificuldades visuais ou que não saibam ler são melhor atendidas com esse procedimento.

As exigências de trabalho dos condutores de ônibus, entre outras, a tabela de horários que estes têm de cumprir, devem permitir que os mesmos possam trafegar observando as leis de trânsito. Comportamentos inadequados, como não dar a preferência aos ciclistas nas áreas próximas dos pontos de parada, podem ser diminuídos.

É importante que a organização do espaço de circulação das bicicletas e dos ônibus seja mais estudada, de modo a prover soluções que diminuam os riscos de conflitos entre esses modos de transporte.

6 INTERSEÇÕES

Essa seção, que discute as interseções, está subdividida de acordo com as seguintes áreas relacionadas com as interseções:

Área de aproximação de interseção

Discute propostas para organizar a área que antecede a área de parada da interseção.

Área de parada

Discute propostas para organizar a área onde os veículos param e aguardam para poder passar pela área de interseção com segurança.

Área de interseção

Discute propostas para organizar a área onde ocorre a interseção propriamente dita das vias.

Área de afastamento de interseção.

Discute propostas para organizar a área após a interseção.

6.1 Área de aproximação de interseção

As áreas de aproximação de interseções podem ser organizadas de maneira a diminuir os conflitos e riscos de acidentes nas interseções. Serão discutidas, a seguir, algumas formas de organizar essas áreas.

Controlar o **estacionamento de veículos na via** na área de aproximação de interseção é uma orientação dada por alguns dos trabalhos revisados.

O estacionamento de veículos na via faz com que seja mais difícil que os condutores de bicicleta sejam vistos pelos demais usuários do sistema viário. Danish Road Directorate (2000) e Transport for London [2006?] orientam para que o estacionamento na via seja proibido pelo menos 20 m antes das interseções. Danish Road Directorate (2000) lembra que a instalação de pontos de parada de ônibus também deve ser evitada nessas áreas. Transport for London [2006?] salienta que essa distância deva ser aumentada no caso de declives acentuados.

De acordo com Foran e Galway Cycling Campaign (2002), no caso de ciclovias o estacionamento na via é ainda mais problemático. A figura 6.1 ilustra essa situação. De acordo com esses autores, o estacionamento na via deve ser proibido a uma distância de 40 m das interseções onde haja ciclovias.

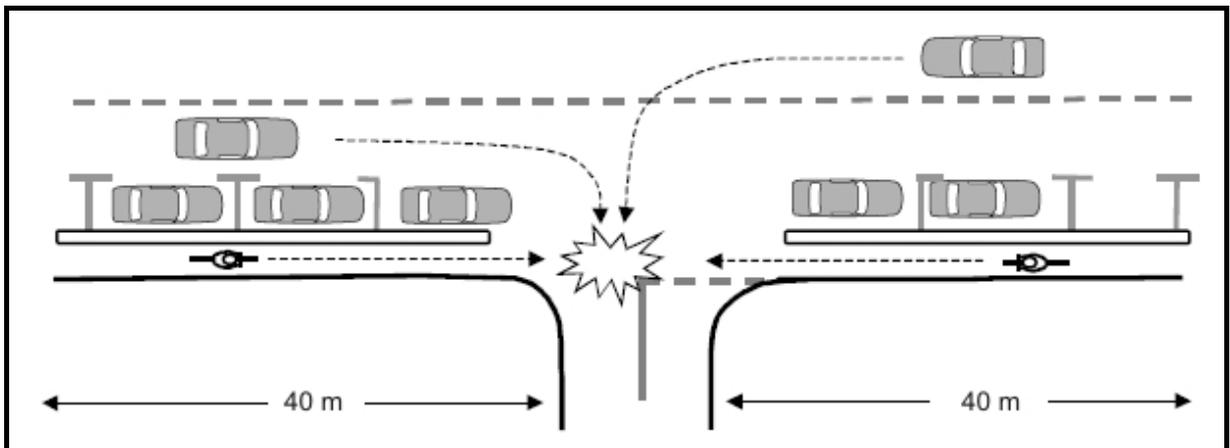


Figura 6.1: Esquemático de ciclovia com estacionamento na via.

Fonte: Adptada de Foran e Galway Cycling Campaign, 2002.

Nas vias de tráfego compartilhado, a implantação de **ciclofaixas curtas**, começando entre 20 a 50 metros antes da interseção, é uma sugestão dada por Danish Road Directorate (2000) para aumentar a segurança na interseção.

Interpreta-se que essas ciclofaixas curtas deixam mais claro, tanto para os ciclistas quanto para os motoristas, qual é a parte da pista destinada aos condutores de bicicleta, além de servirem de alerta, aos motoristas que desejam realizar conversão, para a possível presença de ciclistas. Nesse último caso, os motoristas são alertados antes da interseção, de modo a terem mais tempo para se prepararem para realizar a manobra com segurança.

Uma alternativa a esse tipo de ciclofaixa curta poderia ser a aplicação de **sinalização horizontal de tráfego compartilhado** (mais detalhes na seção **5.2 – Vias de uso compartilhado**) nas áreas de aproximação de interseções. A sugestão é que os espaçamentos entre os símbolos fossem diminuindo conforme ocorresse a aproximação com a interseção. O objetivo é que essa variação no intervalo entre os símbolos sirva de alerta, aos condutores de bicicleta, para a proximidade com uma interseção e aos motoristas, para a necessidade de atenção nas manobras em virtude da possível presença de ciclistas. Sugere-se que mais estudos sejam feitos sobre essa alternativa.

Dijkstra et al. (1998) e Oregon Department of Transportation (1995) sugerem, nas vias com **faixas exclusivas para conversão à direita**, que os veículos realizem a transposição de faixas na área de aproximação, ou seja, algumas dezenas de metros antes da interseção.

De acordo com esses trabalhos, fazer com que a transposição de faixas ocorra mais distante da interseção torna a manobra menos arriscada em virtude de haver menor número de possibilidades de conflitos nessa área. Comentam também que esse tipo de configuração permite que fique mais evidente, para os demais usuários do sistema viário, se determinados ciclistas desejam seguir em frente ou realizar a conversão.

A figura 6.2 ilustra uma maneira de implementar essa proposta, através da demarcação de ciclofaixa não obrigatória na área de aproximação e ciclofaixa obrigatória junto à linha de retenção da interseção.



Figura 6.2: Proposta de organização da área de aproximação de faixa exclusiva para conversão à direita.

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

A figura 6.3 ilustra a maneira apresentada por Dijkstra et al. (1998) para organizar a transposição de faixas. Utiliza a cor azul clara para dar mais realce à área de tráfego de bicicletas (mais visível inclusive à noite) e utiliza os símbolos do tipo “bicicleta” com mais freqüência que na proposta ilustrada pela figura 6.2.



Figura 6.3: Demarcação da área de tráfego de bicicletas em local de transposição de faixas.

Fonte: Dijkstra et al., 1998.

Vélo Québec (2003) sugere que seja adicionada sílica à tinta de modo a evitar que essa região do pavimento, onde foi aplicada a coloração de realce, fique escorregadia quando molhada.

Oregon Department of Transportation (1995) alerta para a condição onde haja várias interseções a intervalos curtos. Nesse caso sugere que seja **evitada a implantação de uma faixa contínua, exclusiva para conversão à direita**. Argumenta que, dessa maneira, o número de conflitos envolvendo condutores de bicicleta é muito grande, pois os mesmos ocorrem tanto com os veículos entrando na faixa de conversão quanto com os veículos saindo desta. Sugere que se elimine a continuidade, criando áreas bem definidas para a transposição de faixas. A figura 6.4 apresenta um esquemático ilustrando essa proposta.

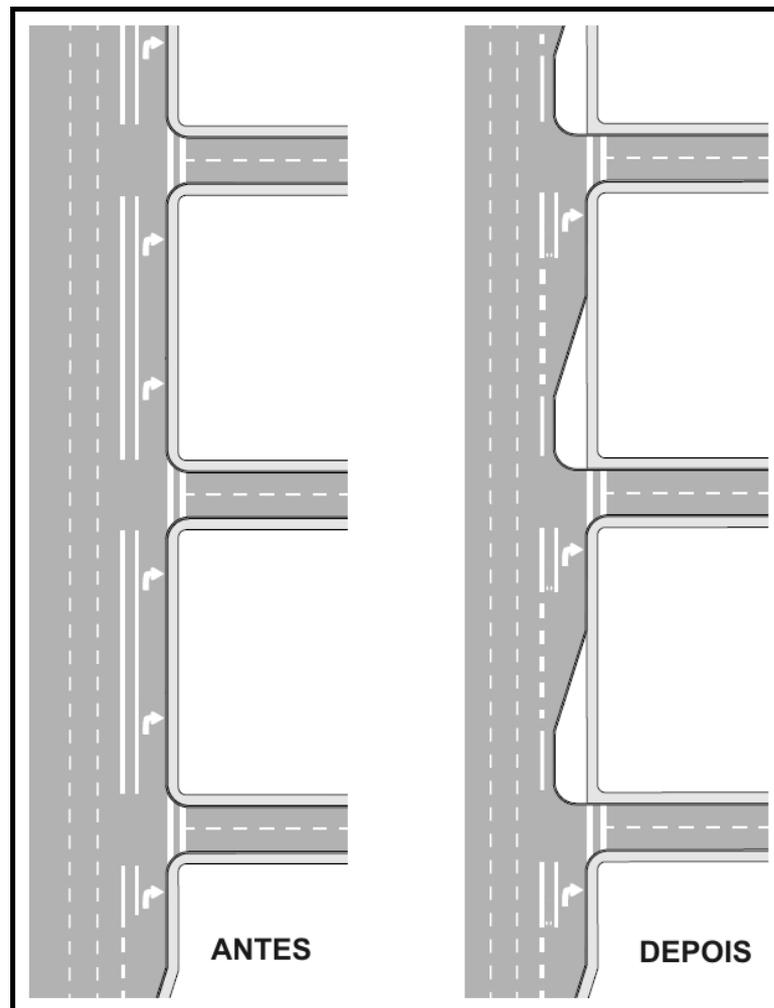


Figura 6.4: Eliminação de faixa contínua exclusiva para conversão à direita.

Fonte: Adaptada de Oregon Department of Transportation, 1995.

Uma outra proposta de organização de espaço de aproximação de interseção é a **diminuição da largura útil de ciclovia/ciclofaixa**. A figura 6.5 ilustra essa proposta. Interpreta-se que essa proposta de sinalização horizontal tem os seguintes objetivos: (1) alertar o condutor de bicicleta para a proximidade com uma interseção; (2) fazer com que o ciclista, inicialmente, se mova lateralmente para a parte esquerda da ciclovia/ciclofaixa, com o intuito de que a maior proximidade com os veículos motorizados faça com que os motoristas e ciclistas atentem para a presença uns dos outros; (3) após esse movimento para a esquerda, fazer com que o ciclista se mova lateralmente para a parte direita da ciclovia/ciclofaixa, de modo que no momento em que o ciclista esteja na interseção propriamente dita, a distância entre este e um eventual veículo efetuando a conversão seja maior do que se o ciclista estivesse trafegando no centro da ciclovia/ciclofaixa; (4) diminuir a velocidade do condutor de bicicleta devido ao estreitamento da ciclovia/ciclofaixa.



Figura 6.5: Diminuição da largura útil de uma ciclovia.

Fonte: Wittink, 2001.

De acordo com Dijkstra et al.(1998), na Dinamarca, em conjunto com essa sinalização vertical, ocorre a **interrupção da ciclovia**. De acordo com esses autores, entre 20 a 30 m antes da interseção, a ciclovia é interrompida, com intuito de aumentar a percepção da presença mútua entre os usuários do sistema viário. Através de uma rampa os condutores de bicicleta descem ao nível dos veículos motorizados, passando a trafegar em um ciclofaixa com largura menor que a ciclovia precedente. A figura 6.6 apresenta o esquemático dessa configuração.

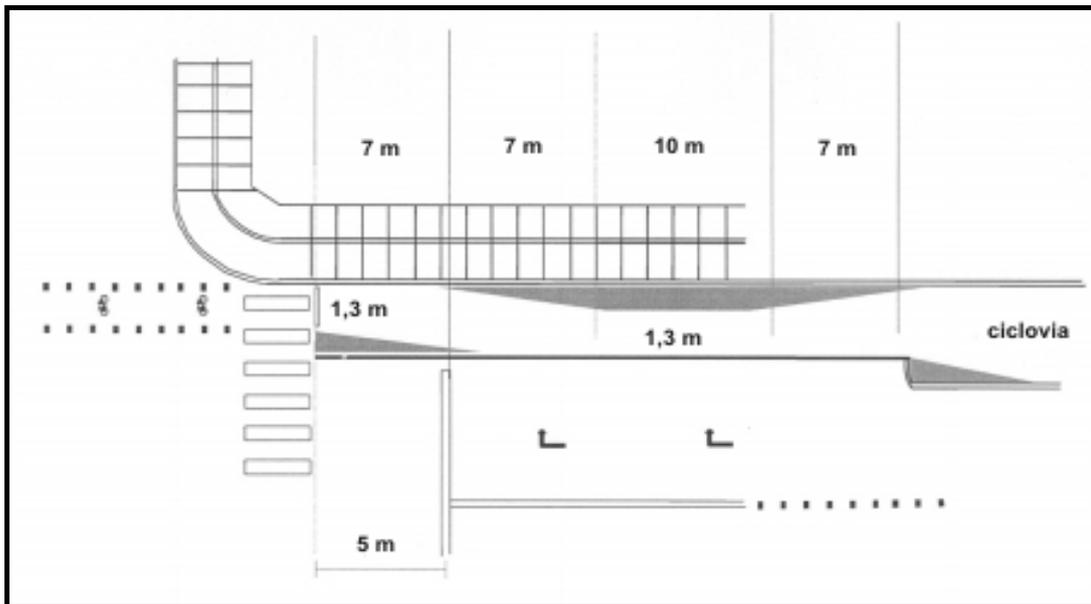


Figura 6.6: Esquemático de interrupção de ciclovia em área de aproximação de interseção.

Fonte: Adaptada de Dijkstra et al., 1998.



Figura 6.7: Interrupção de ciclovia (1).



Figura 6.8: Interrupção de ciclovia (2).

Fonte: Dijkstra, 1998.

Fonte: Dijkstra, 1998.

As figuras 6.7 e 6.8 ilustram a adoção desse tipo de organização do espaço de aproximação de interseção na Dinamarca.

No caso de **ciclovias não adjacentes à faixa de tráfego de veículos motorizados**, é comum que haja poucas interseções; além disso, o fato dos ciclistas não trafegarem ao lado dos veículos motorizados pode fazer com que os condutores de bicicleta se habituem a não prestar atenção a veículos cruzando seu caminho. É interessante, portanto, que além da sinalização vertical, seja implantada sinalização horizontal de advertência. A figura 6.9 apresenta um exemplo de sinalização horizontal na área de aproximação de interseção.



Figura 6.9: Sinalização horizontal de advertência em área de aproximação de interseção.

Fonte: <http://www.pedbikeimages.org>

Outra implementação que pode ser efetuada em áreas de aproximação de interseções é a implantação de **sensores de presença**, que atuam sobre o funcionamento **dos semáforos**. Os semáforos podem ser programados para, quando for detectada a passagem de uma bicicleta pelo sensor de presença, atuar de maneira a permitir a passagem do ciclista. Instalando o sensor de presença a uma determinada distância (antes) da interseção, pode ser possível programar o semáforo para mudar da fase vermelha para a fase verde antes que o ciclista tenha

que parar, ou mesmo para que se prolongue o tempo da fase verde. Esse modo de funcionamento do semáforo, além de dar preferência ao modo de transporte bicicleta, aumenta a segurança, nos casos de cruzamento com pista com várias faixas, onde o tempo da fase amarela do semáforo pode não ser suficientemente longo para permitir que o condutor de bicicleta passe pelo cruzamento com segurança. A figura 6.10 apresenta um exemplo de sensor de presença instalado no pavimento da área de aproximação de interseção.



Figura 6.10: Sensor de presença de bicicleta instalado na área de aproximação de interseção.

Fonte: <http://www.pedbikeimages.org>

6.2 Área de parada

Apesar de representarem locais onde os condutores de bicicleta, eventualmente, não estarão em movimento, as áreas de parada de interseções podem ser organizadas de maneira a que possuam características que favoreçam o tráfego de ciclistas, principalmente no que se refere ao início da movimentação dos mesmos. A seguir serão discutidas algumas sugestões sobre como organizar essas áreas.

A **parada avançada para bicicleta** é uma configuração de sinalização horizontal de parada que pode ser implantada em interseções semaforizadas (VÉLO QUÉBEC, 2003).

A figura 6.11 ilustra esse tipo de arranjo de parada.



Figura 6.11: Parada avançada para bicicleta.

Fonte: Copenhagen, 2002.

A parada avançada para bicicletas em relação à parada dos veículos motorizados torna o ciclista mais visível aos condutores dos veículos motorizados, aumentando, desse modo, a segurança, em especial nos casos em que o motorista deseja realizar conversão à direita. Permite também que o condutor de bicicleta fique menos exposto aos gases oriundos dos escapamentos dos veículos motorizados.

Enquanto Vélo Québec (2003) orienta que a distância entre as linhas de parada de veículos motorizados e de bicicletas seja de 2 m, Dijkstra et al. (1998) definem que a distância deva ser de 5 m, argumentando que essa distância permite que condutores de caminhões visualizem os condutores de bicicletas.

A figura 6.12 apresenta um esquemático de parada avançada para bicicleta, de acordo com a orientação de Vélo Québec (2003).

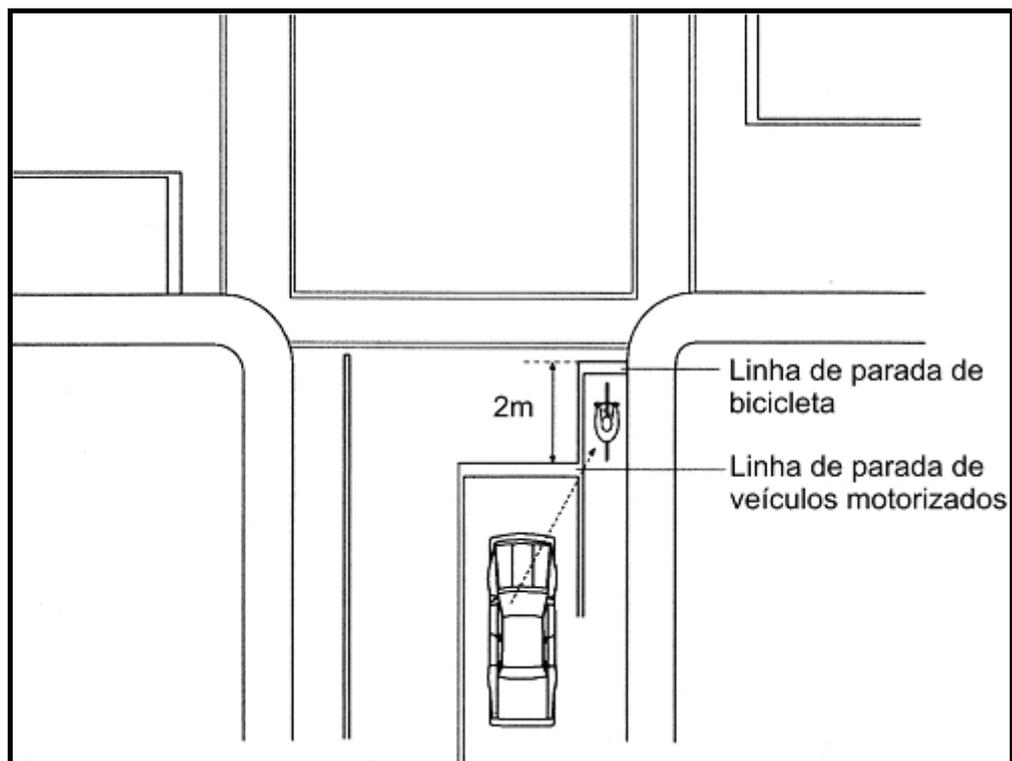


Figura 6.12: Esquemático de parada avançada para bicicleta.

Fonte: Adptada de Vélo Québec, 1992.

A figura 6.13 apresenta um esquemático de **bloco de parada avançada para bicicletas**.



Figura 6.13: Bloco de parada avançada para bicicletas.

Fonte: Adptada de Atkins, 2005.

O bloco de parada avançada permite que os condutores de bicicleta que desejam realizar conversão à esquerda possam se posicionar na parte mais à esquerda da faixa.

A figura 6.14 ilustra a sugestão de Vélo Québec (2003) para bloco de parada avançada, com comprimento de 4 m. Transport for London (2005) sugere que o comprimento desse bloco seja de 5 m, com valor mínimo de 4 m.

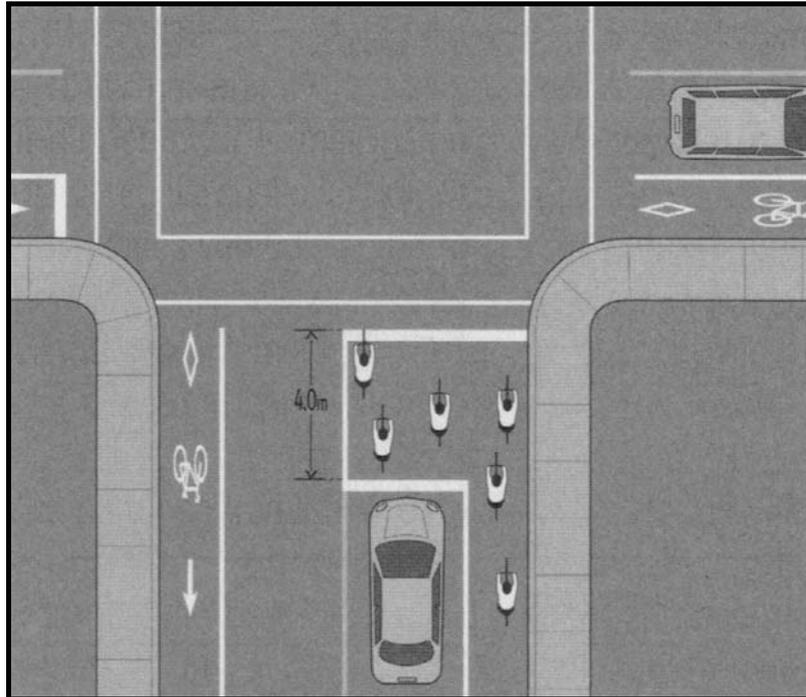


Figura 6.14: Esquemático de bloco de parada avançada.

Fonte: Vélo Québec, 2003.

Atkins (2005) sugere, nas vias com blocos de parada avançada onde não houver ciclofaixa, que sejam implantadas **ciclofaixas “alimentadoras”**, ou seja, ciclofaixas curtas com objetivo de facilitar o acesso dos ciclistas aos blocos de parada avançada. Orienta que estas devam ser preferencialmente obrigatórias, mas caso não haja espaço suficiente, sugere a implantação de ciclofaixas não obrigatórias. Caso a largura disponível da pista seja de pelo menos 3,5 m, sugere que se dedique 1,0 m para uma ciclofaixa não obrigatória e 2,5 m para o tráfego de veículos motorizados.

A figura 6.15 ilustra um exemplo de ciclofaixa alimentadora.



Figura 6.15: Bloco de parada avançada com ciclofaixa alimentadora.

Fonte: Adptada de Atkins, 2005.

Wall, Davies e Crabtree (2003) lembram, caso haja uma faixa exclusiva para conversão à direita de veículos motorizados, que é interessante que seja implantada uma ciclofaixa alimentadora, não obrigatória, à esquerda da faixa para conversão. A figura 6.16 apresenta um esquemático para essa situação.

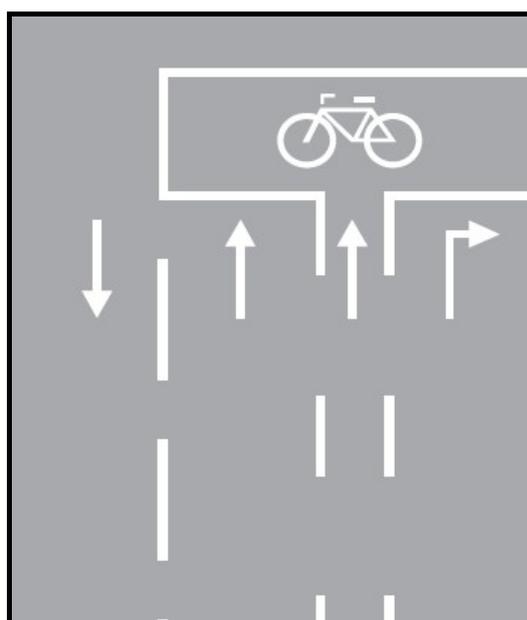


Figura 6.16: Esquema de ciclofaixa alimentadora com faixa exclusiva de conversão.

Fonte: Adptada de Wall, Davies e Crabtree, 2003.

A maneira como é organizada a área de parada de interseções influencia diretamente a maneira como os condutores de bicicleta realizarão as conversões. As **conversões à esquerda em interseções** são as que apresentam, em geral, maiores dificuldades aos ciclistas.

As figuras 6.17 e 6.18 ilustram a conversão à esquerda em duas etapas. Essa maneira de realizar essa conversão é adotada por determinados condutores de bicicleta, em geral, no caso de não haver semáforo com fase específica para esse tipo de conversão.

A figura 6.17 ilustra uma opção comumente utilizada por condutores de bicicleta no caso de não haver qualquer organização de tráfego que facilite essa manobra. Nesse caso, o ciclista se posiciona sobre a faixa de pedestres, ou a cruza para se posicionar atrás dela, ou se posiciona à frente da faixa, podendo, de acordo com o posicionamento da faixa de pedestres, ficar em condição de grande risco de acidente.

A figura 6.18 apresenta uma proposta de sinalização horizontal, de modo a criar uma área de parada para ciclistas.

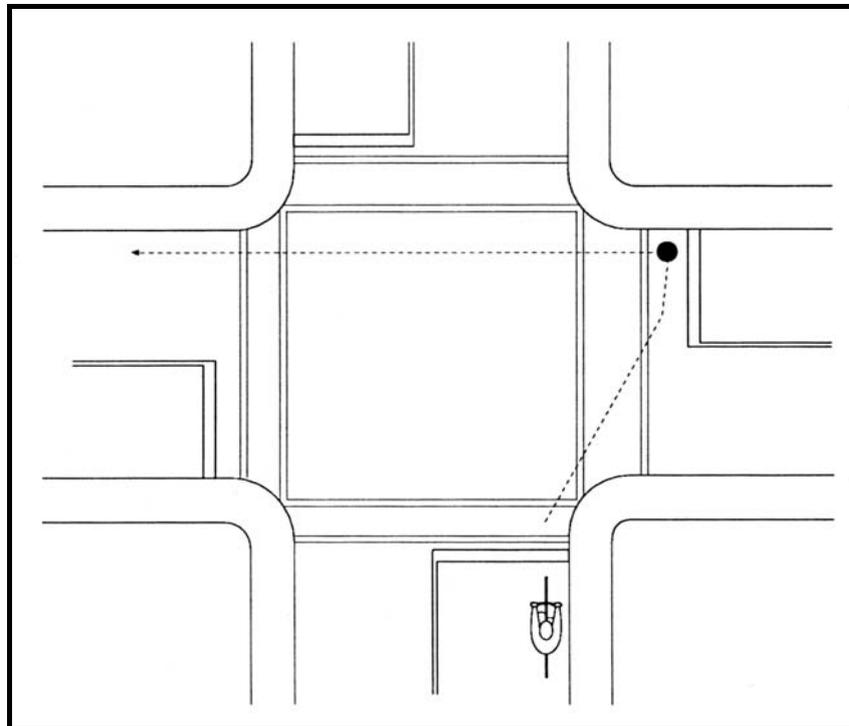


Figura 6.17: Conversão à esquerda (1)

Fonte: Adaptada de Vélo Québec, 1992.

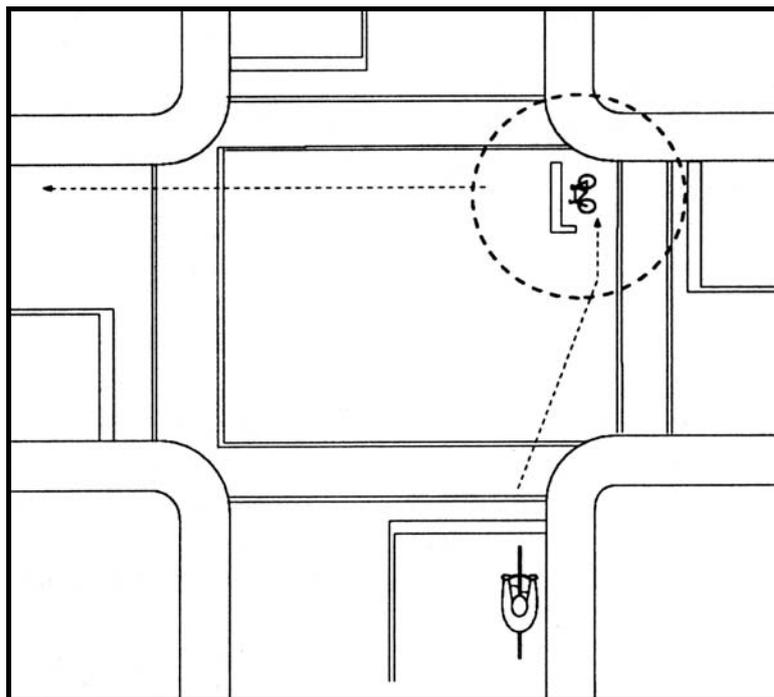


Figura 6.18: Conversão à esquerda (2).

Fonte: Adaptada de Vélo Québec, 1992.

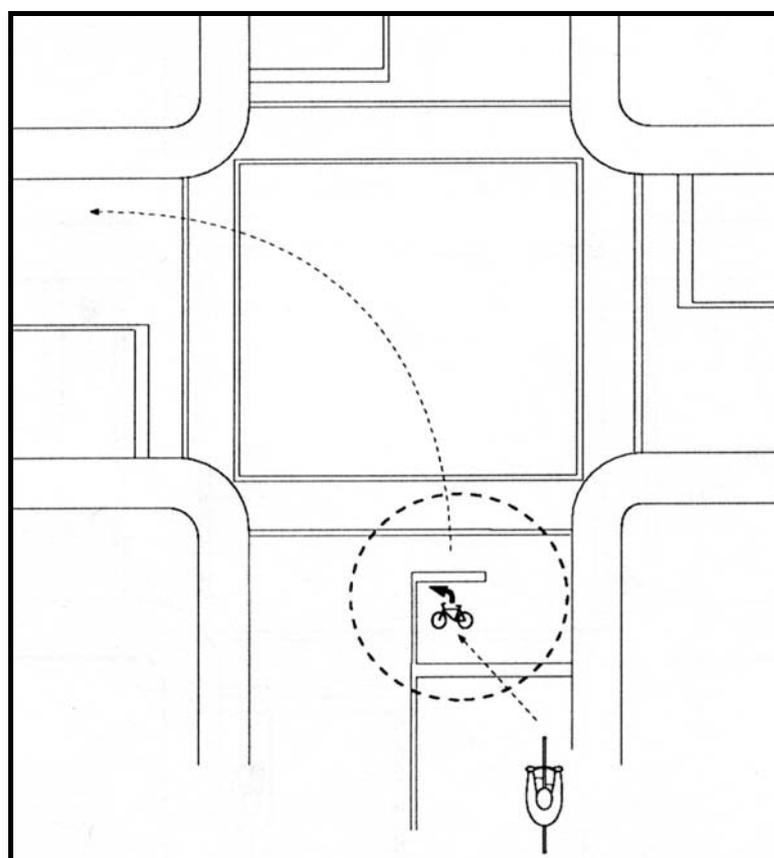


Figura 6.19: Conversão à esquerda (3)

Fonte: Vélo Québec, 2003.

A figura 6.19 ilustra a opção de utilização de bloco de parada avançada para a realização de conversão à esquerda. Essa sugestão é mais adequada no caso da existência de um semáforo com fase específica para esse tipo de conversão.

Outra maneira de melhorar as condições dos condutores de bicicleta é implantar **semáforos que considerem as necessidades dos ciclistas**. Dessa maneira, pode-se diminuir, tanto o número de paradas que os condutores de bicicletas necessitam realizar, quanto o tempo de espera destes.

De acordo com Oregon Department of Transportation (1995), os semáforos de áreas urbanas são programados para se adequarem às velocidades dos veículos motorizados, que são, em geral, maiores que as das bicicletas. Esse trabalho sugere, onde haja grandes fluxos de bicicletas, que a programação temporal dos semáforos deva favorecer o tráfego contínuo destas (“onda verde”).

Outra maneira de adequar os semáforo às necessidades dos condutores de bicicleta é fazer com que os semáforos funcionem de acordo com a presença de ciclistas. Isso pode ser feito através de sensores de presença específicos para bicicletas, instalados no pavimento, ou através de botões acionados manualmente pelos ciclistas. A figura 6.20 apresenta um semáforo que permite que o botão seja acionado pelo ciclista sem que este tenha que desmontar da bicicleta.



Figura 6.20: Semáforo acionado manualmente.

Para Danish Road Directorate (2000), a melhor maneira de detectar a presença de ciclistas é criar uma combinação de sensor de presença no pavimento, com botão de acionamento manual em um poste na área de parada. De acordo com esse trabalho, quando o ciclista é detectado, ocorre o acendimento de uma lâmpada de confirmação; caso isso não ocorra o ciclista pode acionar o botão manualmente. Esse trabalho enfatiza que os sensores instalados no pavimento devem ser sinalizados de modo que o condutor de bicicleta fique ciente de onde deve se posicionar para que a sua presença seja detectada.

Dijkstra et al. (1998) sugerem a adoção de semáforos com focos específicos de bicicletas. De acordo com esses autores, esses semáforos são utilizados para permitir que os ciclistas iniciem a movimentação antes dos demais veículos. Em outras palavras, o foco específico de bicicletas passa para a fase verde antes do foco de veículos motorizados. Desse modo, os condutores de bicicleta têm maiores chances de serem vistos pelos motoristas. Além disso, têm maiores chances, quando o foco de veículos motorizados passar para fase verde, de estarem em pontos onde o risco de conflitos é menor.

Dijkstra et al. (1998) lembram que é importante que as características e posicionamentos dos dois conjuntos focais não permita que eles sejam confundidos.

A figura 6.21 mostra um exemplo de semáforo com foco específico para bicicleta.



Figura 6.21: Semáforo com foco específico de bicicleta.

A figura 6.22 mostra o detalhe de um semáforo com foco de bicicleta.



Figura 6.22: Detalhe de semáforo com foco específico de bicicleta.

Fonte: Danish Road Directorate, 2000.

6.3 Área de interseção

A área onde ocorre a interseção propriamente dita de vias será discutida nessa seção. Serão apresentadas diversas propostas para a organização desse espaço.

Um tipo de tratamento das áreas de interseção bastante utilizado é a sinalização horizontal. O manual do Contran (BRASIL, 2007c), determina que em todo cruzamento rodociclovviário deva ser utilizada a **marcação de cruzamento rodociclovviário (MCC)**, que tem como função indicar ao condutor de veículo a existência de um cruzamento em nível entre a pista de rolamento e uma ciclovia ou ciclofaixa. A figura 6.23 apresenta um esquemático da MCC.

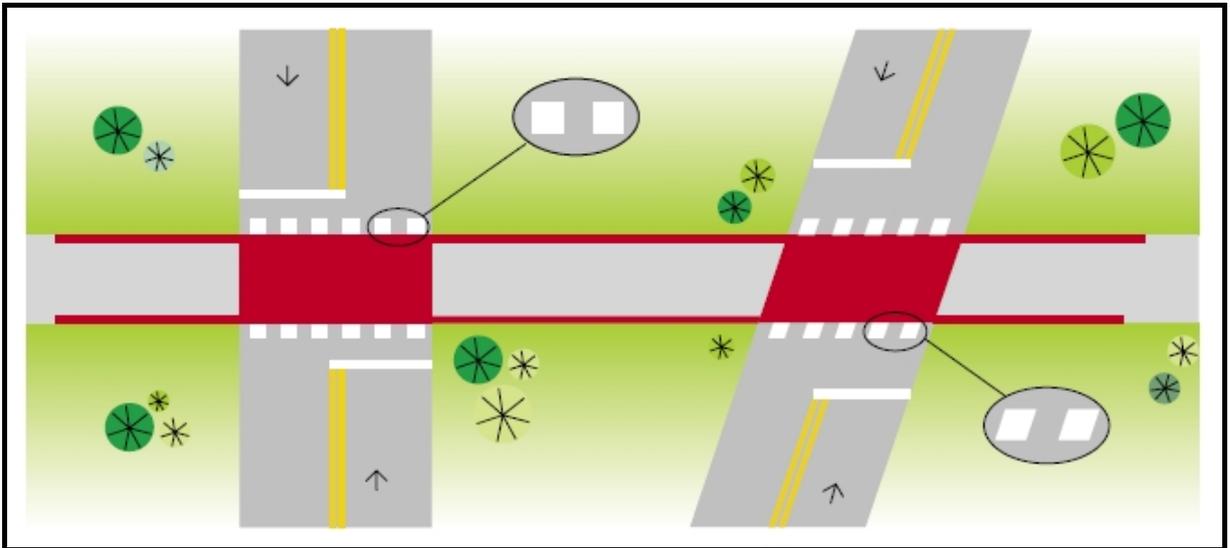


Figura 6.23: Esquemático da marcação de cruzamento rodociclovviário.

Fonte: Brasil, 2007c.

O manual do Contran (BRASIL, 2007c) apresenta as seguintes determinações: a cor da MCC é a branca e ela deve ser composta de duas linhas paralelas constituídas por paralelogramos, que seguem no cruzamento os alinhamentos dos bordos da ciclovia ou ciclofaixa; estes paralelogramos **devem** ter dimensões iguais de base e altura, variando entre 0,40 m e 0,60 m, determinando-se estas medidas em função da magnitude do cruzamento; assumem forma quadrada quando o cruzamento se der a 90°; os espaçamentos entre os paralelogramos **devem** ter medidas iguais às adotadas para a sua base; a marcação **deverá** ser

feita ao longo da interseção, de maneira a mostrar ao ciclista a trajetória a ser obedecida.

Esse manual dá as seguintes orientações sobre a MCC e o seu relacionamento com outras sinalizações:

Em locais onde houver semáforo, é obrigatória a colocação de linhas de retenção para todas as aproximações do cruzamento, obedecendo à mesma distância determinada para as faixas de travessia de pedestres.

Em cruzamentos não semaforizados, podem ser utilizadas linhas de retenção para as aproximações referentes a veículos motorizados.

Em via interceptada por ciclovia ou ciclofaixa, não semaforizado **deve** ser colocado o sinal A-30b – “Passagem sinalizada de ciclistas”, podendo ser acrescida a mensagem “A m”.

Em ciclovia ou ciclofaixa interceptada por outra via, podem ser colocados os sinais de advertência pertinentes ao cruzamento ou interseção, podendo ser acrescida a mensagem “A....m”. No pavimento da via interceptada pela ciclovia ou ciclofaixa pode ser utilizada legenda (BRASIL, 2007c, p. 50).

As figuras 6.24 e 6.25 apresentam detalhes da MCC para o caso de ciclofaixa e para o caso de ciclovia, respectivamente.

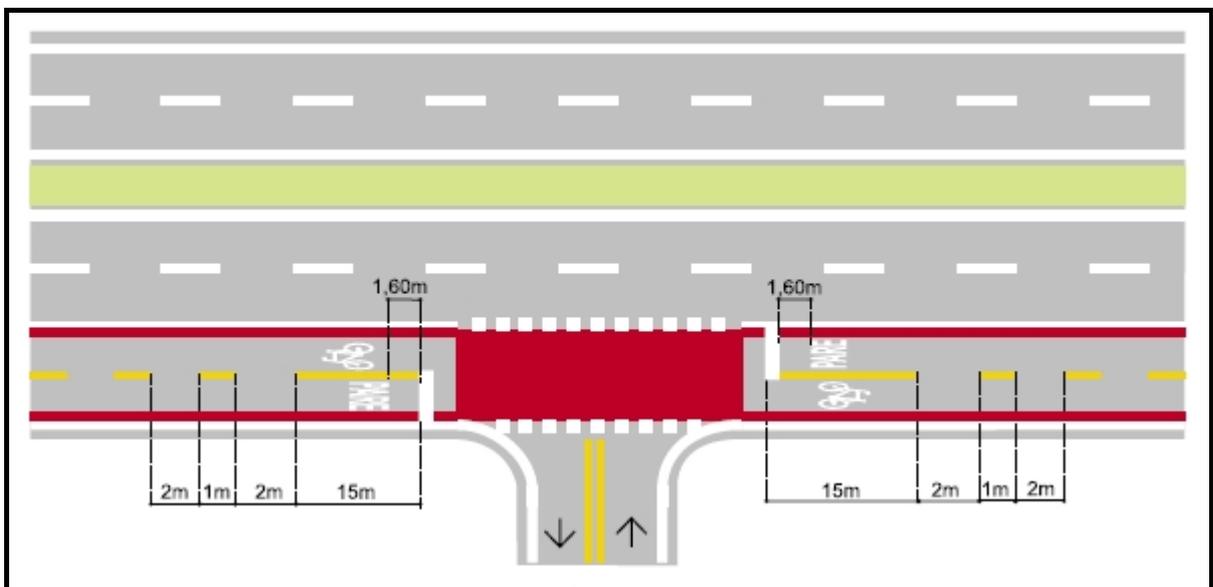


Figura 6.24: Esquemático da marcação de cruzamento rodociclovário - ciclofaixa.

Fonte: Brasil, 2007c.

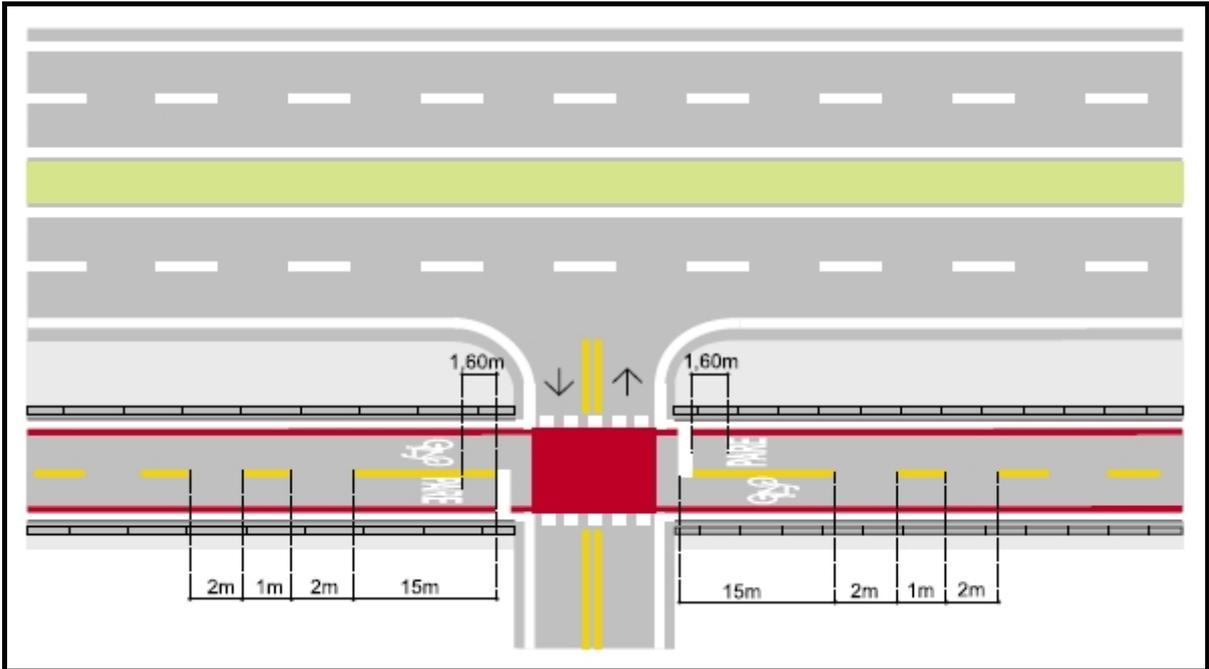


Figura 6.25: Esquemático da marcação de cruzamento rodocicloviário – ciclovia.

Fonte: Brasil, 2007c.

O manual do Contran (BRASIL, 2007c), em suas determinações, não explicita que a cor da superfície, entre as duas linhas paralelas formadas por paralelogramos, deva ser vermelha. No entanto as figuras desse mesmo manual (figuras 6.23, 6.24 e 6.25) apresentam esquemáticos com a superfície com essa cor.

Quanto à escolha da cor para a superfície das interseções, sugere-se que sejam feitos estudos com a utilização de cores mais claras, como por exemplo, a azul, com objetivo de verificar a possibilidade de que estas apresentem maior visibilidade, em especial, no período noturno.

Segundo König (2006), a retina humana possui receptores especiais para a luz de comprimento de onda longo, que é o caso da luz vermelha. No entanto, para que pareça tão brilhante quanto às demais cores reconhecíveis pelo olho humano, é a que necessita de maior quantidade de energia. König (2006) argumenta que a luz vermelha também possui vários aspectos psicológicos importantes, mas que durante a noite, necessita de muita iluminação para ser vista.

Danish Road Directorate (2000) sugere que uma das formas de marcar a interseção de ciclovias e ciclofaixas é utilizar a **marcação em azul**, mostrada na figura 6.26. Uma outra sugestão dada por esse trabalho é a utilização da sinalização horizontal denominada como **harlequin**, que é ilustrada na figura 6.27.



Figura 6.26: Marcação de interseção utilizando cor azul clara.

Fonte: Maryland Department of Transportation State Highway Administration, [2006?].



Figura 6.27: Sinalização horizontal em interseção do tipo *harlequin*.

Fonte: Adptada de Danish Road Directorate, 2000.

Danish Road Directorate (2000) orienta também para a utilização do **símbolo do tipo “bicicleta”** na marcação de interseção na cor azul. A figura 6.28 mostra um exemplo de aplicação dessa orientação.



Figura 6.28: Utilização de símbolo tipo “bicicleta” na marcação de interseção.

Fonte: Danish Road Directorate, 2000.

Uma outra proposta de sinalização horizontal nas áreas de interseção é a ilustrada nas figuras 6.29, 6.30 e 6.31.



Figura 6.29: Tipo de marcação de interseção (1)

Fonte: Vélo Québec, 2005.



Figura 6.30: Tipo de marcação de interseção (2)

Fonte: Vélo Québec, 2005.

Essa sinalização horizontal utiliza seqüências de símbolos do tipo “tráfego compartilhado” (mais detalhes na seção **5.2 – Vias de uso compartilhado**), sendo estes dispostos no pavimento de acordo com o trajeto utilizado pelos condutores de bicicleta.



Figura 6.31: Tipo de marcação de interseção (3).

Fonte: Vélo Québec, 2005.

Interpreta-se que esse tipo de sinalização pode fazer com que fique mais evidente que a área demarcada é de tráfego de ciclistas.

As propostas de organização do espaço de interseções, que serão apresentadas a seguir, discutem, principalmente, aspectos construtivos e a geometria das interseções.

De acordo com Danish Road Directorate (2000), de modo a dar aos condutores de bicicleta maior segurança, os raios das curvas devem ser os menores possíveis (dentro dos padrões de manobrabilidade dos veículos permitidos na interseção em questão) de modo a fazer com os veículos motorizados realizem as conversões com baixas velocidades.

Danish Road Directorate (2000) sugere a implantação de **interseções com pavimento diferenciado** em relação ao restante das vias. Dessa forma, além da demarcação visual, os usuários do sistema viário também são alertados, ao trafegar pela interseção, pela diferença na superfície do pavimento e no ruído emitido.

Sugere-se que seja estudado a implantação de pavimento diferenciado alguns metros antes da interseção propriamente dita. O objetivo é alertar os usuários

do sistema viário, com antecedência, para a existência do cruzamento cicloviário, de modo a permitir uma aproximação segura.

Os trabalhos de Gårder, Leden e Pulkkinen (1998) e de König (2006) discutem a implantação de **cruzamentos cicloviários elevados**. Argumentam que nos cruzamentos estudados (nas cidades de Gotemburgo e Lund, na Suécia), houve, em geral, redução de velocidade dos veículos motorizados e aumento da velocidade das bicicletas. Gårder, Leden e Pulkkinen (1998) afirmam existirem indícios de aumento da segurança dos condutores de bicicleta. Para König (2006), nos cruzamentos estudados, os resultados parecem indicar que não houve alteração com relação à segurança dos ciclistas. De acordo com Gårder, Leden e Pulkkinen (1998), em geral, após a intervenção, houve aumento do número de ciclistas nos cruzamentos estudados. Lembra que é possível que os acidentes, em vias próximas a estes cruzamentos, tenham diminuído, devido à possibilidade de que alguns ciclistas tenham sido “atraídos” para as vias com os cruzamentos elevados. De acordo com König (2006), nos cruzamentos elevados, houve maior número de condutores de bicicleta que afirmaram ter dúvidas sobre quem tinha a preferência – lembra que, na cidade estudada, não havia sinalização indicando aos ciclistas se estes tinham ou não a preferência. Afirma também que, nos cruzamentos elevados, mais ciclistas acreditaram ter a preferência (independente de efetivamente terem, ou não, esse direito). Essa autora acredita que a causa principal para que não houvesse aumento na segurança dos ciclistas foi a falta de definição sobre quem tinha a preferência.

A figura 6.32 apresenta um exemplo de cruzamento cicloviário elevado e com pavimento diferenciado. A figura 6.33 mostra um esquemático de um cruzamento cicloviário desse tipo.

Sugere-se que mais estudos sejam realizados para verificar as implicações da adoção de cruzamentos cicloviários elevados.



Figura 6.32: Cruzamento cicloviário elevado e com pavimento diferenciado.

Fonte: Wittink, 2001.

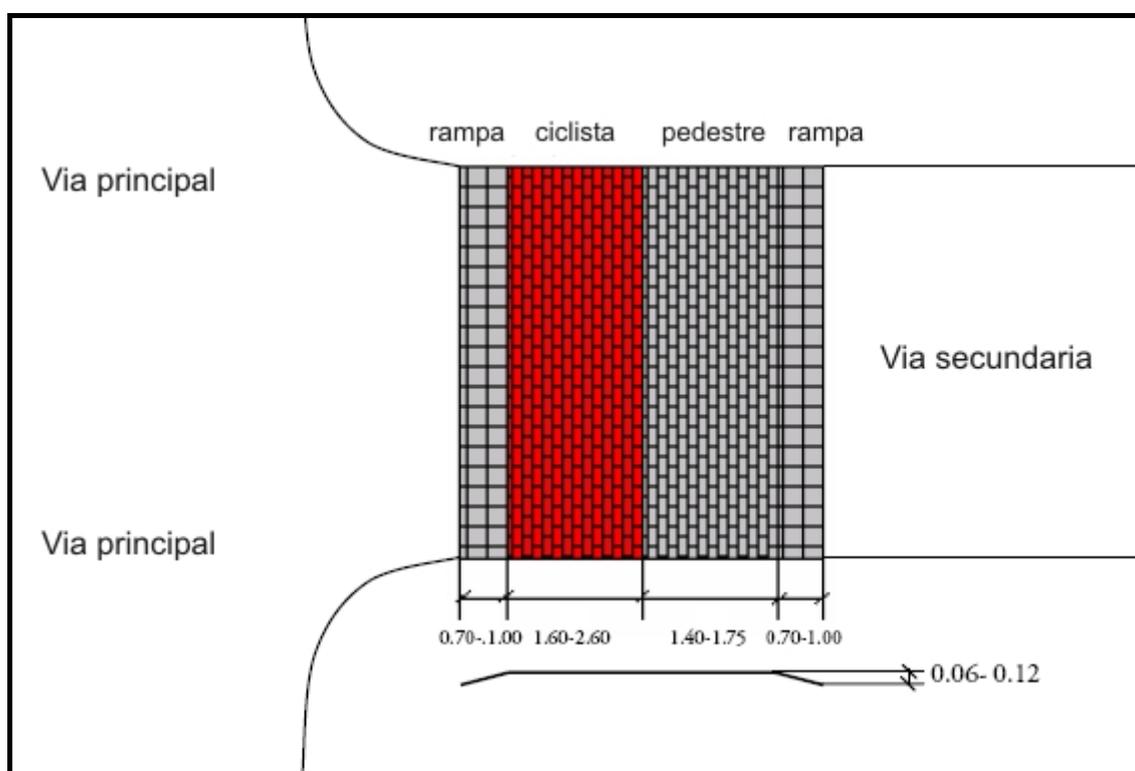


Figura 6.33: Esquemático de cruzamento cicloviário elevado, com pavimento diferenciado.

Fonte: König, 2006.

A proposta seguinte apresenta uma sugestão de projeto para interseção de ciclovia com uma via secundária. A figura 46.34 mostra a proposta de uma **ciclovia recuada**.

O recuo da ciclovia permite que um automóvel vindo da via principal realize a conversão e aguarde a eventual passagem de uma bicicleta, sem obstruir o fluxo da via principal. Permite também que um automóvel que esteja saindo da via secundária aguarde o melhor momento de entrar na via principal sem obstruir a passagem de bicicletas na ciclovia. Dijkstra et al. (1998) orientam que o recuo seja de 5 a 7 m, de modo a permitir que carros de passageiros possam parar sem obstruir o tráfego dos demais veículos. Sugere também que a geometria do recuo deva ser projetada de modo a fazer com que a velocidade dos ciclistas não exceda os 20 Km/h. Afirma que essa proposta não deve ser implantada em vias secundárias com grandes volumes de tráfego de caminhões.



Figura 6.34: Cruzamento de via secundária com ciclovia recuada.

Fonte: Dijkstra et al, 1998.

A proposta seguinte sugere a implantação de **ilha de refúgio para ciclistas**, de modo a permitir o cruzamento em duas etapas, especialmente nos caso de cruzamento de pista com várias faixas.

A figura 6.35 mostra um exemplo desse tipo de ilha, onde, no entanto, a largura da faixa compartilhada aparenta estar próxima da largura crítica (entre 3,5 e 4,0 m); largura na qual determinados motoristas tentam a ultrapassagem mesmo sem que haja condições seguras pra tal manobra. Nesses casos é aconselhável avaliar alternativas à adoção de ilha de refúgio, como instalação de semáforo,

instalação cruzamento cicloviário elevado, entre outras.



Figura 6.35: Ilha de refúgio em cruzamento.

Fonte: Adaptada de <http://www.cyclingengland.co.uk>

Caso a largura da faixa compartilhada seja pouco maior que 4,0 m, uma sugestão é implantar uma ciclofaixa curta, de modo similar ao apresentado na figura 6.36.



Figura 6.36: Faixa na pista de tráfego compartilhado na área de ilha de refúgio.

Fonte: [www. http://www.pedbikeimages.org](http://www.pedbikeimages.org)

AASHTO (1999) determina que a largura mínima da ilha de refúgio padrão seja de 2 metros.

Uma possibilidade a ser avaliada, no caso de não haver espaço suficiente para implantação de uma ilha de refúgio padrão, é criar uma **ilha de refúgio onde o ciclista aguarde na diagonal**, conforme esquemático apresentado na figura 6.37.

Sugere-se que sejam feitos mais estudos a respeito dessa proposta, visto que ela pode criar situações de risco - dependendo da velocidade que o ciclista imprima para realizar a primeira etapa do cruzamento, a largura dessa ilha de refúgio pode não dar condições para que o condutor de bicicleta consiga parar dentro da área da mesma.

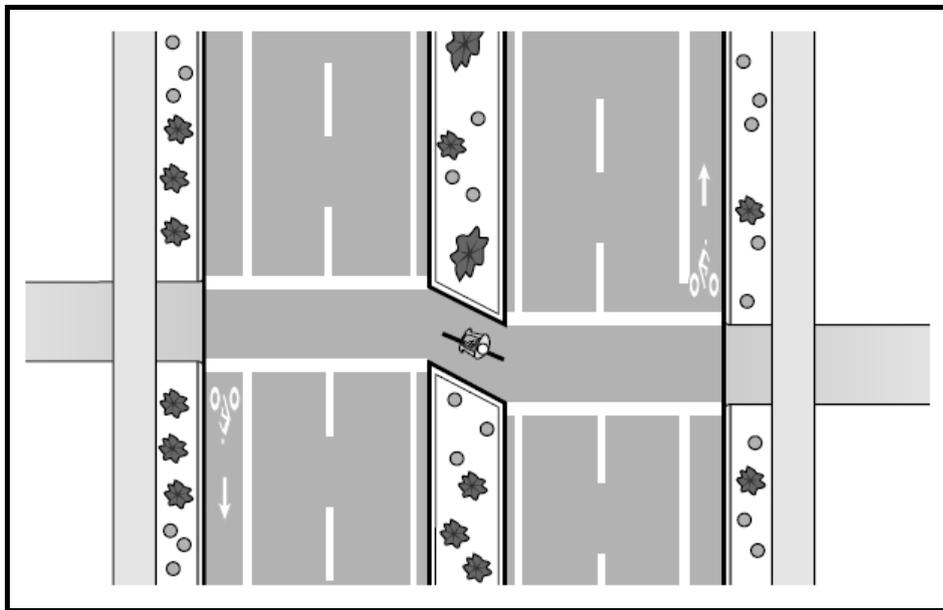


Figura 6.37: Esquemático de ilha de refúgio com ciclista na diagonal.

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

É importante atentar para que o projeto desse tipo de ilha de refúgio permita que o condutor de bicicleta se posicione de maneira a poder visualizar adequadamente o tráfego de veículos motorizados. Em outras palavras, o desalinhamento da eventual ciclovía deve fazer com que o ciclista se desloque lateralmente para a sua direita. Caso contrário, o condutor de bicicleta será obrigado a ter que olhar para trás (por cima do ombro direito) para poder enxergar os veículos motorizados enquanto espera para poder cruzar.

A figura 6.38 mostra a implantação de um apoio para que o condutor de bicicleta não tenha que colocar os pés no chão enquanto espera a oportunidade de realizar a segunda etapa do cruzamento. Essa posição permite maior prontidão para iniciar o movimento e maior conforto ao ciclista.



Figura 6.38: Apoio para condutor de bicicleta.

Fonte: FHWA, 2003.

A seguir serão discutidas as interseções que são classificadas, por determinados ciclistas, como as mais complicadas e perigosas. São as interseções resultantes dos encontros de **vias arteriais com suas vias de saída e entrada**. As altas velocidades das vias arteriais (60 a 80 km/h) e grandes volumes de tráfego, incluindo caminhões e ônibus, por si só já apresentam grandes riscos aos condutores de bicicletas. Soma-se a isso as características das vias de entrada e saída que resultam nas seguintes dificuldades: (1) problemas de visibilidade em virtude da geometria dessas vias; (2) veículos motorizados trafegando a velocidades altas devido à geometria dessas vias; (3) condutores de bicicletas muito expostos em decorrência dos comprimentos de interseção grandes; (4), dificuldade para os ciclistas determinarem com precisão quando os veículos motorizados pretendem utilizar a via de saída, devido à geometria e às altas velocidades.

A figura 6.39 apresenta um esquemático com dados de Williams e Layfield (1987) sobre acidentes envolvendo bicicletas e veículos motorizados em interseções entre vias arteriais e suas entradas.

De acordo com Oregon Department of Transportation (1995), essas propostas visam a atingir os seguintes propósitos: (1) interseção de menor comprimento para os ciclistas; (2) interseção onde as velocidades são menores que na interseção da via principal com a via de saída ou entrada; (3) interseção em local onde existam menos veículos e, portanto, onde os motoristas possam dedicar maior atenção aos ciclistas (mais evidente no caso de motoristas preocupados em conseguir entrar na via principal).

Nessas propostas os condutores de bicicleta têm que dar a preferência aos veículos motorizados, fazendo com que os ciclistas, em muitas situações, tenham que parar para aguardar a oportunidade de cruzar a via. Existem casos em que, dependendo da velocidade dos veículos motorizados, pode ser difícil para os condutores de bicicleta conseguirem cruzar a interseção partindo da imobilidade, visto que a via de entrada ou saída apresenta determinada curvatura que não permite que os ciclistas enxerguem os veículos motorizados a uma distância segura. Essa situação ocorre com frequência em interseções do tipo “trevo”.

Maryland Department of Transportation State Highway Administration [2006?] determina que as vias de entrada e saída de vias arteriais, que funcionam, respectivamente, como vias de aceleração e desaceleração, são incompatíveis com o tráfego de bicicletas e devem ser, caso possível, evitadas em áreas onde exista o uso da bicicleta.

Transport for London [2006?] recomenda que nesses casos devam ser consideradas medidas para reduzir a velocidade dos veículos motorizados, assim como medidas para reduzir a distância onde os ciclistas ficam vulneráveis. Lembra que pode ser necessário reconstruir a interseção com dimensões e geometria que permitam condições seguras para os ciclistas.

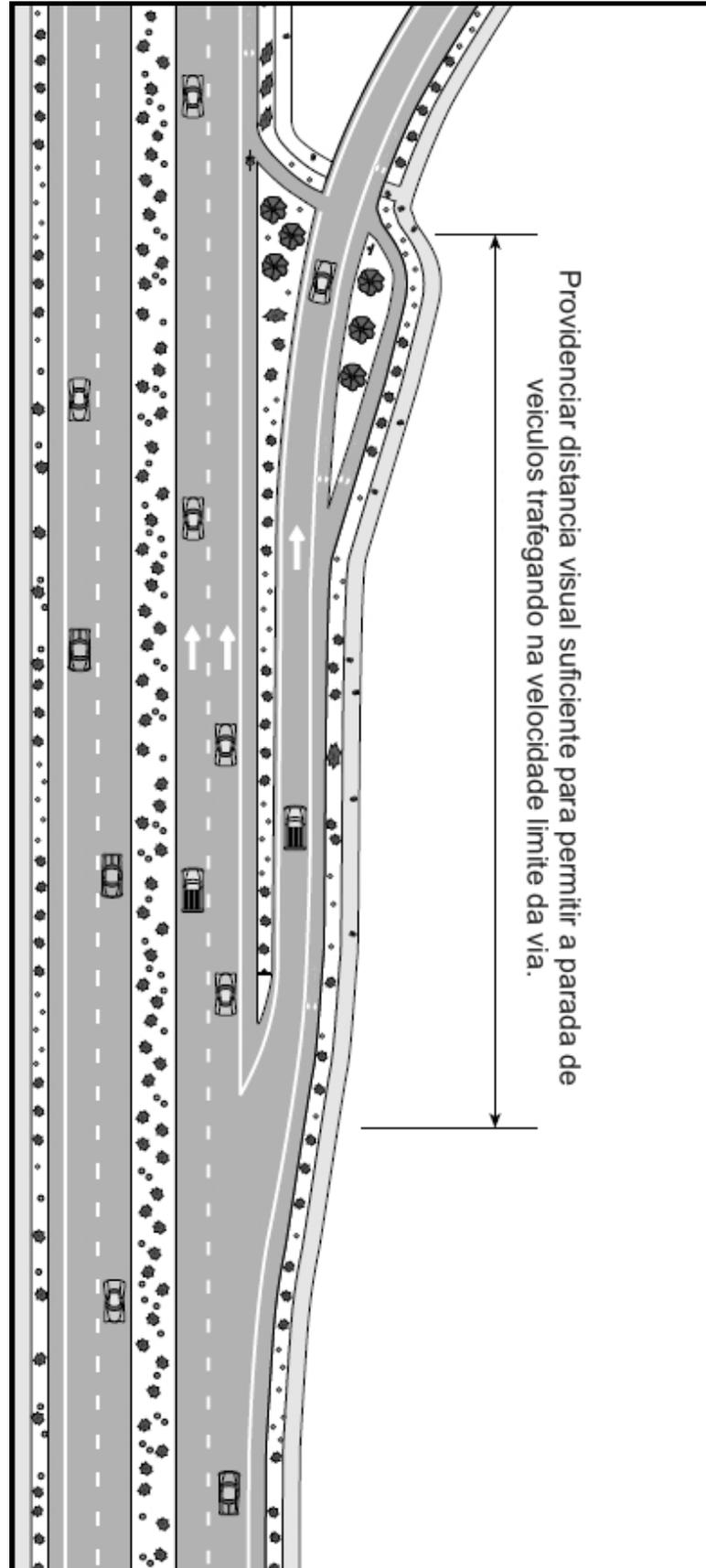


Figura 6.41: Esquemático de interseção em via de saída de via arterial.

Fonte: Adptada de Oregon Department of Transportation, 1995.

A figura 6.42 representa um detalhe da figura 6.41.

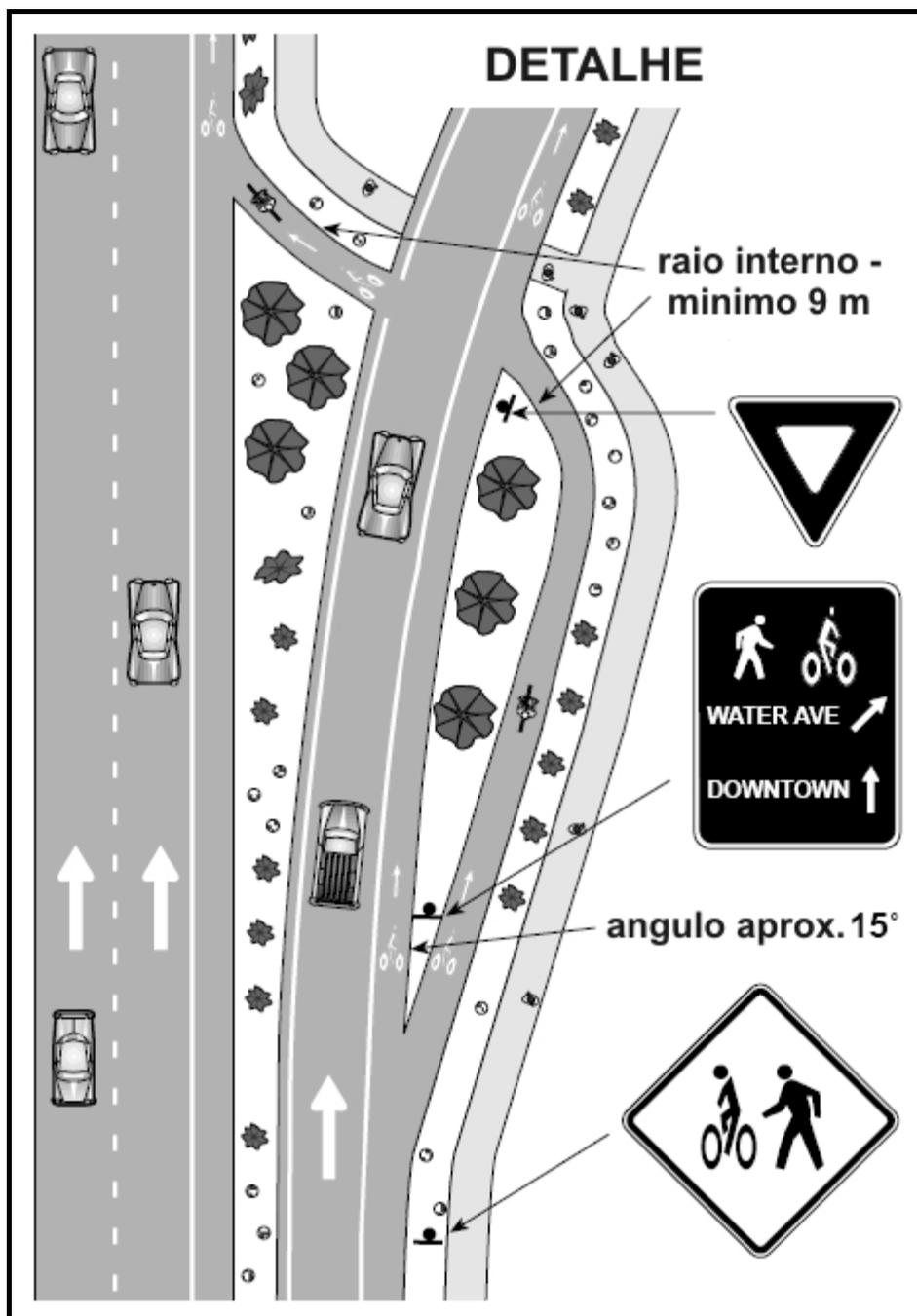


Figura 6.42: Esquemático de detalhe de interseção em saída de via expressa.

Fonte: Adaptada de Oregon Department of Transportation, 1995.

Outro tipo de interseção que exige cuidados é o **cruzamento rodoferroviário**. Especialmente nos casos onde o ângulo entre as vias seja diferente de 90° existe a possibilidade de que a roda dianteira da bicicleta se prenda no vão entre o trilho e o pavimento, desviando o ciclista da rota desejada, podendo

causar a queda deste. Quanto menor o ângulo entre as vias, maiores são os riscos de acidentes com condutores de bicicleta.

De acordo com Oregon Department of Transportation (1995), quando o ângulo entre as vias for menor do que 45° é necessário que haja um alargamento da via, de modo a permitir que o condutor de bicicleta realize o cruzamento com a linha ferroviária num ângulo, preferivelmente, de 60° ou mais. Lembra também que o vão entre os trilhos e o pavimento deve ser o menor possível.

A figura 6.43 apresenta um exemplo de cruzamento rodoferroviário.



Figura 6.43: Cruzamento rodoferroviário

Fonte: Adptada de Oregon Department of Transportation, 1995.

Sugere-se, além do alargamento da via, que seja aplicada sinalização horizontal, de maneira a indicar aos condutores de bicicleta a trajetória que permita que o cruzamento, entre a rota do ciclista e a linha ferroviária, seja realizado o mais próximo do ângulo de 90° . Sugere também a implantação de sinalização vertical alertando os condutores de bicicleta para a maneira de realizar tal manobra.

6.3.1 Rotatórias

A seguir são apresentadas informações de alguns trabalhos que discutem a influência das **rotatórias** sobre a segurança dos ciclistas.

Grande parte da literatura sobre rotatórias declara que elas são mais seguras que os demais tipos de interseções. No entanto quando as rotatórias são avaliadas do ponto de vista da segurança dos ciclistas, apesar de haver alguns trabalhos concordando com essa característica das rotatórias, existem outros resultados indicando que a rotatória pode não ser o tipo de interseção mais adequado para os usuários de bicicletas.

Segundo Brüde e Larsson (2000), dentre as rotatórias suecas por eles estudadas, as que possuíam **mais de uma faixa** apresentaram maior número de acidentes (contabilizados pela polícia) envolvendo ciclistas do que aquelas com apenas uma faixa. Estes autores declararam que o processamento estatístico indicou que o fator de maior efeito no número de acidentes envolvendo ciclistas nas rotatórias estudadas, à parte do número de veículos motorizados e de ciclistas, foi o número de faixas.

Hels e Orozova-Bekkevold (2007), no seu estudo de rotatórias na Dinamarca, apresentam resultados estatísticos que indicam que o número de acidentes registrados no hospital da cidade de Odense envolvendo bicicletas e veículos motorizados e a **velocidade potencial de circulação** nas rotatórias estudadas são variáveis diretamente proporcionais. A velocidade potencial foi estimada em função das características geométricas das rotatórias.

Segundo o estudo de Hydén e Várhelyi (2000), que avalia os resultados da implantação de rotatórias na cidade sueca de Växjö, o deslocamento lateral que as rotatórias impõem aos motoristas tem grande importância na velocidade de aproximação dos carros.

A figura 6.44 é um desenho esquemático representando o deslocamento lateral imposto por uma rotatória.

De acordo com esses autores, a partir de 2 metros de deslocamento lateral o efeito de redução de velocidade foi grande, sendo que para deslocamentos maiores as velocidades médias se mantiveram aproximadamente no mesmo nível (30 a 35 km/h). Declaram também que o número de acidentes com ferimentos

envolvendo automóveis e bicicletas teve uma redução estimada de 60% (baseada na observação do número de ocorrências de conflitos sérios), enquanto que a estimativa de acidentes com feridos envolvendo apenas automóveis aumentou em 12%. Para esses autores a redução do risco estimado de acidentes com ferimentos está diretamente relacionada com a redução da velocidade de aproximação. Segundo os autores, as rotatórias avaliadas tinham, em geral, apenas uma faixa e diâmetro interno entre 4 e 18 metros.

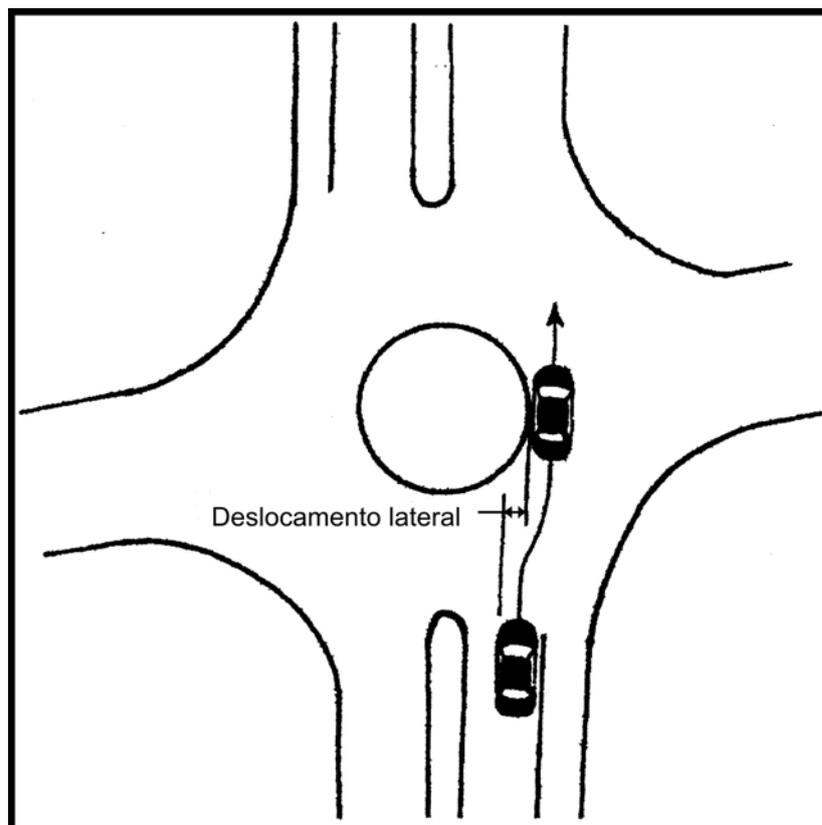


Figura 6.44:- Deslocamento lateral imposto por uma rotatória.

Fonte: Adaptada de Hydén; Várhelyi, 2000.

De acordo com suas análises de regressão, Brüde e Larsson (2000) afirmaram que as rotatórias estudadas com **ilhas centrais de raio maior que 10 metros** eram mais seguras para ciclistas do que as com raio menor que esse valor. Esse trabalho também apresenta uma pesquisa com veículos motorizados em rotatórias, sugerindo valores de ilhas centrais entre 10 metros e 25 metros - segundo os autores, rotatórias com raios menores ou com raios maiores que esses valores permitem uma trajetória mais direta, com menor redução de velocidade.

O artigo de Schoon e Van Minnen (1994), citado por vários outros autores, apresenta os resultados e análises do estudo da implantação de mais de 180 rotatórias nos Países Baixos. Esses autores informam que, em geral, as rotatórias implantadas tinham apenas uma faixa, diâmetro externo de 30 metros e aproximação radial. A tabela 6.1 mostra a redução de acidentes e feridos com a implantação dessas rotatórias, de acordo com o modo de transporte. A bicicleta apresentou reduções significativamente menores que os demais modos, sendo que os pedestres e carros obtiveram as maiores reduções, respectivamente nos casos de acidentes e feridos.

Tabela 6.1 - Redução de acidentes e feridos de acordo com o modo de transporte.

Modo de transporte	Redução percentual	
	Acidentes	Feridos
Carro de passageiros	63	95
A pé	73	89
Ciclomotor	34	63
Bicicleta	8	30
Total	51	72

Fonte: SCHOON; VAN MINNEN, 1994.

Transport for London (2005) afirma que os registros das grandes rotatórias convencionais da Grã Bretanha indicam que a probabilidade de ciclistas se envolverem em acidentes é 14 vezes maior do que a probabilidade de condutores de outros veículos.

O artigo de Layfield e Maycock (1986) apresenta dados de outros trabalhos, principalmente do trabalho de Maycock e Hall (1984) e apesar da sua data de publicação ser antiga traz informações interessantes para a discussão das bicicletas em rotatórias. A tabela 6.2 apresenta os dados de Maycock e Hall (1984), citado por Layfield e Maycock (1986), sobre acidentes envolvendo bicicletas em 84 rotatórias britânicas.

Tabela 6.2 - Tipos de acidentes envolvendo bicicleta numa amostra de 84 rotatórias de 4 alças.

Tipo de Acidente	Número de Acidentes	%
Bicicleta circulando - veículo motorizado entrando	104	50
Bicicleta circulando - veículo motorizado saindo	20	10
Aproximação, bicicleta atingida na traseira	20	10
Ambos circulando	16	8
Veículo motorizado circulando - bicicleta entrando	15	7
Ambos saindo	11	5
Aproximação, veículo motorizado atingido na traseira	9	4
Sem classificação	7	3
Veículo motorizado circulando - bicicleta saindo	5	2
Apenas bicicleta envolvida	3	1
Total	210	100

Fonte: Maycock; Hall, 1984 citado por Layfield; Maycock, 1986.

Segundo esses dados, a parte mais arriscada do processo de atravessar as rotatórias estudadas, para os condutores de bicicleta, foi o momento em que estes estavam circulando pelas rotatórias - 68% dos acidentes envolvendo bicicletas ocorreram nessa condição, sendo que na maioria desses casos os usuários de bicicleta foram atingidos por veículos motorizados entrando nas rotatórias (50% do total de acidentes).

AASHTO (1999), Danish Road Directorate (2000) e Transport for London (2005) também afirmaram que a maioria dos acidentes com bicicletas ocorrem entre bicicletas circulando e veículos motorizados entrando nas rotatórias.

A figura 6.45 é um desenho esquemático, baseado nos dados da tabela 6.2, dos principais tipos de acidentes envolvendo bicicletas e das suas respectivas participações em relação ao total de acidentes.

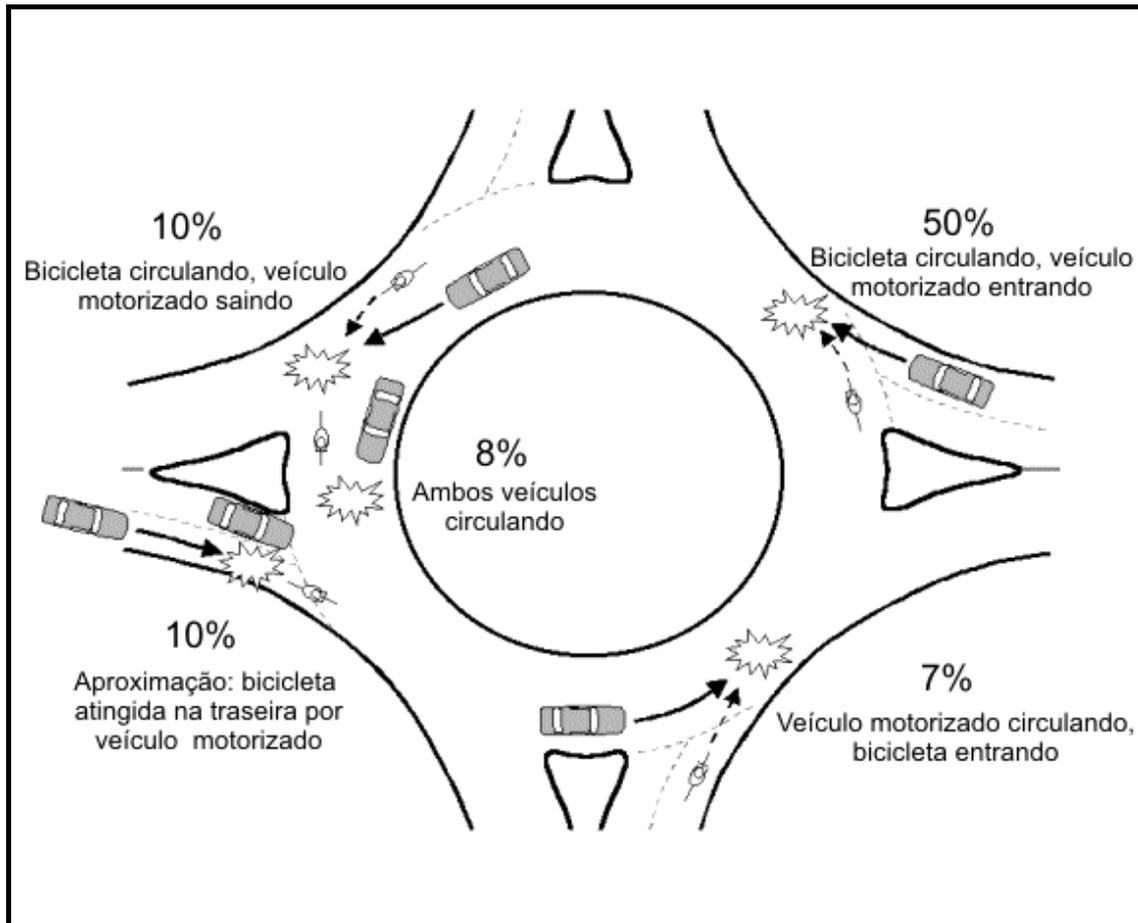


Figura 6.45:- Principais tipos de acidentes envolvendo bicicletas em rotatórias.

Fonte: Adptada de Galway Cycling Campaign, 2001, baseado nos dados de Layfield; Maycock, 1986.

Baseados em observações de comportamento, Hydén e Várhelyi (2000) declaram que menos de 60% dos ciclistas entrando nas rotatórias davam preferência aos condutores de veículos motorizados que circulavam nas rotatórias, enquanto que mais de 90% dos condutores de veículos motorizados entrando nas rotatórias davam preferência aos ciclistas que circulavam pelas mesmas. Apesar de não tratarem de acidentes propriamente ditos o trabalho desses autores aparentemente contradiz os dados anteriores de Maycock e Hall (1984), AASHTO (1999), Danish Road Directorate (2000) e Transport for London (2005).

Layfield e Maycock (1986) apresentam outros dados do trabalho de Maycock e Hall (1984), indicando que o número de acidentes com feridos nas rotatórias estudadas foi mais de 10 vezes maior no caso de envolvimento com bicicletas do que com veículos motorizados. No caso de interseções semaforizadas

esse valor foi de 3 a 4 vezes maior. No entanto esses autores salientam que as diferenças entre o envolvimento em acidentes com ferimentos para os diferentes tipos de veículos podem ser devido às diferenças de vulnerabilidade à ferimentos desses veículos - sem dados sobre acidentes sem ferimentos não é possível dizer que as rotatórias façam com que os condutores de bicicleta tenham mais risco de se ferirem do que os condutores de veículos motorizados.

Daniels e Wets (2005), apresentam um panorama sobre os tipos de projetos ciclovários em rotatórias. As figuras 6.46, 6.47 e 6.48 são desenhos esquemáticos dos tratamentos apresentados por esses autores. A figura 6.46 apresenta uma **rotatória sem tratamento específico para bicicletas**, ou seja, onde estas compartilham a via com os demais veículos.

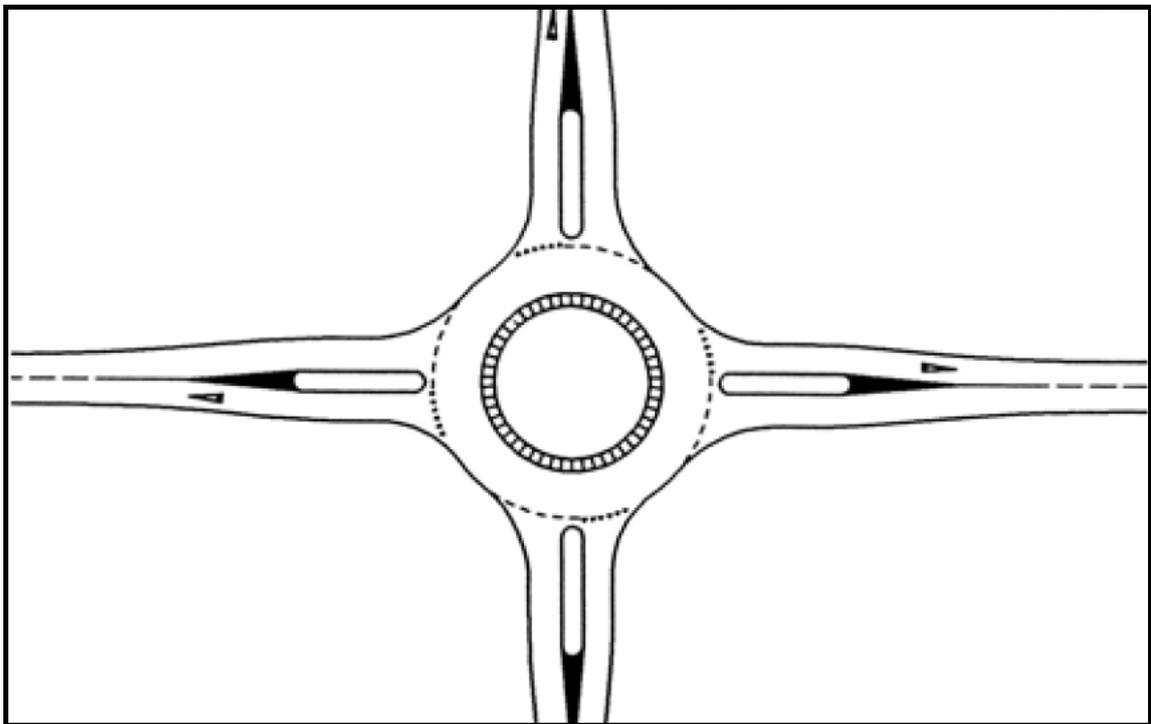


Figura 6.46:- Rotatória com tráfego compartilhado.

Fonte: Crow, 1998 citado em Daniels; Wets, 2005.

Hydén e Várhelyi (2000) comentam ser importante dar atenção especial aos casos de vias com ciclofaixas que se interligam com rotatórias que não apresentam ciclofaixa no seu interior. Para esses autores a transição da ciclofaixa com a rotatória deve ser projetada com cuidado, sugerindo que o compartilhamento da via deve ser iniciado antes da rotatória.

Para esses autores o compartilhamento da via funciona bem em velocidades abaixo da faixa de 30 a 35 km/h e que em uma das rotatórias estudadas, de dimensões relativamente grandes, com diâmetro da ilha interna de 24m, o princípio do compartilhamento da via não funcionou bem. Atestam que os motivos para tal foram o maior comprimento da via (motoristas possivelmente se cansavam de dirigir atrás dos ciclistas) e pelo fato dos ciclistas não se “atreverem” a ocupar o centro da faixa em uma rotatória tão grande.

AASHTO (1999) afirma que, em rotatórias com uma faixa de circulação e velocidade de circulação em torno de 20 km/h, poucos impactos negativos na segurança dos ciclistas foram observados no caso de tráfego compartilhado. Sugere que ciclofaixas que se direcionem a esse tipo de rotatória devam ser interrompidas a uma distância de 10 a 20 metros antes da rotatória.

Segundo Danish Road Directorate (2000), em rotatórias em vias com limites de velocidade entre 30 e 50 km/h, com baixo volume de veículos e com uma faixa de circulação, os ciclistas devem compartilhar o tráfego com os demais veículos. infelizmente não define numericamente para quais fluxos de veículos se aplica essa orientação.

A figura 6.47 apresenta uma **rotatória com ciclofaixa adjacente**. Daniels e Wets (2005), comentam que nesse caso existem grandes chances de existirem conflitos entre bicicletas e veículos motorizados realizando conversão à direita (saindo da rotatória) - podem ocorrer sérios conflitos, em especial, entre caminhões e bicicletas quando estes se encontram muito próximos, devido à visão limitada dos condutores de caminhões em virtude dos “pontos cegos” no momento da conversão à direita.

O quadro 6.1 apresenta os dados de Schoon e Van Minnen (1994) para o número médio de feridos por rotatória por ano para três tipos de estruturas cicloviárias, de acordo com alguns tipos de transporte.

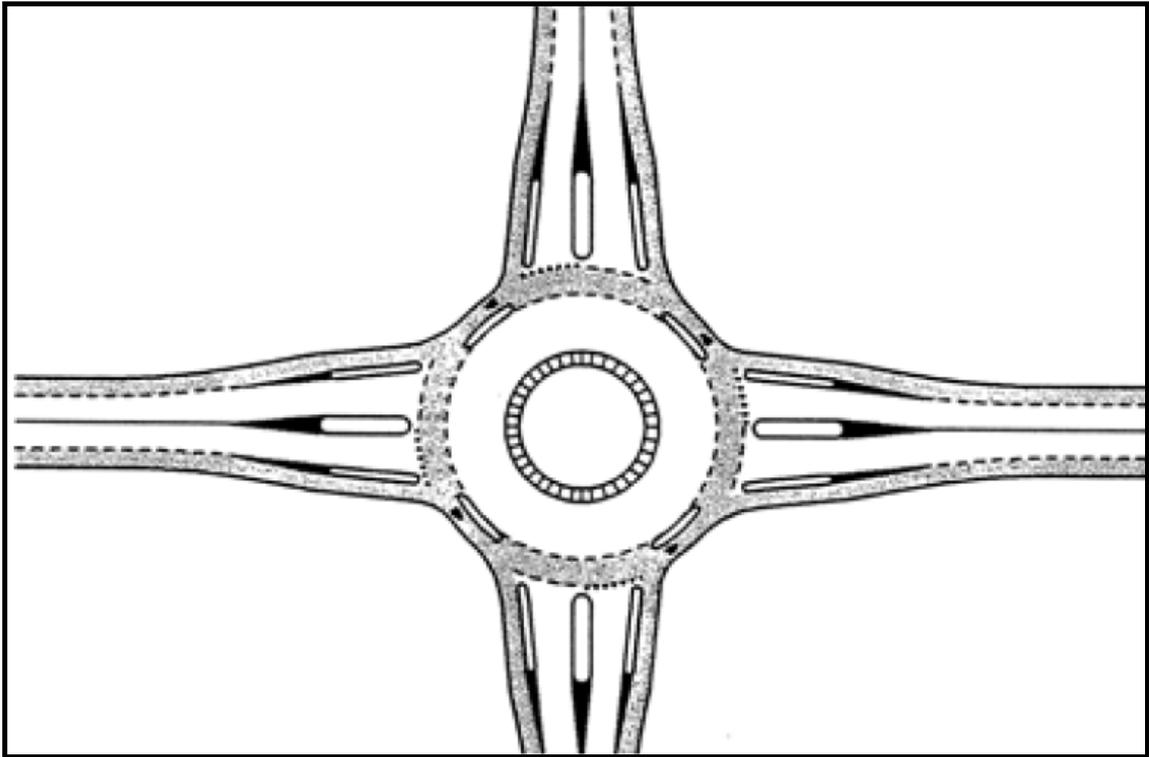


Figura 6.47:- Rotatória com ciclofaixa adjacente.

Fonte: Crow, 1998 citado em Daniels; Wets, 2005.

Quadro 6.1 - Número médio de feridos por rotatória por ano para três tipos de estruturas cicloviárias, de acordo com o modo de transporte (bicicleta, ciclomotor e carro)

Modo de transporte	Tipo de estrutura cicloviária da rotatória		
	Tráfego compartilhado	Ciclofaixa	Ciclovia
Bicicleta	0,1	0,4	0,03
Ciclomotor	0,1	0,2	0,02
Carro de passageiro	0,05	0,03	0,04

Fonte: Schoon; Van Minnen, 1994.

Os dados para carros de passageiros apresentaram pouca variação no número de feridos para os três tipos de estruturas cicloviárias. A ciclovia aparece como a estrutura cicloviária com menor número de feridos entre os usuários de bicicletas, sendo menor que 1/3 do número de feridos de rotatórias com tráfego compartilhado e menor que 1/10 do número equivalente em rotatórias com ciclofaixa. É importante notar que para bicicletas o número de feridos em rotatórias com ciclofaixas foi maior do que em rotatórias com tráfego compartilhado.

Esse fato talvez possa ser causado pelos erros do tipo “olhou, mas não viu” (Herslund e Jørgensen, 2003)⁵. Segundo esse conceito, um determinado motorista que olha para a faixa de veículos motorizados numa rotatória, ao não ver um veículo motorizado ou avaliando que este está a uma distância segura, pode simplesmente não perceber um ciclista na ciclofaixa e, mesmo este estando próximo, entrar na rotatória causando um acidente. Esses autores salientam que comportamentos errôneos adquiridos por experiência podem ser difíceis de tratar através de esforços educacionais. Dão como sugestão implementar o tráfego compartilhado em vez de separá-lo, com o intuito de fazer com que os ciclistas se tornem mais “visíveis”, já que estariam mais próximos dos veículos motorizados. Lembrem, no entanto, que não conhecem todos os resultados possíveis e que mais dados são necessários para chegar a conclusões definitivas.

Segundo Dijkstra (2005), dentre as rotatórias estudadas, o número de feridos em rotatórias com ciclofaixas e com tráfego compartilhado foi aproximadamente igual, tanto em número totais de feridos como em número de feridos conduzindo bicicletas e ciclomotores. Já as rotatórias com ciclovias apresentaram um número consideravelmente menor de feridos, tanto em termos de totais de feridos como em número de feridos conduzindo bicicletas e ciclomotores. Baseado nesses dados Dijkstra (2005) desaconselha a implantação de ciclofaixas em rotatórias.

De acordo com Schoon e Van Minnen (1994), rotatórias que tiveram suas **ciclofaixas pintadas na cor vermelha** apresentaram números de acidentes e números de ciclistas feridos menores que rotatórias com ciclofaixas sem pintura.

A figura 6.48 apresenta uma rotatória com o que Daniels e Wets (2005) denominam de **ciclovia separada, onde a preferência é dos condutores de bicicleta**. O uso do termo “separada” pode parecer ser um caso de redundância, mas interpretou-se que nesse caso se refere ao fato da ciclovia, além de estar segregada do tráfego dos demais veículos, estar “separada” da rotatória na medida em que a distância entre o diâmetro externo da rotatória e o diâmetro interno da ciclovia é de alguns metros.

⁵ Mais detalhes no capítulo 3 – Acidentes.

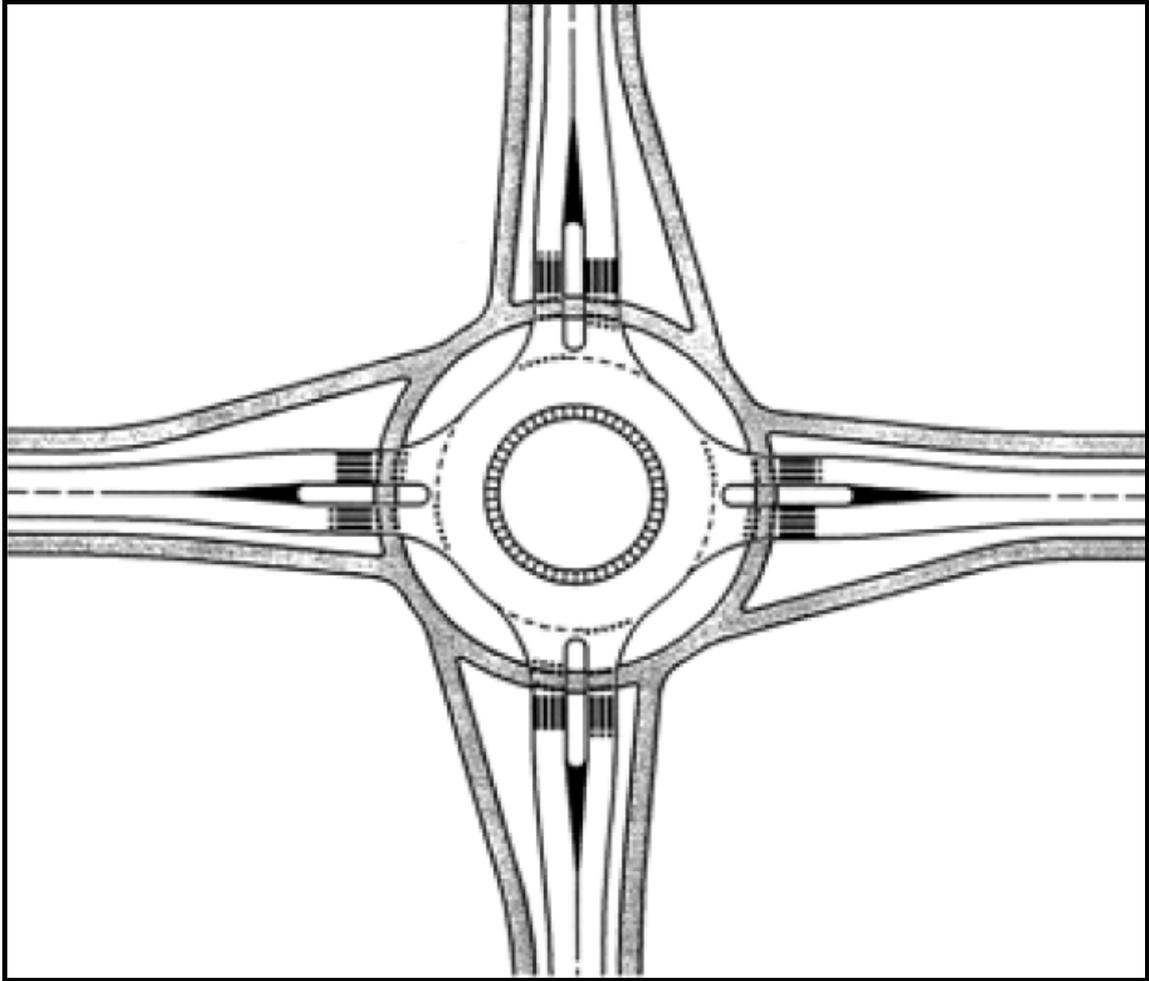


Figura 6.48:- Rotatória com ciclovia separada, com preferência para ciclistas.

Fonte: Crow, 1998 citado em Daniels; Wets, 2005.

De acordo com as análises de regressão de Brüde e Larsson (2000) foi mais seguro para os ciclistas transpor as rotatórias utilizando **cruzamentos específicos para bicicletas, separados das rotatórias**, do que trafegar pelas faixas de uso compartilhado, visto que no primeiro caso os condutores dos veículos motorizados podiam esperar o cruzamento dos ciclistas e ao mesmo tempo permitir o fluxo dos demais veículos na rotatória. Esses autores declararam haver indícios de outros estudos de que a melhor distância entre o cruzamento de bicicletas e a rotatória em si poderia ser entre 2 e 5 metros, mas que deveriam ser feitos estudos mais aprofundados.

Na figura 9.49 é possível verificar que entre o limite externo da faixa de circulação dos veículos motorizados e a ciclovia (pintada de vermelho) há um espaço que permite o tipo de manobra acima citada.



Figura 6.49: Rotatória nos Países Baixos.

Fonte: Dijkstra et al., 1998.

Daniels e Wets (2005) consideram que nesse caso o número de conflitos entre bicicletas e veículos motorizados é menor, pois entendem que os condutores dos veículos motorizados estão mais cientes da presença das bicicletas em virtude do fato das trajetórias serem mais perpendiculares.

De acordo com Räsänen e Summala (2000) a idéia do cruzamento de bicicletas ser afastado da rotatória é permitir que os motoristas façam uma aproximação de duas fases, onde estes poderiam se concentrar primeiro nos ciclistas (e pedestres) e depois apenas nos veículos motorizados. No entanto declararam, que no processo de entrada nas rotatórias, o número de motoristas que deram a preferência aos ciclistas foi maior no caso em que os cruzamentos de bicicletas se localizavam entre 0 e 2 metros das rotatórias do que nos casos em que se localizavam em torno de 6 metros. É importante salientar que o número de rotatórias estudadas nesse trabalho foi reduzido, apenas seis rotatórias, sendo duas na Suécia, duas na Dinamarca e duas na Finlândia. Apesar dessa restrição numérica o estudo utilizou um ciclista de provas, de modo que as interações puderam ser controladas.

Schoon e Van Minnen (1994) concluíram, para rotatórias com circulação de mais de 8.000 veículos motorizados por dia, que as ciclovias são as estruturas cicloviárias mais seguras. Abaixo desse valor declaram que não encontraram evidências sobre qual estrutura cicloviária deveria ser implantada, pois as diferenças não foram significativas, mesmo para a condição de tráfego compartilhado. Schoon e Van Minnen (1994) lembram que nos Países Baixos, no período de estudo das rotatórias, não havia determinação sobre preferência nas rotatórias com ciclovias separadas.

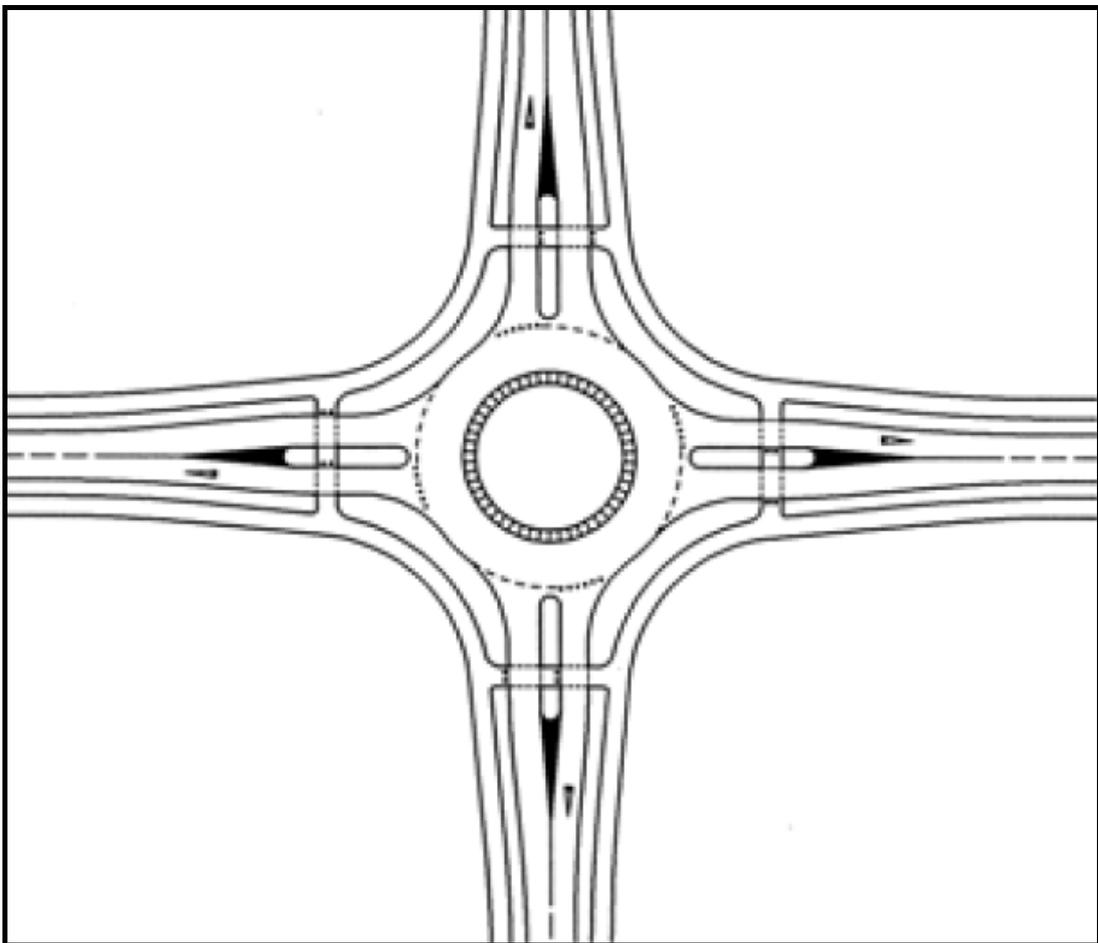


Figura 6.50: Rotatória com ciclovia separada, sem preferência para ciclistas.

Fonte: Crow, 1998 citado em Daniels e Wets, 2005.

A figura 6.50 apresenta uma rotatória similar ao do caso anterior, com **ciclovia separada, mas nesse caso os condutores de bicicletas têm que dar a preferência** no cruzamento com as faixas de acesso e saída das rotatórias.

Daniels e Wets (2005) atentam para a questão da preferência nas rotatórias. Esses autores consideram que no caso de tráfego compartilhado ou de ciclofaixa adjacente que as bicicletas devem ser consideradas como veículos e portanto devem ter a preferência quando estiverem circulando pelas rotatórias. No entanto, declaram que no caso de ciclovia separadas das rotatórias existe espaço para a discussão se as bicicletas deveriam ter a preferência.

Dijkstra (2005) apresenta estimativas de feridos, caso os condutores de bicicleta tivessem a preferência nas ciclovias separadas, em todas as rotatórias dos Países Baixos, ou caso tivessem que dar a preferência. As estimativas foram de que caso os ciclistas tivessem a preferência haveria maior número de acidentes com feridos. No caso dos ciclistas terem a preferência, as estimativas indicaram de 52 a 73 pessoas hospitalizadas por ano a mais que no caso dos ciclistas não terem a preferência. Esses números representavam, na data do estudo realizado, de 1,8% a 2,5% do total anual de número de pessoas hospitalizadas conduzindo bicicletas ou ciclomotores envolvidas em acidentes com veículos motorizados.

Räsänen e Summala (2000) sugerem que a regulamentação de preferência deva ser determinada de acordo com a localização da ciclovia, de modo a se adequar ao padrão de comportamento dos motoristas. Nessa linha de pensamento, esses autores afirmam que a preferência deva ser dos ciclistas nos casos de cruzamentos localizados até 2 metros de distância das rotatórias e que os veículos motorizados tenham a preferência no caso dos cruzamentos estarem localizados a distâncias maiores. Esses autores, no entanto, lembram que dar a preferência aos veículos motorizados pode gerar confusão caso haja uma faixa de travessia de pedestres junto ao cruzamento de bicicletas.

Outra questão referente às rotatórias com ciclovias é a implantação de **ciclovias uni ou bidirecionais**. Räsänen e Summala (2000) afirmam que os motoristas, no processo de entrada nas rotatórias estudadas, deram a preferência aos ciclistas que vinham da direita com menos frequência que aos ciclistas que vinham da esquerda.

De acordo com Summala et al. (1996)⁶, determinados motoristas ignoram ameaças menos prováveis ou de menor importância, como por exemplo, ciclistas

⁶ Mais detalhes no capítulo 3 – Acidentes.

vindos da direita.

Summala et al. (1996) apresentam dados, que devido ao reduzido número de observações, apenas podem sugerir ou servir de indício que medidas de redução de velocidade como **lombadas e cruzamentos cicloviários elevados** podem mudar o comportamento de busca visual de certos motoristas. De acordo com esses autores, motoristas forçados a diminuir a velocidade passam a não ter mais necessidade de alocar tanta atenção aos veículos motorizados vindos da esquerda, passando então a olhar para a direita ou pelo menos para frente, possibilitando que ciclistas vindos da direita sejam percebidos, ao menos pela visão periférica.

Summala et al. (1996) afirmam que outra possibilidade é evitar estruturas cicloviárias bidirecionais. Em virtude do fato das estruturas bidirecionais diminuir as distâncias a serem percorridas pelos ciclistas, entende-se que essa opção não implica necessariamente em redução dos acidentes, em especial no caso das rotatórias, visto que os ciclistas podem passar a adotar outras rotas mais curtas possivelmente mais arriscadas.

Segundo Hydén e Várhelyi (2000), quase 1/3 dos ciclistas avaliados escolhia, segundo o ponto de vista da segurança, caminhos incorretos e inapropriados para atravessar as rotatórias.

Segundo Danish Road Directorate (2000), em rotatórias onde as velocidades de circulação são altas não deve ser permitido a circulação de bicicletas no seu interior. Os ciclistas devem ser direcionados para uma ciclovia situada aproximadamente a 30 metros da rotatória, com a determinação de darem a preferência aos veículos motorizados nos cruzamentos. Sugere, para evitar que os ciclistas tenham que realizar voltas muito longas, que uma ciclovia bidirecional possa ser uma boa solução, assim como a implementação de uma passagem subterrânea. Infelizmente esse trabalho não define objetivamente a partir de quais velocidades de circulação devam ser seguidas tais orientações.

Transport for London (2005) afirma que as grandes rotatórias apresentam um grande problema para os ciclistas e que nesse caso as opções mais efetivas são a regulamentação através de semáforos (onde podem ser adotadas a parada avançada de bicicleta assim como a luz verde antecipada para ciclistas) e a implementação, no caso de fluxos totais de mais de 25.000 veículos por dia, de

ciclovias separadas, com semáforos para pedestres e ciclistas nos seus cruzamentos com as alças das rotatórias.

Daniels e Wets (2005) lembram que existem pelo menos duas outras possibilidades para os usuários de bicicletas atravessarem rotatórias. Uma seria o ciclista desmontar e atravessar as faixas de acesso ou saída das rotatórias como um pedestre e a outra seria a implantação de passagens subterrâneas (p.ex. túneis) ou elevadas (p.ex. passarelas).

Tabela 6.3 - Redução de número de feridos de acordo com o tipo de regra de preferência anteriormente utilizada na interseção.

Tipo de regra de preferência	Redução percentual de Feridos		Número de locais
	Ciclomotor / Bicicleta	Total	
Nenhuma	5	40	19
Veículo da direita tem a preferência	49	75	151
Semáforo	- 4	33	9
Total	44	72	179

Fonte: Schoon; Van Minnen (1994).

A tabela 6.3 apresenta os dados de Schoon e Van Minnen (1994) para a redução percentual de feridos após a implantação das rotatórias de acordo com o **tipo de interseção existente antes da conversão**. O grupo de interseções em que anteriormente se devia dar a preferência aos veículos vindo da direita foram as que apresentaram a maior redução tanto para ciclomotores e bicicletas quanto para o conjunto de todos os modos de transporte. No entanto, nas interseções em que não havia regra de preferência a redução para os ciclomotores e bicicletas foi percentualmente pequena (5%) e no caso de interseções anteriormente semaforizadas houve mesmo um pequeno aumento percentual no número de feridos para estes tipos de veículos (4%). Nesse último caso é importante salientar que a reduzida quantidade de locais avaliados (9 locais) pode ter gerado discrepâncias nesse resultado, mas que de qualquer forma esse resultado pode ser avaliado como um indicativo da necessidade de maiores estudos desse tipo de situação, visto que converter uma interseção semaforizada em uma rotatória pode apresentar diminuição da segurança para os usuários de bicicletas e ciclomotores.

A tabela 6.4 apresenta os dados de Schoon e Van Minnen (1994) para redução percentual de feridos de acordo com o **tipo de estrutura cicloviária tanto na interseção (antes) quanto na rotatória (depois)**. Apresenta os dados de bicicletas e ciclomotores assim como para todos os modos de transporte.

Tabela 6.4 - Redução de feridos de acordo com o tipo de estrutura cicloviária existente antes e depois da conversão em rotatória.

Tipo de estrutura cicloviária		Redução Percentual de Feridos		Número de locais
Interseção (antes)	Rotatória (depois)	Ciclomotor / Bicicleta	Total	
Tráfego compartilhado	Tráfego compartilhado	59	78	15
	Ciclofaixa	60	78	34
	Ciclovia	100	94	8
Ciclofaixa	Ciclofaixa	6	48	20
Ciclovia	Tráfego compartilhado	-35	5	3
	Ciclofaixa	4	53	50
	Ciclovia	89	91	51
Total		44	72	181

Fonte: Schoon; Van Minnen (1994).

Os dados da tabela 6.4 indicam, nas rotatórias estudadas, que a redução do número de feridos variou muito conforme o tipo de estrutura cicloviária existente anteriormente na interseção assim como o tipo implementado posteriormente na rotatória. É possível verificar, no caso de bicicletas e ciclomotores, que as conversões de interseções sem estruturas cicloviárias, de tráfego compartilhado, para rotatórias também de tráfego compartilhado apresentaram redução de 59%. A situação de conversões de interseções com ciclofaixas para rotatórias com ciclofaixas resultou em pequena redução percentual do número de feridos (6%). Lembrando que quando esses autores se referem a ciclovias estão se referindo a ciclovias separadas.

No trabalho de De Brabander e Vereeck (2007), foram estudadas os efeitos na segurança de 95 rotatórias da região de Flanders, na Bélgica, de acordo

com os **limites de velocidades**, tanto na via principal quanto da secundária, assim como da **sinalização pré-existente** das interseções transformadas em rotatórias. Esses autores apresentam dados sobre total de acidentes com feridos para rotatórias para vários limites de velocidades, no entanto no caso dos usuários vulneráveis, apresentam dados para rotatórias apenas com limites de velocidades de 50 km/h, tanto nas vias principais como nas secundárias - consideram que os usuários vulneráveis das vias são constituídos por pedestres e por condutores de bicicletas, ciclomotores e motocicletas. Escolheram as rotatórias com essas faixas de velocidades por considerarem que esses usuários preferem trafegar onde as velocidades são mais baixas e também porque na região de Flanders é comum esses usuários serem proibidos de trafegar em vias de altas velocidades.

A tabela 6.5 apresenta os resultados de redução de acidentes com feridos, envolvendo usuários vulneráveis das vias, em rotatórias onde os limites de velocidades das vias eram de 50 km/h, tanto nas vias principais como nas secundárias.

Tabela 6.5 - Redução de acidentes com feridos em rotatórias de 50 km/h x 50 km/h (intervalo de confiança 0,95).

	Limites de velocidade: 50km/h x 50km/h	
	Total	Usuários vulneráveis *
Com semáforo antes	36	-28
Sem semáforo antes	45	27
Total	43	14

* Usuários vulneráveis das vias - pedestres e condutores de bicicletas, ciclomotores e motocicletas.

Fonte: De Brabander; Vereeck, 2007.

No caso da implantação de rotatórias em interseções anteriormente semaforizadas, apesar da redução total de acidentes com feridos ter sido de 36%, os acidentes envolvendo apenas os usuários vulneráveis aumentaram em 28%.

Dados de De Brabander e Vereeck (2007) declaram, nas rotatórias por eles estudadas, que o risco dos usuários vulneráveis falecerem quando envolvidos em acidentes sérios se tornaram maiores que esse mesmo risco para o total de usuários das vias. Outros dados indicam, para os usuários vulneráveis em rotatórias

de 50 km/h x 50 km/h, que o número de óbitos por acidente sério com ferido, mais que quintuplicou, passando de 0,03 para 0,17 em interseções anteriormente semaforizadas. No caso de interseções anteriormente não semaforizadas o aumento foi maior que 50%, de 0,12 para 0,19. De Brabander e Vereeck (2007) concluíram que interseções semaforizadas são mais seguras que rotatórias para usuários vulneráveis que costumam trafegar por vias e interseções de baixas velocidades.

No estudo de De Brabander e Vereeck (2007) quando foram levados em contas apenas os números totais de acidentes com feridos, as rotatórias com maiores limites de velocidades apresentaram maiores reduções. As maiores reduções foram encontradas nas rotatórias com limites de velocidades das vias principais e secundárias, respectivamente, de 90 km/h x 50 km/h (62%) e 70 km/h x 70 km/h (55%). Vias de 50 km/h x 50 km/h e 70 km/h x 50 km/h apresentaram reduções, respectivamente, de 43% e 4%.

Rotatórias de 70 km/h x 50 km/h obtiveram redução total do número de acidentes com ferimentos graves de 23%, no caso de não haver semáforos anteriormente, no entanto, apresentaram aumento de 117% no caso de conversão de interseções anteriormente semaforizadas. Apesar desses autores não terem incluído esses tipos de rotatórias na avaliação dos acidentes envolvendo usuários vulneráveis esses dados podem ser interessantes para o caso brasileiro na medida em que é comum condutores de bicicletas trafegarem por rotatórias de vias com essa faixa de velocidades.

Danish Road Directorate (2000), baseando-se principalmente em trabalhos e experiências dinamarquesas, apresenta uma série de orientações sobre conceitos cicloviários em rotatórias. De acordo com esse trabalho, não é aconselhável o tráfego de bicicletas em rotatórias com mais de uma faixa, quer sejam nas áreas de circulação, quer sejam nas entradas ou saídas destas. Aconselha que as faixas de entrada não devam ter largura maior que 3,5 metros sendo que em rotatórias pequenas e médias essa largura pode ser menor. Faixas de saída não devem ser mais largas que 4 metros.

Danish Road Directorate (2000) sugere que áreas com pavimentação diferenciada possam ser instaladas nas partes externas das ilhas centrais de tal maneira que permitam manobras de veículos de emergência ou veículos grandes e que ao mesmo tempo não estimulem a sua utilização por veículos como carros de

passageiros. Transport for London (2005) e Vélo Québec (2003) também sugerem que esse tipo de estrutura facilita a adoção de rotatórias com faixas de circulação mais estreitas.

As figuras 6.51, 6.52 e 6.53 apresentam exemplos desse tipo de estrutura.



Figura 6.51: Área de transposição (1).

Fonte: www.wsdot.wa.gov



Figura 6.52: Área de transposição (2).

Fonte: www.swov.nl



Figura 6.53: Caminhão sobre área de transposição.

Fonte: www.wsdot.wa.gov

Transport for London (2005) apresenta algumas orientações gerais sobre rotatórias com vistas à segurança dos usuários de bicicletas, também definidas neste trabalho como **rotatórias “continentais”**:

- faixas únicas de entrada e saída com larguras entre 4 a 5 metros, com o mínimo de alargamento possível na transição destas com as rotatórias propriamente ditas e preferencialmente radiais (perpendiculares) em relação ao centro da rotatória, em vez de tangenciais.

- faixas de circulação únicas com largura entre 5 e 7 metros.

- ilha central com diâmetro de 16 a 25 metros.

- diâmetro externo de 25 a 35 metros.

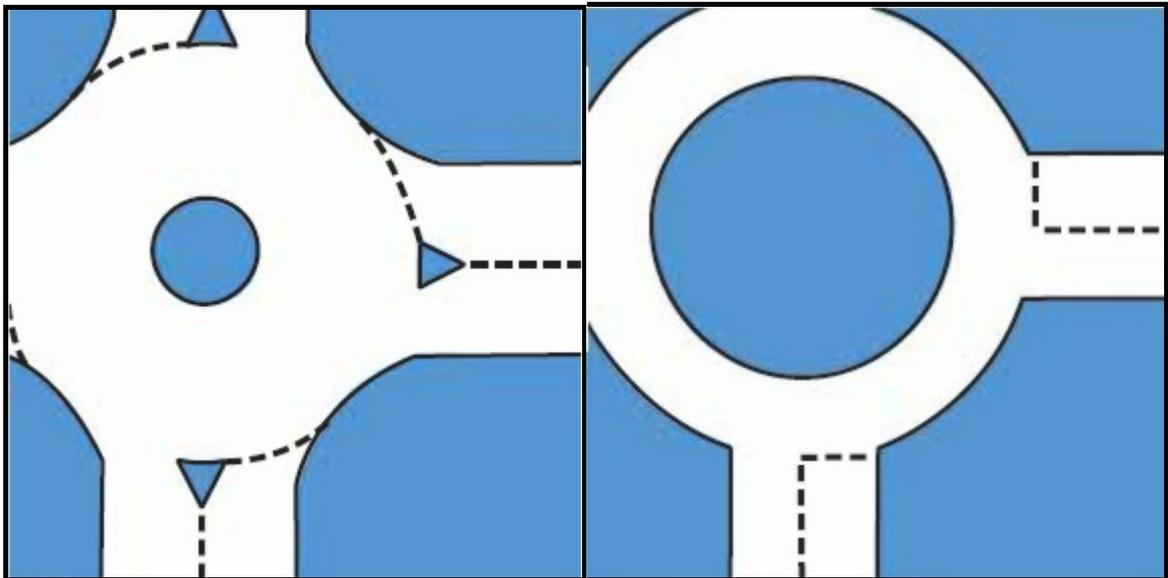


Figura 6.54: Rotatórias, Convencional e “Continental”.

Fone: Lawton et al., 2003.

A figura 6.54 apresenta desenhos esquemáticos para rotatórias. A imagem à esquerda representa uma rotatória convencional projetada com vistas ao fluxo de veículos motorizados e a imagem à direita representa uma rotatória “continental”.

Lawton et al (2003) afirma que, em algumas das rotatórias onde se buscou a padrão “continental”, alguns ciclistas passaram a se sentir menos seguros. Alguns ciclistas que se sentiam confortáveis em se posicionar no meio da faixa de circulação afirmaram que aprovaram as mudanças pois os veículos motorizados não podiam ultrapassá-los em virtude do estreitamento da pista. No entanto, alguns

ciclistas que não se sentiam seguros com tal atitude e que se posicionavam na parte mais externa da faixa, alegaram que passaram a se sentir mais “espremidos” com a redução da largura.

Vélo Québec (2003) afirma que ilhas centrais com vegetação obstruem a visão do tráfego no lado oposto destas obrigando motoristas a diminuírem a velocidade. Sugere também que as ilhas centrais não devam possuir características (por exemplo fontes e estátuas) que atraiam pedestres ou ciclistas em sua direção.

Foram apresentados dados e análises de diversos trabalhos com relação à segurança dos condutores de bicicletas em rotatórias. No entanto, estes estudos analisaram, na maioria dos casos, variáveis diferentes, de modo que não é possível definir com exatidão se as rotatórias são, para estes usuários, mais seguras ou não que outros tipos de interseções.

Outro ponto que dificulta a avaliação é o fato dos trabalhos serem referentes a diferentes países - Canadá, E.U.A, Grã-Bretanha, Suécia, Dinamarca, Países Baixos e Finlândia - com diferentes quantidades de condutores de bicicletas e diferentes padrões de relacionamento entre os motoristas e estes.

Alguns trabalhos utilizaram registros policiais como fonte única de dados sobre acidentes envolvendo ciclistas, enquanto outros não informaram adequadamente a metodologia de obtenção de tais dados. Esses fatos possibilitam a existência de resultados distorcidos.

Apesar dessas dificuldades, segundo os trabalhos apresentados, parece haver indícios de que as rotatórias apresentaram menos benefícios em relação à segurança dos condutores de bicicletas que dos condutores de veículos motorizados.

Alguns dados mostraram que segurança dos ciclistas variou muito conforme o tipo de interseção e estrutura cicloviária existentes antes da conversão em rotatória.

Também foram encontrados indícios de que as ciclovias separadas foram o tipo de estrutura cicloviária mais adequada para determinados fluxos de veículos. No entanto, foram apresentados resultados variados sobre a regulamentação de preferência nos cruzamentos dessas estruturas.

É importante salientar que as orientações e informações sobre as rotatórias de alguns trabalhos não devem ser encaradas como regras a serem seguidas, mas sim, como indicativos. Além das dificuldades já citadas sobre a avaliação dos resultados desses dados, soma-se o fato de que adotar tais medidas pode fazer com que em determinados casos não seja mais possível acomodar o fluxo de veículos motorizados. Tais conseqüências precisam ser analisadas com cuidado visto que podem prejudicar a segurança não só dos ciclistas, mas de outros usuários da rotatória em questão, assim como de usuários de outras vias que eventualmente acabem absorvendo parte desse fluxo de veículos.

6.4 Área de afastamento de interseção

É importante, que nas áreas após as interseções, haja tratamento que deixe evidente a continuidade, ou mesmo início, do eventual tráfego de bicicletas, quer seja tráfego compartilhado, quer seja tráfego segregado.

A **sinalização indicando o tráfego de bicicleta após interseções** serve de advertência para usuários do sistema viário vindo de vias transversais à via do tráfego de bicicletas. Desse modo, assim que estes usuários realizem a conversão, serão alertados para a parte da via utilizada por ciclistas.

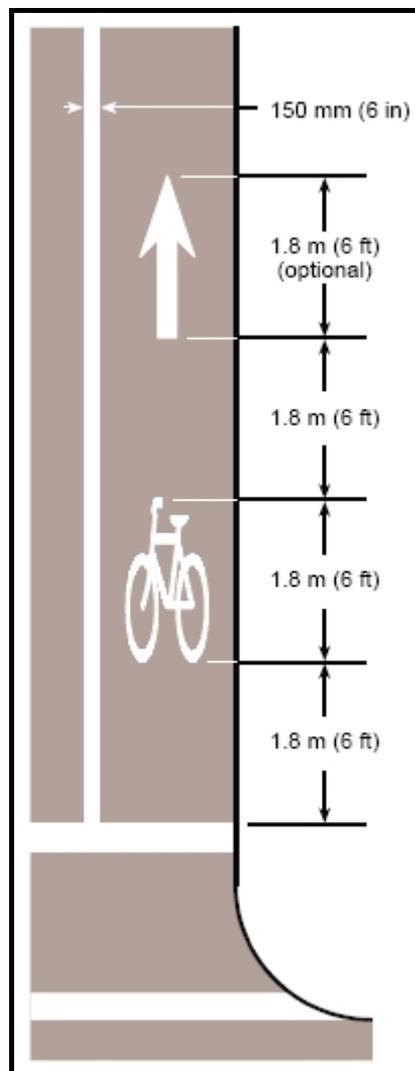


Figura 6.55: Orientação de sinalização horizontal de ciclofaixa após interseção.

Fonte: AASHTO, 1999.

A figura 6.55 apresenta um esquemático com as orientações de AASHTO (1999) sobre a sinalização horizontal de ciclofaixa após interseção.

Sobre a **utilização de símbolo do tipo “bicicleta”**, Transport for London [2006?], entre outras orientações sobre o uso desse símbolo (mais detalhes no capítulo **6 – Organização geral do espaço de circulação de bicicletas**), determina a sua aplicação após cada ponto de tomada de decisão.

A figura 6.56 apresenta um esquemático de demarcação de ciclofaixa em **área de faixa de aceleração após interseção**.

De acordo com as orientações de Maryland Department of Transportation State Highway Administration [2006?], no caso de faixa de aceleração com mais de 61 m (200 pés), é à direita desta que deve ser demarcada a ciclofaixa.

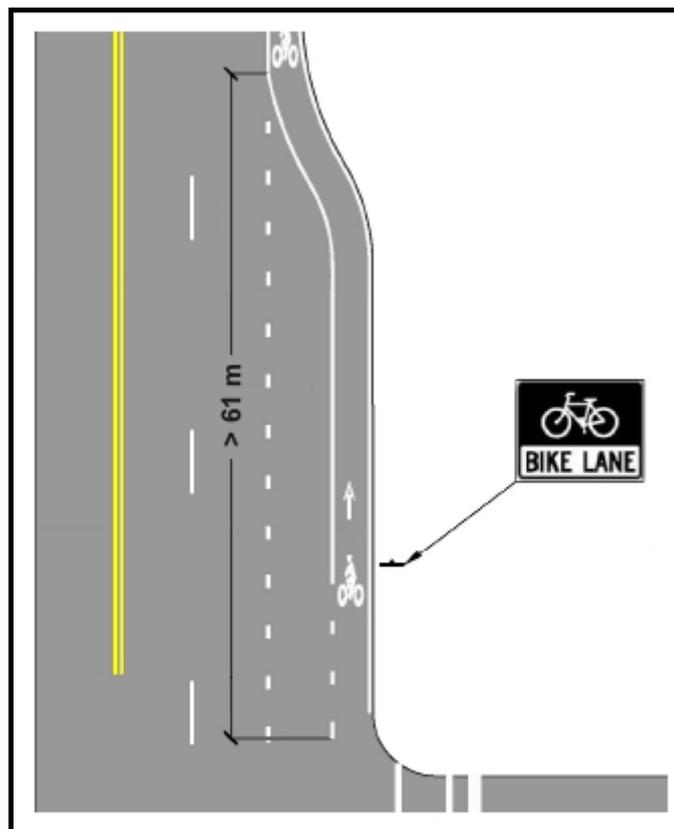


Figura 6.56: Orientação de sinalização horizontal de ciclofaixa após interseção.

Fonte: Maryland Department of Transportation State Highway Administration, [2006?].

Esse trabalho orienta, no caso de faixa de aceleração com menos de 61 m (200 pés), que a ciclofaixa (não obrigatória) deva ser demarcada à esquerda da faixa de aceleração.

Sugere-se que mais estudos sejam feitos a respeito dessa última proposta, pois entende que a possibilidade de conflitos é grande. Um condutor de bicicleta, trafegando à velocidade de 15 Km/h, levará aproximadamente 15 segundos para transpor toda a faixa de aceleração. Considera-se que essa configuração expõe demasiadamente o ciclista, pois além de ser uma área de conflito longa, os motoristas estarão em processo de aceleração. Soma-se a isso a dificuldade, para um ciclista vindo de uma via transversal, que para acessar a ciclofaixa precisa cruzar uma faixa de tráfego de veículos motorizados. A ciclofaixa à esquerda, cria um ponto de conflito imediatamente após a interseção.

7 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

7.1 Estrutura de pavimento, superfície e drenagem

Essa seção tem como objetivo discutir sucintamente algumas das características sobre estrutura e superfície de pavimento, assim como de drenagem, que são específicas e relevantes ao tráfego cicloviário. Não tem como escopo detalhar as características e procedimentos gerais de construção desses elementos do sistema viário.

7.1.1 Estrutura de pavimento

A estrutura do pavimento das vias onde ocorre o tráfego de bicicletas possui determinadas características e algumas delas serão discutidas brevemente nessa subseção.

No caso de tráfego compartilhado e ciclofaixas, o pavimento deve obedecer às necessidades do tráfego de veículos motorizados, caso contrário, o tráfego normal ou o eventual tráfego não permitido de veículos motorizados (sobre as ciclofaixas) pode danificar o pavimento.

No caso de ciclovias, em geral, os esforços que são aplicados ao pavimento são menores do que em vias de tráfego de veículos motorizados, no entanto, caso a ciclovia esteja localizada abaixo de rede aérea elétrica ou de telecomunicação, pode ser necessário que o pavimento seja construído de modo a suportar veículos de manutenção dessas redes. Em interseções com áreas de tráfego de veículos motorizados, a estrutura do pavimento destas deve atender aos requisitos desse tipo de tráfego.

Danish Road Directorate (2000) sugere, no caso de via sem canteiro separador, que a fundação da ciclovia seja igual ao da via adjacente. Caso contrário, lembra que é comum surgirem rachaduras, na ciclovia, até aproximadamente 0,5 m de distância da pista de veículos motorizados.

Segundo Federal Highway Administration (2003), tratamentos de solo que são normalmente realizados sob novos leitos de vias, muitas vezes são ignorados no

caso de ciclovias; como resultado, as superfícies são danificadas pelo brotamento de plantas.

Oregon Department of Transportation (1995) dá as seguintes orientações com relação à preparação do pavimento de ciclovia: (1) toda a vegetação, incluindo raízes, deve ser retirada na preparação do subleito; (2) cuidado especial é necessário no controle de novos brotamentos, através de uso de esterilizador de solo ou tratamento de subleito à base de cal; (3) caso necessário, instalação de barreiras de raízes, ao longo da ciclovia, para evitar danos futuros ao pavimento – uma barreira efetiva pode ser obtida enterrando uma placa metálica de 300 mm de altura.

Vélo Québec (2003) orienta que o revestimento asfáltico deva ser de no mínimo 50 mm, assentado sobre uma base granular compactada de 150 mm. Define que a largura da base do pavimento seja maior que a da superfície da ciclovia em torno de 600 mm (300 mm de cada lado).

As orientações de Vélo Québec (2003) para pavimento de concreto são que o revestimento tenha espessura de pelo menos 150 mm e que seja assentado sob uma base bem compactada de 150 a 200 mm de espessura.

Segundo Oregon Department of Transportation (1995), muitos acostamentos de terra ou cascalho possuem base e largura adequadas para satisfazer o tráfego de bicicletas. Escavações de pequena ordem e adição de camada de concreto asfáltico de 75 a 100 mm são em geral, segundo esse trabalho, suficientes para estabelecer um acostamento pavimentado para bicicletas. Comenta ainda que, é possível construir um acostamento pavimentado com uma camada de 50 a 100 mm de asfalto e uma camada de 50 a 75 mm de base granular, caso as seguintes condições forem satisfeitas: (1) o leito do acostamento está estabilizado e há drenagem adequada ou esta pode ser providenciada sem trabalhos de grande porte; (2) a curvatura horizontal não é excessiva, de modo que as rodas de veículos pesados não passam pela área do acostamento; (3) o tráfego de veículos pesados não ultrapassa 10% do total.

De acordo com Danish Road Directorate (2000), as bordas dos pavimentos devem ser uniformes e não apresentarem desníveis abruptos.

7.1.2 Superfície do pavimento

De acordo com Danish Road Directorate (2000), a superfície do pavimento deve ser lisa, com coeficiente de atrito suficiente para prevenir derrapagens.

Vélo Québec (2003) afirma que durante a construção, são aceitáveis diferenças de nível de até 5 mm entre tipos diferentes de pavimentos.

Uma das opções mais utilizadas é o **pavimento asfáltico**. Segundo Vélo Québec (2003), existem várias classificações de pavimento asfáltico, baseadas na porcentagem de material betuminoso e na granulometria do material agregado utilizado na mistura. Afirma que para tráfego de bicicleta são geralmente utilizadas as classes intermediárias de pavimento, porque não são nem muito ásperas, nem muito escorregadias quando molhadas. A figura 7.1 mostra um exemplo de ciclovia de pavimento asfáltico com superfície menos áspera que a das faixas de tráfego motorizado.



Figura 7.1: Ciclovia com pavimento asfáltico.

Fonte: Danish Road Directorate, 2000.

Segundo Dijkstra et al. (1998), os condutores de bicicleta na Bélgica preferem, em geral, o asfalto. Danish Road Directorate (2000) apresenta indícios de que os condutores dinamarqueses também preferem o pavimento asfáltico.

De acordo com Danish Road Directorate (2000), um mistura asfáltica quente, composta de material betuminoso e material agregado de diâmetro menor que 16 mm, permite um revestimento para ciclovias com uma vida, aproximada, entre 15 a 20 anos. Afirma que sua superfície fina faz com que ela seja agradável aos ciclistas, possibilitando, ao mesmo tempo, bom coeficiente de atrito. Comenta também que pode ser produzida em várias cores. Esse trabalho alerta para que a aplicação desse tipo de revestimento seja sempre mecanizada.

Outro tipo de pavimento bastante utilizado é o **pavimento de concreto**. De acordo com Oregon Department of Transportation (1995), o pavimento de concreto possui custo de construção maior do que o pavimento asfáltico, mas os custos de manutenção, a longo prazo, são menores, visto que o primeiro se torna menos quebradiço, menos áspero e apresenta menos rachaduras com o passar do tempo, além de sofrer menos deformação por raízes.

Em geral, o pavimento de concreto é moldado no próprio local ou é instalado através do assentamento de placas pré-moldadas. Os dois modos apresentam juntas que devem ser preenchidas com material de enchimento apropriado. De acordo com GEIPOT (2001b), o pavimento de concreto em placas pré-moldadas não apresenta uma superfície de rolamento uniforme, podendo surgir ressaltos e desnivelamento entre as placas caso o assentamento não tenha sido corretamente executado.



Figura 7.2: Junta longitudinal localizada na área de tráfego de bicicletas.

Fonte: Maryland Department of Transportation State Highway [2006?].

Maryland Department of Transportation State Highway [2006?] alerta que as juntas do pavimento de concreto tornam-se especialmente problemáticas quando estão localizadas na área da em que os condutores de bicicleta costumam trafegar. Afirma que o posicionamento das juntas deve ser considerado na fase de projeto de modo a evitar esse problema.

A figura 7.2 ilustra a situação de uma junta longitudinal. Essas juntas, além de serem incômodas, podem causar acidentes.

Um outro tipo de pavimento é o **pavimento com blocos de concreto pré-moldados**. Apesar de causar muita vibração, pode ser utilizado de modo que essa característica, em determinados trechos, funcione como advertência. Como possuem vários formatos, podem ser posicionados e combinados de modo que, com o aumento da velocidade, a vibração e ruído se tornem mais incômodos, estimulando o tráfego mais lento. A figura 7.3 mostra esse tipo de pavimento.



Figura 7.3: Pavimento com blocos de concreto.

Fonte: Wittink, 2001.

Vélo Québec (2003) afirma que a **adição de pigmentos** ao asfalto, concreto e blocos pré-moldados é comum na Europa. Segundo esse trabalho, apesar do custo ser maior do que o pavimento sem pigmento, a cor do revestimento dura tanto quanto o revestimento em si.

Danish Road Directorate (2000) afirma que esse tipo de pavimento não apresenta cores tão contrastantes quanto às das tintas termoplásticas, mas que no entanto, o pavimento mantém uma cor uniforme durante toda sua vida útil.

Vélo Québec (2003) declara que existe também a possibilidade de utilização de uma **camada fina de revestimento colorido**, feita de material betuminoso especial. Afirma que camadas desse material, de espessuras a partir de 100 mm, apresentam bons resultados, argumentando que as cores obtidas são bastante variadas e contrastantes.

Sugere-se que sejam feitos estudos nas condições climáticas brasileiras, de modo a verificar se a adoção desses tipos de pavimentos coloridos pode apresentar bons resultados, inclusive quanto ao custo de longo prazo, em virtude da redução de gastos com manutenção de sinalização horizontal.

Uma intervenção na superfície do pavimento, mais comumente encontrada nos Estados Unidos da América, é a construção de **faixas sonorizadoras longitudinais** (*rumble strips*) nas bordas das pistas. Essas faixas sonorizadoras são implementadas, em geral, através da criação de sulcos na área do acostamento. São utilizadas para alertar motoristas que estejam acidentalmente saindo da faixa de tráfego, entrando no acostamento. A figura 7.4 mostra um exemplo dessa intervenção na superfície do pavimento.

Em geral, essas faixas apresentam sérios problemas aos condutores de bicicleta que eventualmente tenham que sair do acostamento para desviar de algum objeto ou de algum veículo parado nessa área.

Segundo Outcalt (2001), sua proposta de faixa sonorizadora permite que o condutor de bicicleta passe por cima dela, sem riscos à sua segurança, ou mesmo que este utilize os intervalos, sem sulcos, da faixa. A proposta de Outcalt (2001) é de que os sulcos tenham as seguintes medidas aproximadas: 305 mm (12 polegadas) no sentido transversal ao tráfego; 51mm (2 polegadas) no sentido longitudinal; 9,5 mm \pm 3,2 mm de profundidade ($3/8 \pm 1/8$ de polegada). Quanto aos espaçamentos a sugestão de medidas aproximadas é a seguinte: sulcos espaçado entre si a uma distância de 305 mm (12 polegadas) num padrão de 14,6 m (48 pés) de faixa com sulcos, intercalados por 3,7 m (12 pés) de faixa sem sulcos.



Figura 7.4: Faixa sonorizadora longitudinal.

Fonte: Outcalt, 2001.

As faixas sonorizadoras podem também ser providenciadas através de seqüência de ressaltos, em vez de sulcos. Os ressaltos em geral são problemáticos nas operações mecanizadas de retirada de neve do pavimento. No Brasil, como é praticamente inexistente a ocorrência de neve no pavimento, é viável a utilização dos ressaltos no pavimento. Outra possibilidade é a adoção de **linha de bordo com rugosidade ou com ressaltos**. Essa alternativa apresenta a característica de não requerer espaço do acostamento, permitindo maior área útil aos ciclistas.

Sugere-se que sejam feitos estudos a respeito dos vários tipos de faixa sonorizadora longitudinal, pois interpreta-se que existe a possibilidade de que esta intervenção apresente benefícios não apenas aos motoristas, mas também aos condutores de bicicleta, na medida em que pode prevenir acidentes envolvendo esses dois grupos.

7.1.3 Drenagem

Basicamente será discutida a drenagem superficial urbana, apresentando alguns aspectos que são importantes para os condutores de bicicletas, mas que não

afetam, necessariamente, o tráfego de veículos motorizados.

O fato dos condutores de bicicleta freqüentemente trafegarem junto às guias e sarjetas faz com que estes estejam mais sujeitos aos efeitos de problemas na drenagem superficial.



Figura 7.5: Drenagem inadequada.

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

A figura 7.5 ilustra um caso de escoamento insuficiente, comprometendo o tráfego adequado de ciclistas (e pedestres).

Outro problema sério é o caso de **fluxo excessivo de água de chuva**, que ocorre, em geral, em vias com declive acentuado. Os eventos popularmente conhecidos como “enxurradas”, além de afetarem o tráfego de ciclistas em virtude dos grandes volumes de água, por vezes, arrastam objetos (entulho, galhos de árvore, etc) que podem apresentar riscos à segurança dos condutores de bicicleta. Nesses casos talvez seja necessário estudar a implantação de pontos adicionais de captação do escoamento pluvial.

As grelhas dos pontos de captação do escoamento pluvial também precisam ser adequadas às características do tráfego cicloviário, caso contrário as rodas das bicicletas podem cair nos vãos das grelhas e causar sérios acidentes aos ciclistas.

A figura 7.6 é um esquemático que apresenta as orientações de City of Baltimore Department of Transportation [2005?] para grelhas.

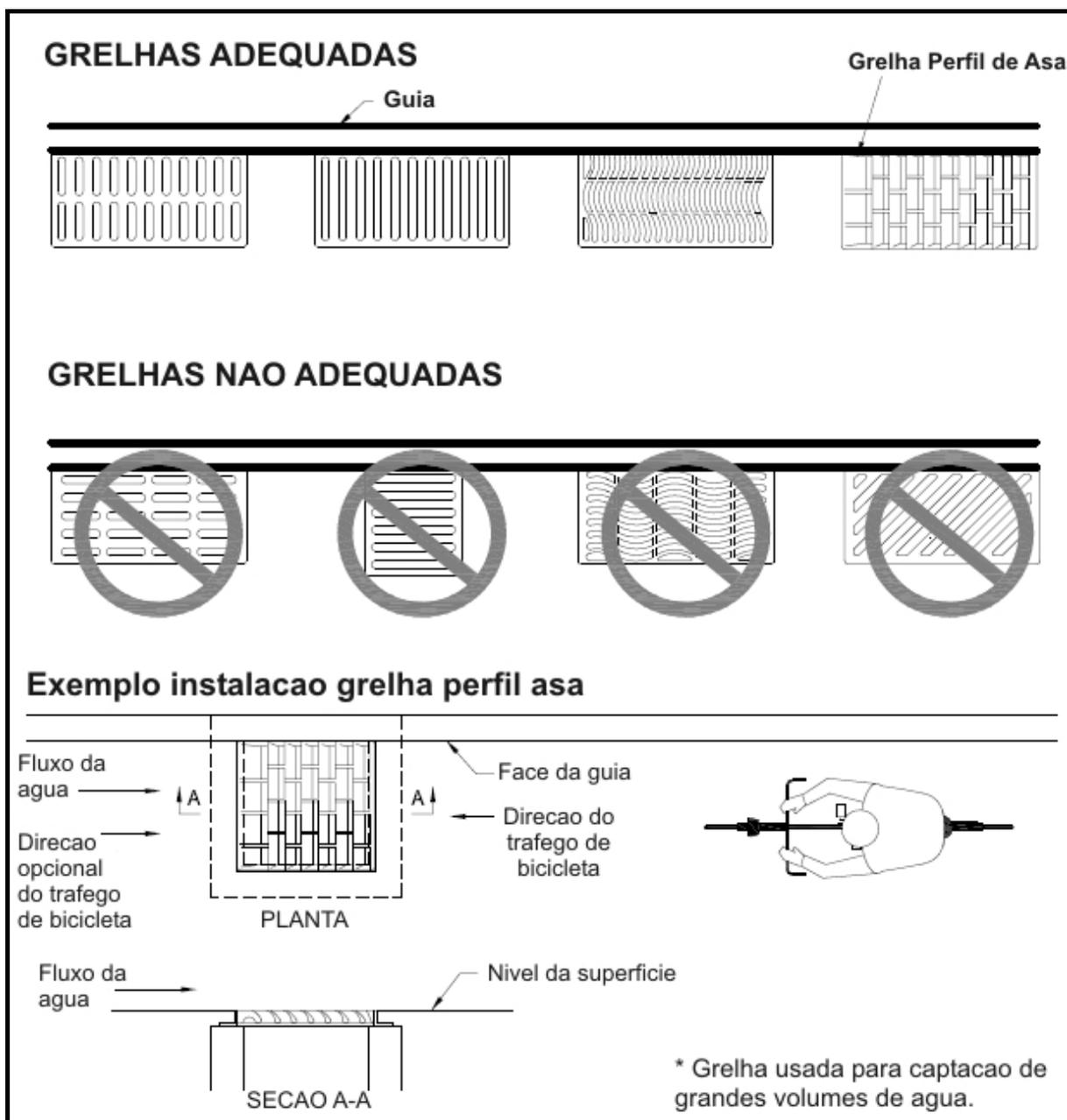


Figura 7.6: Esquemático de grelhas.

Fonte: Adptada de City of Baltimore Department of Transportation, [2005?].

Segundo Oregon Department of Transportation (1995), o meio mais efetivo de evitar problemas com grelhas é a **substituição por bocas-de-lobos**, com abertura apenas no plano da guia, conforme o exemplo ilustrado pela figura 7.7.



Figura 7.7: Substituição de grelha por boca-de-lobo.

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.



Figura 7.8: Grelha comum em cidades brasileiras.

Fonte: Acervo do autor.

A figura 7.8 mostra um tipo de **grelha comum em várias cidades brasileiras**. Apesar das barras (vergalhões) estarem no sentido transversal à direção do tráfego, a distância entre as mesmas é demasiadamente grande (50 a 60

mm), causando grande desconforto ao ciclista que porventura passe por cima dessa grelha. Esse tipo de grelha apresenta também sérios riscos aos pedestres, especialmente crianças.



Figura 7.9: Grelha de largura maior do que a sarjeta.

Fonte: Acervo do autor.

A figura 7.9 ilustra o caso de **grelha com largura maior do que a sarjeta**. Nesse caso, o condutor de bicicleta pode ser surpreendido por essa diferença na largura, realizando um deslocamento lateral súbito, que pode resultar num acidente envolvendo um veículo que esteja atrás desse ciclista.

A figura 7.10 apresenta um caso de grelha com diminuição da guia, de modo que o condutor de bicicleta possa manter a rota sem deslocamentos laterais. Sugere-se que também sejam estudadas outras medidas que mantenham a capacidade de captação de escoamento pluvial, como por exemplo, adição de boca-de-lobo, ou mesmo implantação de mais pontos de captação, sem que seja necessário a adoção de grelhas com largura maior que a da sarjeta.

No caso de ciclovia em que não há possibilidade de compartilhar um sistema de drenagem já existente, Dijkstra et al. (1998) e Vélo Québec (2003) orientam que **inclinação da ciclovia** seja de 2%, de modo a propiciar o escoamento adequado das águas das chuvas.



Figura 7.10: Grelha com redução de guia.

Fonte: Maryland Department of Transportation State Highway Administration, [2006?].

7.2 Passagens superiores e subterrâneas

As passagens superiores (viadutos, pontes e passarelas) e as passagens subterrâneas (túneis) permitem que os condutores de bicicleta vençam grandes obstáculos como depressões, cursos de água, linhas de trem, rodovias, etc. Sem esse tipo de passagem, os ciclistas, em especial nos dois primeiros casos, seriam eventualmente obrigados a percorrer distâncias muito maiores. Nos casos em que a via, por onde trafegam ciclistas, cruza com outra via ou com uma linha férrea, existe a possibilidade de que seja implantada uma passagem de nível – que em geral exige menores distâncias a serem percorridas.

Vários fatores devem ser levados em consideração na implantação de uma passagem superior ou subterrânea. Um deles envolve a decisão de imputar a determinados usuários do sistema viário o ônus de ter que percorrer maiores distâncias, assim como de ter que vencer os desníveis inerentes a esses tipos de passagem. Outro está relacionado ao fato de que essas distâncias e desníveis demandam, dos usuários dos modos de transporte de propulsão humana, esforços físicos consideravelmente maiores do que os exigidos dos usuários de transportes motorizados.

No caso de construção de novas vias, incluir o estudo de implantação

dessas passagens na fase de projeto aumenta a viabilidade das mesmas, tanto no aspecto técnico quanto no aspecto econômico.

7.2.1 Viadutos e pontes

Essas estruturas são importantes vias de conexão e devem sempre levar em consideração as necessidades dos condutores de bicicleta.

Caso não haja condições para o tráfego compartilhado ou para a implantação de uma ciclofaixa, uma possibilidade de solução é alterar as larguras das faixas para permitir a demarcação de uma faixa larga ou de uma ciclofaixa.

Outra possibilidade é a construção de uma estrutura específica para o tráfego de bicicleta. Como as cargas exigidas por essa estrutura são muito menores do que no caso de tráfego de veículos motorizados, é interessante estudar a viabilidade de uma estrutura do tipo cantiléver, ou seja, uma estrutura projetada para fora da ponte ou viaduto, sustentada apenas em uma das extremidades.

Danish Road Directorate (2000) orienta, para evitar que ciclistas venham a sofrer quedas de viadutos e pontes, que estas estruturas contenham grades de proteção de altura tal que os condutores de bicicleta não escorreguem por cima destas. Afirma também, no caso de pontes e viadutos sujeitos a ventos fortes, que sejam instaladas estruturas para amenizar os efeitos destes sobre os ciclistas.

7.2.2 Passarelas

A passarela para condutores de bicicleta (e eventualmente também pedestres) é uma possibilidade no caso de haver sido decidido que não é possível implantar o cruzamento de nível.

Comparado com túneis, as passarelas apresentam a característica de serem estruturas abertas que possibilitam maior visibilidade e incidência de iluminação natural, fazendo com que determinadas pessoas sintam-se menos inseguras com relação à possibilidade de serem vítimas de crimes. No entanto, as passarelas são estruturas que exigem, em geral, maiores desníveis, devido à necessidade de garantir espaço livre adequado para o tráfego de veículos – especialmente no caso de trem elétrico alimentado por linha aérea.

A figura 7.11 mostra um esquemático com 3 tipos de passarelas, comparando as distâncias necessárias para vencer os desníveis da passarelas com relação ao nível das vias de tráfego de bicicletas. A figura 7.11 serve apenas como ilustração das diferenças entre as passarelas, visto que o espaço livre das suas passarelas é menor do que o exigido pela legislação brasileira.

As características topográficas determinam fortemente as possibilidades do tipo de passarela a ser implantada. Por exemplo, apesar do tipo de passarela apresentada na parte inferior da figura 7.11 ser a melhor para os ciclistas, sua implantação (através de corte no terreno) pode não ser viável devido às dificuldades com a drenagem da via abaixo da passarela.

Sobre a largura da passarela, Oregon Department of Transportation (1995) orienta que ela deva ser da largura da via de aproximação mais 0,6 m de cada lado, devido às grades nas laterais (mais detalhes na seção **4.4 – O ciclista e a bicicleta em movimento**).

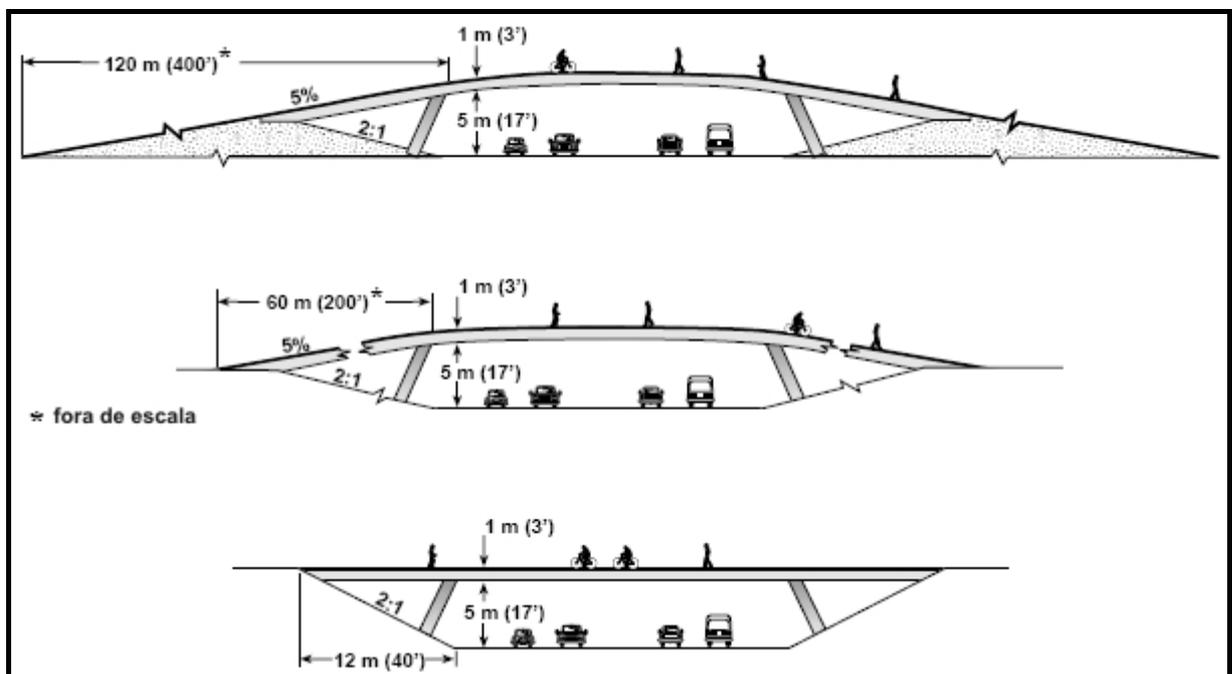


Figura 7.11: Esquemático de passarelas.

Fonte: Adptada de Oregon Department of Transportation, 1995.

Sobre a inclinação máxima das rampas de acesso, Vélo Québec (2003) orienta que deva ser de 6%. Segundo GEIPOT (2001), a inclinação diminui conforme o desnível (detalhes na seção **4.7 - Inclinação**).

7.2.3 Túneis

No caso de túneis que atendam a veículos motorizados e que não haja espaço suficiente para a implantação de uma faixa larga ou ciclofaixa, é possível a implantação de sinalização luminosa na entrada do túnel indicando a presença de condutor de bicicleta (detalhes na seção **7.4 - Sinalização vertical**).

A figura 7.12 ilustra outra possibilidade, que é a construção de um túnel separado para ciclistas e pedestres.

A figura 7.13 apresenta esquemáticos de túneis exclusivos para ciclistas e pedestres.



Figura 7.12: Túnel para ciclistas e pedestres.

Fonte: Adptada de Image Library, 2007.

Os túneis, exclusivos para ciclistas e pedestres, quando comparados com as passarelas, apresentam desníveis menores, visto que o espaço livre requerido é menor do que o de tráfego de veículos motorizados. A orientação de altura para esses túneis, de 3 m, é dada por Oregon Department of Transportation (1995) e Dijkstra et al. (1998).

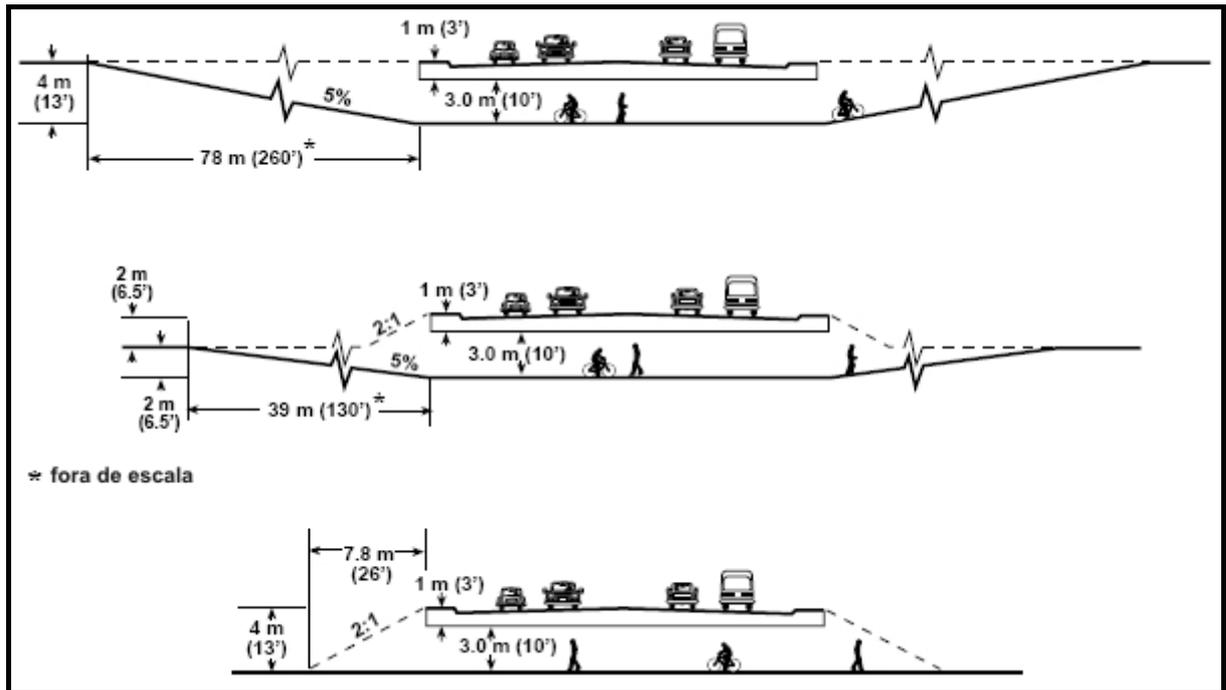


Figura 7.13: Esquemático de túneis.

Fonte: Adaptada de Oregon Department of Transportation, 1995.

O estudo da implantação do túnel antes da construção da via de veículos motorizados pode permitir que esta seja elevada, através de acréscimo de solo, de modo que o desnível do túnel seja reduzido.

A construção de túnel pode exigir sistema de drenagem específico caso o ponto mais baixo deste esteja abaixo do nível do terreno nas proximidades.

Determinados condutores de bicicleta podem se sentir inseguros com relação à possibilidade de serem vítimas de crime nos túneis. Melhorar as condições de visibilidade pode diminuir essa sensação. Uma das formas é construir o túnel de forma que seja possível, a partir da rampa de entrada, ver a rampa de saída.

Vélo Québec (2003) afirma que túneis com seção transversal em forma elíptica ou em arco permitem melhor iluminação natural do que túneis com seção quadrada. Em alguns casos pode ser necessário adotar iluminação artificial 24 horas por dia. A figura 7.14 mostra um exemplo de túnel com seção transversal em forma de arco.



Figura 7.14: Túnel em arco.

Fonte: Adptada de Vélo Québec (2003).

Vélo Québec (2003) orienta, no caso em que não seja possível evitar curvas fechadas nas saídas e entrada dos túneis, que sejam instalados espelhos convexos de modo permitir que as pessoas dentro e fora do túnel possam se ver. Orienta também que sejam eliminados cantos em 90° e que seja implantada sinalização horizontal para separar o tráfego dos sentidos opostos.

Quanto à inclinação das rampas de acesso, Vélo Québec (2003) sugere valor similar ao do proposto para passarelas (6%). Sugere-se que seja estudada a possibilidade de se utilizar valores menores, com objetivo de melhorar a visibilidade do interior dos túneis.

Danish Road Directorate (2000) sugere a adoção de inclinação de no máximo 2%.

7.3 Iluminação

A iluminação pública é parte essencial do sistema viário, no qual estão incluídos os espaços de circulação da bicicleta.

No Brasil, as bicicletas, em geral, não saem de fábrica com faróis. Essa característica do mercado brasileiro de bicicletas contribui para que muitos ciclistas não possuam esse tipo de dispositivo em suas bicicletas, fazendo com que a

iluminação pública seja ainda mais importante para a segurança dos condutores de bicicleta.

Vélo Québec (1992) afirma que os níveis de **iluminação horizontal**, de **iluminação vertical** e de **ofuscamento** são os principais critérios de determinação do sistema de iluminação.

A iluminação horizontal permite a visualização adequada do caminho, de obstáculos e das marcas e símbolos no pavimento. A iluminação vertical permite a visualização de sinais, outros usuários do sistema viário e sinais.

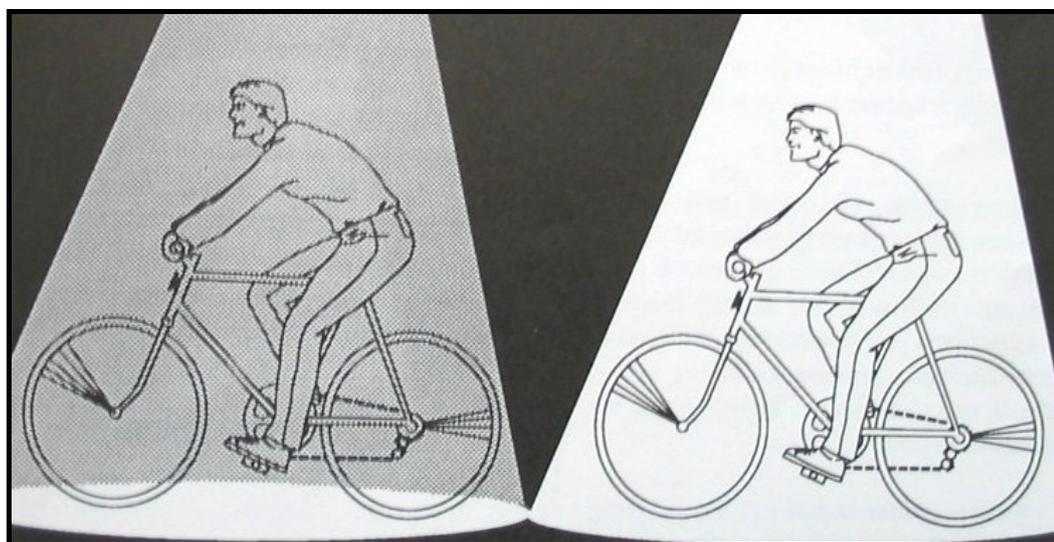


Figura 7.15 : Esquemático de iluminação horizontal e vertical.

Fonte: Adptada de Vélo Québec (1992).

A figura 7.15 apresenta um esquemático que ilustra os conceitos de iluminação horizontal e vertical. A imagem à esquerda ilustra a iluminação horizontal, que faz com que o caminho seja visível ao condutor de bicicleta, mas que não garante que outros usuários do sistema viários percebam a aproximação do ciclista. A imagem à direita ilustra a iluminação vertical, que permite que o ciclista seja visto, sendo muito importante em interseções e outros locais onde ciclistas e motoristas se encontrem.

De acordo com Vélo Québec (1992), o sistema de iluminação deve prover, ao longo do caminho, iluminação adequada, sem variações de intensidade luminosa que causem aos condutores de bicicleta dificuldades em ajustar a visão a

pontos demasiadamente escuros alternados por outros demasiadamente ofuscantes.

Quadro 7.1: Iluminação de espaços de circulação da bicicleta.

Estrutura	Iluminamento mínimo (lux)	Iluminamento médio (lux)	Taxa de uniformidade
Ciclovia			
horizontal	1	3	10:1
vertical	1	3	10:1
Interseção			
horizontal	1	3	3:1 a 5:1
Vertical	2	5	3:1 a 5:1
Via tráfego compartilhado ou ciclofaixa			
horizontal	2	5	6:1
vertical	2	5	6:1
Túnel (≥ 10 m) (24 h/dia)			
horizontal	10	40	5:1
vertical	12	50	5:1
Túnel (< 10 m)			
horizontal	6	20	5:1
vertical	7	24	5:1

Fonte: Vélo Québec, 1992.

O quadro 7.1 apresenta as orientações de Vélo Québec (1992) para iluminamento horizontal e vertical (lux) e para taxa de uniformidade, de acordo com a estrutura cicloviária. A taxa de uniformidade é a relação entre o iluminamento máximo e o mínimo. O iluminamento horizontal é medido na superfície do pavimento e o iluminamento vertical 1 metro acima desta.

De acordo com Vélo Québec (1992), a **área a ser iluminada** deve exceder a área de tráfego de bicicletas em 1,5 m, de cada lado.

Vélo Québec (1992) dá também orientações a respeito da **iluminação de áreas de interseção** de vias de tráfego motorizado com vias de tráfego de bicicletas. No caso de via de tráfego motorizado sem iluminação, a via de tráfego de

bicicletas deve ser iluminada a uma distância de 25 m, de cada lado da interseção, num nível que permita aos motoristas enxergarem os ciclistas. No caso de via de tráfego motorizado com iluminação, a via de tráfego de bicicletas deve ser iluminada a uma distância de 25 m, de cada lado da interseção, no mesmo nível da iluminação da via de tráfego motorizado.

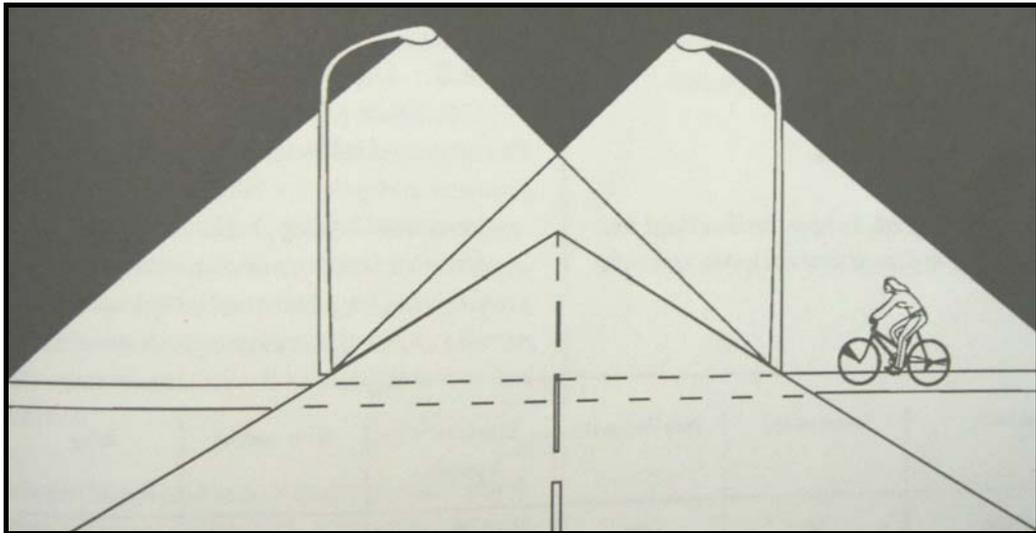


Figura 7.16: Iluminação em interseção.

Fonte: Adaptada de Vélo Québec, 1992.

A figura 7.16 mostra um esquemático de iluminação em interseção.

De acordo com GEIPOT (2001b) uma das medidas fundamentais para segurança é a **iluminação nas ciclovias**. Comenta sobre a necessidade da instalação de postes de iluminação mais baixos, apesar de serem mais vulneráveis a furtos e vandalismos. Sugere que sejam instaladas grades aramadas de proteção, que apesar de diminuir em mais de 30% a quantidade de lumens, permite a diminuição de custos de manutenção. Sugere alturas de luminárias entre 2,60 e 3,20 m.

Vélo Québec (1992) sugere, em ciclovias, a utilização de postes de 3,5 a 6 m de altura, de modo a concentrar a luz na ciclovia sem causar ofuscamento.

7.4 Sinalização vertical

A sinalização é um elemento vital de um sistema viário. A sinalização

apropriada assegura que o tráfego de bicicletas seja direcionado de modo seguro e informa aos outros usuários do sistema viário sobre a presença destas.

De acordo com Vélo Québec (1992), os condutores de bicicleta devem ser informados das várias opções disponíveis assim como dos riscos por vir; mudança de direção, estreitamento de faixa, parada de ônibus, etc. Esse trabalho afirma que os condutores de outros tipos de veículos devem ser capazes de visualizar a área destinada ao tráfego de bicicletas e a localização de cruzamentos cicloviários, de modo a serem capazes de antecipar os movimentos dos condutores de bicicleta, especialmente no caso de conversão. Lembra também que pedestres devem ser informados do tráfego de bicicletas, especialmente nas interseções e paradas de ônibus.

De acordo com a maneira que esta dissertação foi estruturada, a sinalização horizontal foi sendo discutida à medida que as propostas de organizar o espaço cicloviário foram sendo apresentadas. Essa seção se propõe, então, a discutir a sinalização vertical relacionada ao tráfego de bicicletas.



Figura 7.17: Grupo de sinais de advertência – travessia e presença de ciclistas.

Fonte: A partir das imagens de Brasil (2007b).

A figura 7.17 apresenta o **grupo de sinais de advertência** destinados a alertar para a existência de travessias ou de áreas com presença de ciclistas, de acordo com as normas do Conselho Nacional de Trânsito (Contran).

O sinal de nome “Trânsito de ciclistas” (A-30a), de acordo com o manual do Contran (BRASIL, 2007b, p. 108) tem, respectivamente, o seguinte significado e

princípio de utilização. “O sinal **A-30a** adverte o condutor do veículo da existência, adiante, de trecho de pista ao longo do qual ciclistas circulam pela via ou cruzam a pista”. “**Deve** ser utilizado sempre que ocorrer circulação freqüente ou travessia não sinalizada de ciclistas na via”.

O sinal de nome “Passagem sinalizada de ciclistas” (A-30b), de acordo com o manual do Contran (BRASIL, 2007b, p. 109) tem, respectivamente, o seguinte significado e princípio de utilização. “O sinal **A-30b** adverte os condutores da existência, adiante, de faixa sinalizada para travessia de ciclistas”. “**Deve** ser utilizado em vias interceptadas por ciclovias ou ciclofaixas não semaforizadas”.

O sinal de nome “Trânsito compartilhado por ciclistas e pedestres” (A-30c), de acordo com o manual do Contran (BRASIL, 2007b, p. 110) tem, respectivamente, o seguinte significado e princípio de utilização. “O sinal **A-30c** adverte o ciclista e o pedestre da existência, adiante, de trecho de via com trânsito compartilhado”. “Pode ser utilizado quando ocorrer circulação compartilhada de ciclista e pedestre, na mesma pista, acostamento, canteiro central ou calçada.

As figuras 7.18 e 7.19 apresentam os **sinais de regulamentação de tráfego de bicicletas**, de acordo com as normas do Conselho Nacional de Trânsito (Contran).

O sinal de nome “Proibido trânsito de bicicletas” (R-12), de acordo com o manual do Contran (BRASIL, 2007a, p. 113) tem, respectivamente, o seguinte significado e princípio de utilização. “Assinala ao ciclista a proibição de transitar de bicicleta a partir do ponto sinalizado na área, via/pista ou faixa”. “O sinal **R-12 deve** ser utilizado para proibir o trânsito de bicicletas por motivo de segurança ou fluidez”.

O sinal de nome “Circulação exclusiva de bicicletas” (R-34), de acordo com o manual do Contran (BRASIL, 2007a, p. 119) tem, respectivamente, o seguinte significado e princípio de utilização. “Assinala que a área, trecho de via/pista ou faixa(s) é de circulação exclusiva de bicicletas”. “O sinal **R-34 deve** ser utilizado quando se deseja restringir o uso de uma área, via/pista ou faixa à circulação exclusiva de bicicletas”.

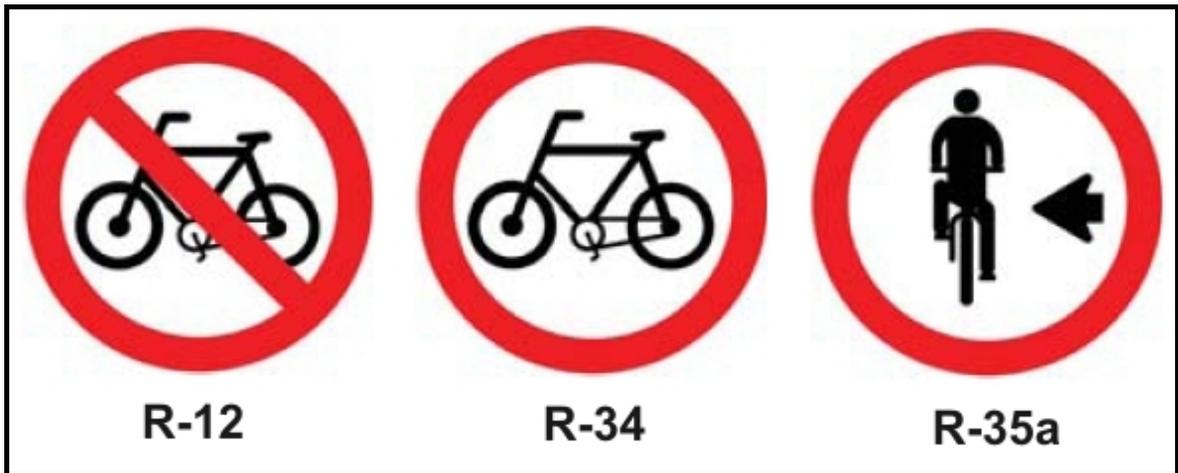


Figura 7.18: Sinais de regulamentação de tráfego de bicicletas (1).

Fonte: A partir das imagens de Brasil (2007a).

O sinal de nome “Ciclista, transite à esquerda” (R-35a), de acordo com o manual do Contran (BRASIL, 2007a, p. 157) tem, respectivamente, o seguinte significado e princípio de utilização. “Assinala ao ciclista a obrigatoriedade de transitar pelo lado esquerdo da área, via/pista”. “O sinal **R-35a** deve ser utilizado para ordenar o fluxo de ciclistas em locais que apresentem problemas de circulação e segurança do trânsito”.

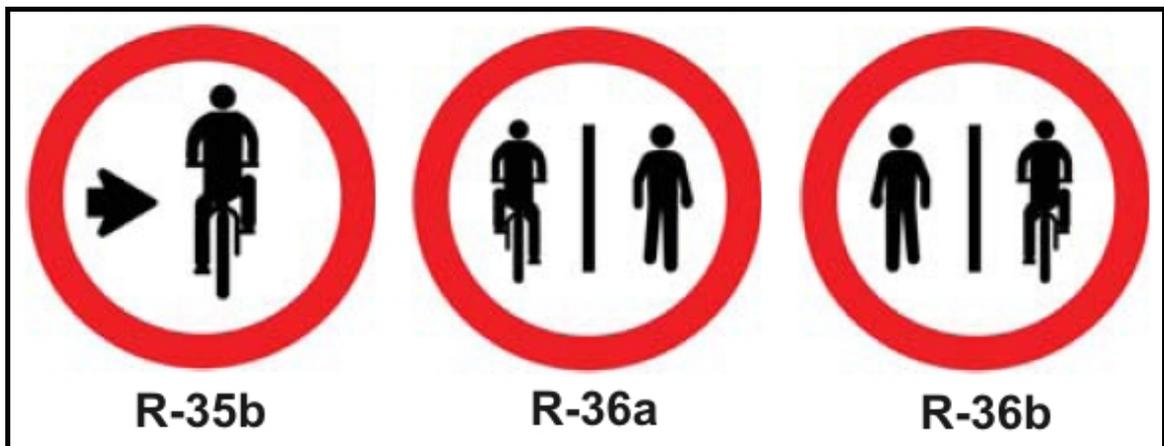


Figura 7.19: Sinais de regulamentação de tráfego de bicicletas (2).

Fonte: A partir das imagens de Brasil (2007a).

O sinal de nome “Ciclista, transite à direita” (R-35b), de acordo com o manual do Contran (BRASIL, 2007a, p. 158) tem, respectivamente, o seguinte significado e princípio de utilização. “Assinala ao ciclista a obrigatoriedade de transitar pelo lado direito da área, via/pista”. “O sinal **R-35b** deve ser utilizado para

ordenar o fluxo de ciclistas em locais que apresentem problemas de circulação e segurança do trânsito”.

O sinal de nome “Ciclistas à esquerda, pedestres à direita” (R-36a), de acordo com o manual do Contran (BRASIL, 2007a, p. 159) tem, respectivamente, o seguinte significado e princípio de utilização. “Regulamenta o trânsito de ciclistas à esquerda e pedestres à direita da área, via/pista”. “O sinal **R-36a** deve ser utilizado quando se deseja regulamentar o lado da circulação de ciclistas e pedestres na faixa, via/pista ou passeio”.

O sinal de nome “Pedestres à esquerda, ciclistas à direita” (R-36b), de acordo com o manual do Contran (BRASIL, 2007a, p. 160) tem, respectivamente, o seguinte significado e princípio de utilização. “Regulamenta o trânsito de pedestre à esquerda e ciclistas à direita da área, via/pista”. “O sinal **R-36b** deve ser utilizado quando se deseja regulamentar o lado da circulação de ciclistas e pedestres na faixa, via/pista ou passeio”.

É defendido por determinados grupos que além dos sinais apresentados nessa seção, seria importante ou mesmo necessário que houvesse mais sinais de advertência e regulamentação do tráfego de bicicletas. Outros, no entanto, entendem que não há tal necessidade, argumentando que os sinais existentes contemplam todas as necessidades do tráfego de veículos e que para advertir e regulamentar o tráfego de bicicletas basta utilizar esse mesmos sinais. Um dos argumentos do segundo grupo, para a falta de necessidade de criação de novos sinais, é a possibilidade, dada nas orientações do Contran, de adicionar informações complementares através de placa adicional ou incorporadas à placa principal.

Entende-se que essa discussão deva levar em conta as seguintes considerações: os condutores de bicicleta não são, em geral, obrigados a passar por processo de habilitação para trafegar no sistema viário, de modo que muitos destes podem simplesmente não compreender o significado da sinalização existente; determinados condutores de bicicleta podem não saber ler, portanto, não compreendendo o conteúdo de eventuais informações complementares escritas.

Serão apresentados, a seguir, alguns sinais utilizados ou propostos por alguns dos trabalhos revisados, no intuito de fornecer mais informações para a

discussão a respeito da necessidade ou não de uma revisão da sinalização de trânsito brasileira.

Oregon Department of Transportation (1995) apresenta exemplo de sinalização para advertir para a presença de condutores de bicicleta no interior de **túneis**.



Figura 7.20: Túnel com sinalização de presença de ciclistas.

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

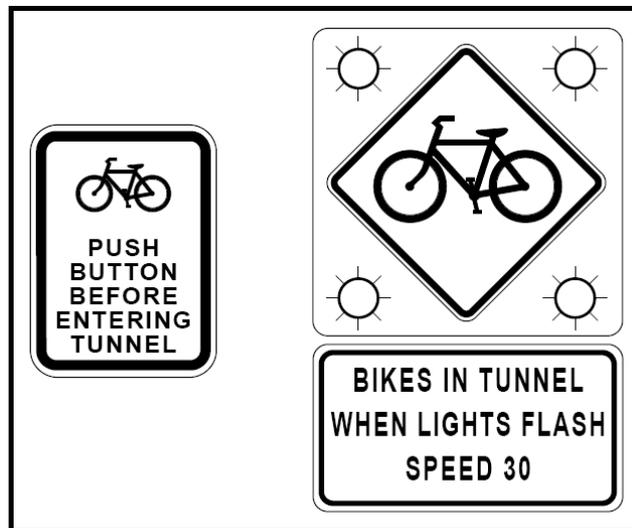


Figura 7.21: Sinais de advertência para presença de ciclista em túnel.

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

A figura 7.20 mostra um exemplo de sinalização luminosa, que indica, através de lâmpadas piscando, a presença de ciclista no túnel.

A figura 7.21 é um esquemático das placas utilizadas nessa sinalização. À esquerda, esquema de placa orientando o condutor de bicicleta a pressionar botão,

antes de entrar no túnel, de modo acionar as lâmpadas da placa da entrada do túnel. À direita, esquema da placa orientando a qual velocidade os motoristas devem trafegar quando as lâmpadas indicativas de presença de ciclista estiverem piscando. De acordo com Oregon Department of Transportation (1995), o botão de acionamento da sinalização deve ser posicionado de modo a permitir que o ciclista entre no túnel com a velocidade desejada, assim que as luzes comecem a piscar. Orienta que o tempo no qual as lâmpadas se mantenham piscando deva ser baseado na velocidade média de um ciclista, mais um adicional de tempo como margem de segurança. Lembra, no entanto, caso esse tempo seja muito longo, que a sinalização pode se tornar sem efeito, caso motoristas passem pelo túnel sem que haja ciclistas no seu interior.

Uma possível solução para esse problema seria a implantação de sensores de presença na entrada e saída do túnel, de modo a manter a sinalização luminosa operando apenas enquanto o condutor de bicicleta estivesse realmente no interior do túnel.

No caso de implantação de **nova estrutura cicloviária ou nova sinalização**, City of Baltimore Department of Transportation [2005?] sugere a implantação de sinais avisando sobre a mudança, assim como sinais explicando quais são os significados das novas estruturas ou sinalizações.



Figura 7.22: Sinais avisando e explicando nova sinalização.

Fonte: a partir de imagens de City of Baltimore Department of Transportation [2005?].

A figura 7.22 apresenta esquemáticos de propostas de sinais a serem utilizados nesses casos. À esquerda, sinal avisando para novo padrão de tráfego; ao centro, sinal explicando o significado da sinalização horizontal de ciclofaixa; à direita, sinal explicando o significado do símbolo de tráfego compartilhado.

A figura 7.23 mostra um sinal advertindo para o **tráfego compartilhado de veículos motorizados e bicicletas**.



Figura 7.23: Sinal advertindo para o tráfego compartilhado.

Fonte: City of Baltimore Department of Transportation [2005?].

A figura 7.24 é um esquemático de proposta de sinal a ser utilizado em via onde a largura não seja suficientemente segura para que um veículo motorizado e uma bicicleta trafeguem lado a lado. Informa que o **ciclista pode trafegar no centro da faixa**.



Figura 7.24: Sinal advertindo que o ciclista pode trafegar no centro da faixa.

Fonte: City of Baltimore Department of Transportation [2005?].

A figura 7.25 mostra um sinal de advertência no caso de **via com tráfego de bicicletas no sentido contrário ao dos veículos motorizados** (sentido único).



Figura 7.25: Sinal indicando tráfego de bicicleta no sentido contrário ao dos veículos motorizados.

Fonte: City of Baltimore Department of Transportation [2005?].

A figura 7.26 é um esquemático de proposta de sinal orientando os motoristas que desejam realizar conversão à esquerda a darem a preferência aos ciclistas trafegando no sentido contrário.



Figura 7.26: Sinal orientando os motoristas em manobra de conversão à esquerda a darem a preferência aos ciclistas trafegando no sentido contrário.

Fonte: City of Baltimore Department of Transportation [2005?].

A figura 7.27 apresenta uma proposta de Maryland Department of Transportation State Highway Administration [2006?] para **sinal alertando passageiros de veículos motorizados para o tráfego de bicicletas**, que tem como objetivo diminuir os riscos de acidentes decorrentes da abertura de portas.



Figura 7.27: Sinal alertando passageiros de automóveis para o tráfego de bicicletas.

Fonte: Maryland Department of Transportation State Highway Administration [2006?].

7.5 Estacionamento de bicicleta

O condutor de bicicleta, assim como o de qualquer outro veículo, tem como uma das suas necessidades, a de estacionar seu veículo em algum momento da sua viagem. Esse condutor de bicicleta precisa se sentir suficientemente seguro de que encontrará o seu veículo intacto ao retornar ao local do estacionamento. Caso não tenha esse sentimento, ou mesmo caso não encontre sua bicicleta em boas condições, existe uma grande possibilidade que essa pessoa opte por outro modo de transporte.

Uma das maneiras mais simples e imediatas de impedir a utilização de uma bicicleta é travar o movimento de uma das rodas, prendendo-a ao quadro da bicicleta. No entanto, devido ao peso e tamanho da bicicleta, é possível que uma pessoa carregue a bicicleta, levando-a para um outro local aonde poderá, com calma e sem causar alarde, remover o sistema de travamento.

Por esse motivo, uma das características do estacionamento desse tipo de veículo é que ele possua uma estrutura que permita que a bicicleta fique temporariamente impedida de ser removida. Essa mesma estrutura deve, também, proporcionar apoio para a bicicleta, de maneira que ela não se desloque, caso seja submetida a esbarrão ou vento forte. É interessante que o estacionamento evite que a bicicleta fique exposta ao sol e à chuva.

Determinadas peças do mobiliário urbano (postes, telefones públicos, lixeiras, bancos, etc), grades de imóveis e mesmo árvores atendem a essas necessidades do estacionamento de bicicleta. No entanto, a presença da bicicleta pode danificar e impedir o seu uso e manutenção adequados, assim como prejudicar o tráfego de pedestres.

7.5.1 Tipos de equipamentos

GEIPOT (2001b) apresenta uma nomenclatura para equipamentos de estacionamento, diferenciando-os pela capacidade de veículos estacionados e pelo tempo de permanência dos mesmos. Segundo esse trabalho **bicicletários** são equipamentos de grande capacidade e permanência de longa duração, enquanto que **paraciclos** são equipamentos de baixa e média capacidade e permanência de curta e média duração.

Esta dissertação, no entanto, irá apresentar os tipos de estacionamentos de acordo com suas características físicas, sem necessariamente enquadrá-los dentro da divisão apresentada acima.



Figura 7.28: Estacionamento tipo suporte (“U” invertido).

Os estacionamentos mais simples são os do tipo **suporte**. Esse tipo de estacionamento além de prover uma estrutura à qual a bicicleta possa ser travada, proporciona apoio para a bicicleta, de maneira que ela permaneça, preferivelmente, numa posição similar à de movimentação (bicicleta na vertical com pneus no pavimento). A figura 7.28 ilustra um tipo de suporte, também conhecido como **suporte tipo “U” invertido** (uma analogia à forma de uma letra “U” invertida), que permite que a bicicleta seja estacionada rapidamente e com comodidade.

O fato da roda dianteira poder girar em relação ao plano formado pelo quadro e a roda traseira da bicicleta faz com que pequenos movimentos, gerados por esbarrões ou vento forte, possam causar esse movimento relativo, por vezes suficiente para deslocar o centro da gravidade da bicicleta, tirando-a da sua estabilidade e resultando em queda.

Em virtude dessa característica da bicicleta, tombamentos de bicicletas são muito comuns nos casos de suportes nos quais a bicicleta é suportada apenas pela roda dianteira. Nesses casos é o quadro que gira em relação à roda dianteira, saindo do seu ponto de equilíbrio. É muito comum que a roda dianteira da bicicleta seja avariada nesse tipo de queda, assim como a ocorrência do efeito “dominó”, onde a queda de uma bicicleta gera a queda em seqüência das bicicletas próximas. A utilização desse tipo de suporte é desaconselhada por Association of Pedestrian and Bicycle Professionals (2002), Vélo Québec (2003) e Foran e Galway Cycling Campaign (2002). A figura 7.29 apresenta esquemáticos de dois tipos de suportes, nos quais a bicicleta é apoiada pela roda dianteira.

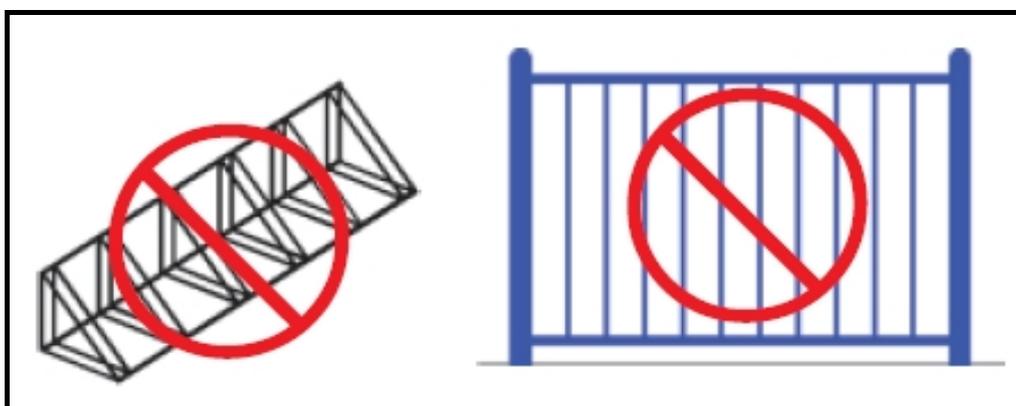


Figura 7.29: Suporte de apoio de roda dianteira.

Fonte: Adptada a partir de imagens de Association of Pedestrian and Bicycle Professionals, 2002.

De acordo com Association of Pedestrian and Bicycle Professionals (2002), o suporte deve permitir que o quadro da bicicleta seja apoiado em dois pontos.

Association of Pedestrian and Bicycle Professionals (2002), Vélo Québec (2003) e Oregon Department of Transportation (1995) apontam uma outra característica que o estacionamento do tipo suporte deve ter, que é a sua adequação a **travas do tipo U** (*U-lock*). A figura 7.30 mostra esse tipo de trava, que é muito popular na América do Norte por ser um dos sistemas de travamento mais resistente às tentativas de roubo. Entende-se que seria interessante que a comercialização desse tipo de trava fosse mais difundida no Brasil, pois se interpreta que o seu uso pode proporcionar melhores condições ao uso da bicicleta como modo de transporte, na medida que pode dar mais segurança aos ciclistas com relação ao roubo dos seus veículos.



Figura 7.30: Trava tipo U (*U-lock*).

Fonte: Acervo do autor.

Association of Pedestrian and Bicycle Professionals (2002), Vélo Québec (2003) e Oregon Department of Transportation (1995) orientam que os estacionamentos do tipo suporte devam possibilitar que com uma trava do tipo U seja possível prender o quadro e uma das rodas.

A figura 7.31 é um esquemático com as dimensões sugeridas por Vélo Québec (2003) para um suporte tipo “U” invertido – sugere que o diâmetro do suporte seja de no máximo 50 mm, de modo a possibilitar o uso da trava U.

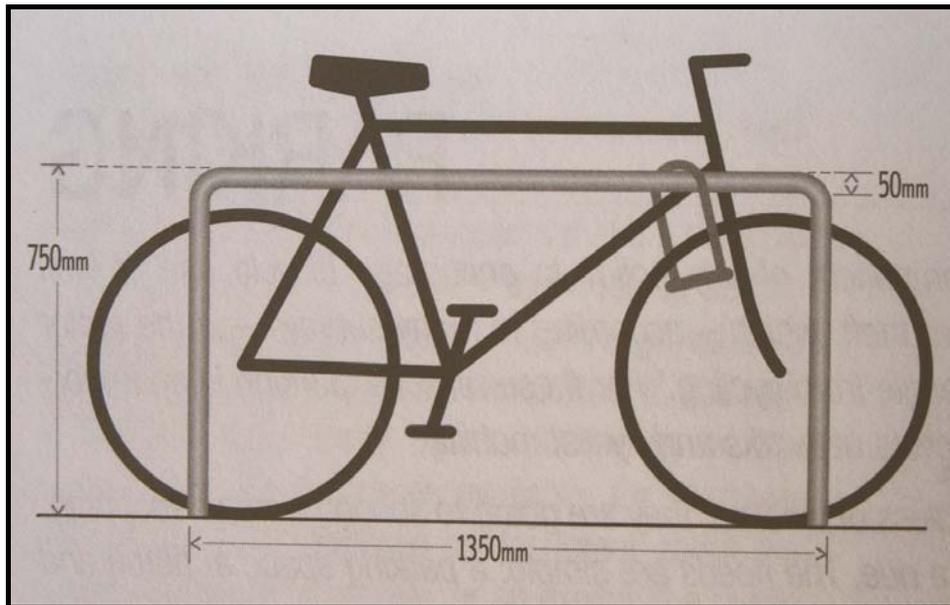


Figura 7.31: Esquemático de um suporte tipo “U” invertido.

Fonte: Vélo Québec (2003).

A figura 7.32 mostra um suporte parecido, conhecido como **suporte tipo “A”** (analogia com a forma da letra “A”). A barra horizontal adicional, em relação ao suporte tipo “U” invertido, permite maiores possibilidades de travamento e dificulta a rotação da roda dianteira.



Figura 7.32: Suporte tipo “A”.

Fonte: Federal Highway Administration, 1998.

O uso tanto do suporte tipo “U” invertido, como o tipo “A”, podem provocar desgastes no revestimento tanto do suporte (em geral de aço), como do quadro e outras partes da bicicleta. Considera-se que seria interessante que esses suportes fossem revestidos com algum tipo de material ou pintura (emborrachada ou similar) que evitasse danos às bicicletas. A figura 7.32 apresenta suportes com revestimento diferenciado em alguns pontos.

Suportes com outros formatos também podem vir a ser adequados para o estacionamento de bicicletas, desde que atendam, além das já citadas necessidades, as seguintes características: (1) que o quadro e as duas rodas possam ser travados junto ao suporte; (2) que haja condições para que a bicicleta fique imóvel mesmo antes da instalação do sistema de travamento; (3) que acomodem adequadamente bicicletas com cestas dianteiras e/ou traseiras; (4) que acomodem adequadamente bicicletas com pára-lamas.

A figura 7.33 mostra um outro tipo de estacionamento do tipo suporte.



Figura 7.33: Estacionamento tipo suporte.

Fonte: www.dero.com

A figura 7.34 mostra alguns suportes com formas variadas, que, além da função de estacionamento de bicicleta, têm objetivos estéticos ou a intenção de criar uma associação entre o suporte e um determinado estabelecimento (exemplo do suporte com forma de xícara/caneca de café e a cafeteria).

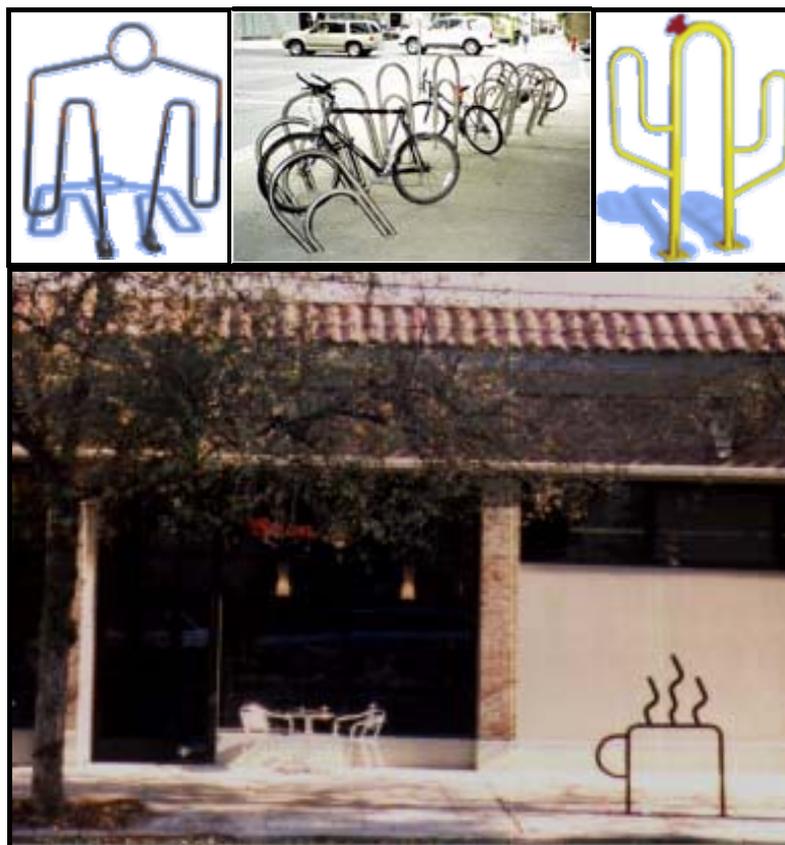


Figura 7.34: Suportes de várias formas.

Fonte: Adptada a partir de imagens de www.dero.com e State of Oregon Department of Environmental Quality, 2000.

Danish Road Directorate (2000), no entanto, é contrário à adoção de estacionamentos com vários tipos de formatos. Uma possível explicação para esse posicionamento é que certos condutores de bicicletas podem não perceber que determinadas estruturas têm a função de estacionamento de bicicleta. A implantação de sinalização pode auxiliar os ciclistas a perceberem sua função de estacionamento.

Um outro tipo de suporte é o **suporte de parede**, constituído de uma estrutura metálica fixada a uma parede. Segundo Vélo Québec (2003), o suporte em forma de onda é o mais efetivo, pois permite que o quadro e as rodas da bicicleta sejam presos, além de acomodar bicicletas de diferentes tamanhos. A figura 7.35 é um esquemático de um tipo de suporte de parede.

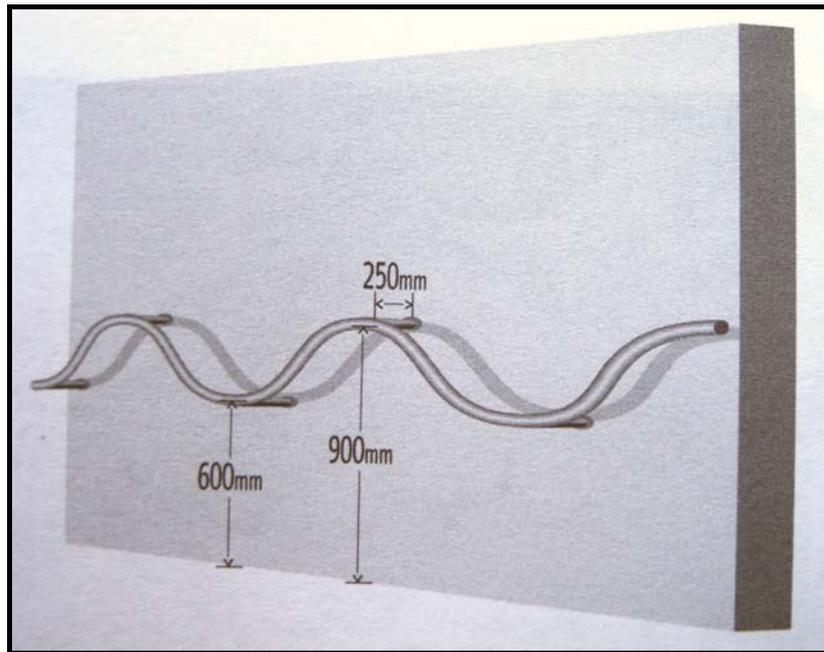


Figura 7.35: Esquemático suporte de parede.

Fonte: Vélo Québec, 2003.

A figura 7.36 mostra um esquemático de **estacionamento de apoio de parede**, no qual além da estrutura metálica na qual será presa a bicicleta, existe um pouco acima desta, um apoio para o banco e para o guidão, de modo que estas partes da bicicleta não sofram avarias em virtude do contato com a superfície áspera da parede. Nesse caso a estrutura na qual a bicicleta será presa não é a que dá suporte para a bicicleta.

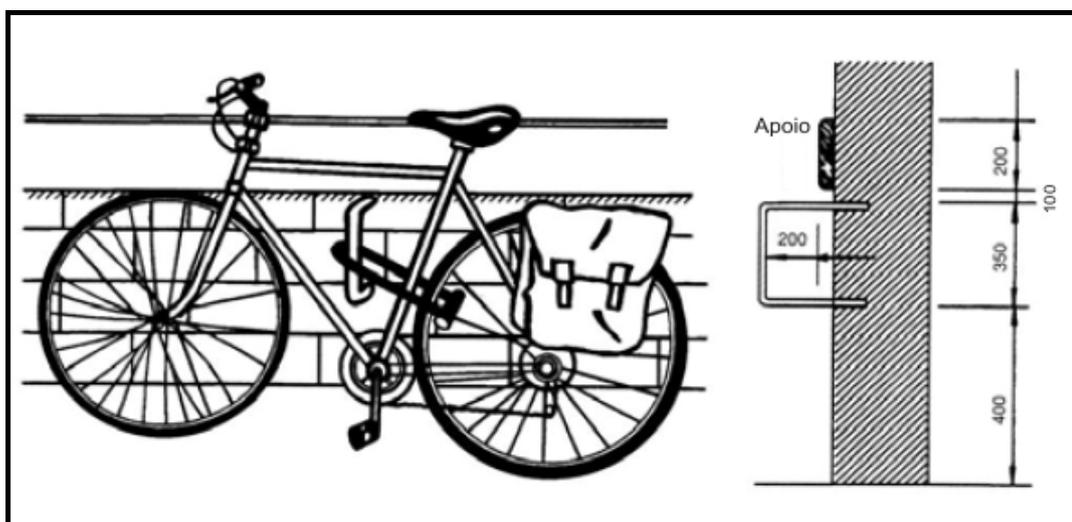


Figura 7.36: Esquemático de estacionamento de parede.

Fonte: Adptada de Austroads, 2005e.

Sugere-se uma outra possibilidade para suporte de bicicleta, que pode ser obtida através da utilização de determinadas **peças do mobiliário urbano como estacionamento de bicicletas**. Caso essas sejam produzidas (ou adaptadas) e instaladas de modo adequado, podem cumprir suas funções originais e permitirem o estacionamento de bicicletas, sem prejudicar sua operacionalidade e manutenção. Para casos de manutenção programada que exija a ausência de bicicleta, pode ser criado um dispositivo que seja preso ao mobiliário (com antecedência) de modo a impedir o seu uso como estacionamento de bicicleta.

Esse uso duplo do mobiliário urbano tem como característica a possibilidade de melhor utilização de matéria-prima, assim como do espaço urbano.

Oregon Department of Transportation (1995) orienta que áreas de conjuntos residenciais, áreas industriais e áreas próximas a estabelecimentos de ensino devam possuir **estacionamentos cobertos**.

Quanto menos expostas aos elementos do tempo, melhores são as condições para as bicicletas. No entanto, estruturas simples, como as da figura 7.37, que apesar de cobrirem apenas o banco da bicicleta, apresentam benefícios que são notadamente sentidos pelos ciclistas no caso de dias ensolarados e em especial no caso de chuvas repentinas.



Figura 7.37: Cobertura para o banco da bicicleta.



Figura 7.38: Estacionamento de bicicletas sob marquises.

Fonte: Adptada a partir de imagens de Danish Road Directorate, 1995 e State of Oregon Department of Environmental Quality, 2000.

A figura 7.38 ilustra exemplos de propostas de estacionamentos aproveitando marquises de edifícios para obter a cobertura.

Os **compartimentos de bicicletas** (*bicycle lockers*) oferecem proteção tanto contra os elementos do tempo como contra furtos. A figura 7.39 mostra um tipo de compartimento de bicicleta. Segundo Vélo Québec (2003), são apropriados nos casos em que a bicicleta fica durante toda a noite estacionada ou em locais onde em determinados momentos há pouca circulação de pessoas, como nos casos de estações ferroviárias, durante os intervalos dos trens. Como em geral, as bicicletas não ficam expostas, aumenta a possibilidade de que partes da bicicleta, assim como acessórios, não sejam roubados.



Figura 7.39: Compartimento de bicicleta.

Fonte: Transit Cooperative Research Program, 2005.

Em áreas onde as bicicletas ficam estacionadas durante todo o dia pode ser necessário estabelecer **estacionamentos em áreas reservadas**, eventualmente supervisionada por uma pessoa que controla o acesso restrito. Combinar esse tipo de estacionamento com uma bicicletaria pode ser uma maneira de torná-lo viável economicamente. Uma vantagem dessa combinação é que o ciclista, caso tenha problemas com sua bicicleta, não precisa necessariamente usar outro modo de transporte, pois existe a possibilidade de que os reparos sejam realizados durante o período em que a bicicleta está estacionada.

Uma opção é adotar **estacionamentos automatizados**. A figura 7.40 mostra dois exemplos desse tipo de estacionamento. São utilizados em geral em áreas em que existe pouco espaço disponível - as bicicletas ficam armazenadas alguns metros abaixo do nível do pavimento.



Figura 7.40: Estacionamentos automatizados.

Fonte: Adptada a partir de imagens de www.biceberg.es e Danish Road Directorate, 2000.

7.5.2 Localização e disposição

Segundo Oregon Department of Transportation (1995), a efetividade de determinado estacionamento de bicicleta depende diretamente da sua localização. Sugere que para reduzir os riscos de furtos, sejam utilizados locais bastante visíveis com grande circulação de pedestres. Afirma que por serem menores que os automóveis, as bicicletas ocupam menos espaço e portanto podem ser estacionadas mais próximas do destino desejado.

De acordo com Association of Pedestrian and Bicycle Professionals (2002), a distância do estacionamento de bicicletas, com relação à entrada do local desejado, deve ser, no máximo, igual à distância do estacionamento de automóveis para essa mesma entrada. Recomenda que o estacionamento de bicicleta não deva estar a uma distância de mais de 30 segundos de caminhada (entre 35 e 40 m) da entrada do local a que ele se destina – estando, preferivelmente, a uma distância de 15 m. Recomenda, também, que, dessa entrada, seja possível visualizar o estacionamento.

Foran e Galway Cycling Campaign (2002) citam o trabalho de Taylor e Halliday (1996), que apresenta dados de que, entre os ciclistas entrevistados e que afirmaram usarem estacionamentos “informais”, 75% o fizeram alegando que os estacionamentos formais estavam a mais de 50 metros de distância do destino desejado. Foran e Galway Cycling Campaign (2002) afirmam que, para os ciclistas, o destino não é o edifício, mas a entrada deste – no caso de transporte público, o destino é a plataforma de embarque ou o ponto de parada do ônibus.

Association of Pedestrian and Bicycle Professionals (2002) e Foran e Galway Cycling Campaign (2002) orientam, no caso de várias entradas ou complexos com vários edifícios, que é melhor espalhar vários estacionamentos de menor capacidade do que estabelecer um único estacionamento de grande capacidade.

Caso sejam instalados na calçada é importante que sejam posicionados de modo a evitar conflitos com as demais pessoas que a estejam utilizando. Sugere-se que as áreas dos estacionamentos de bicicleta devam ser demarcadas por piso podotátil, em especial daqueles posicionados junto às paredes (que servem, em geral, como referência tátil).

State of Oregon Department of Environmental Quality (2000), sugere que os estacionamentos sejam instalados alinhados longitudinalmente com o mobiliário urbano existente na calçada, de modo minimizar conflitos com pedestres. A figura 7.41 ilustra essa recomendação.



Figura 7.41: Estacionamento alinhado longitudinalmente com mobiliário urbano.

Fonte: State of Oregon Department of Environmental Quality, 2000.

Oregon Department of Transportation (1995) afirma que guias rebaixadas, junto aos estacionamentos de bicicletas, funcionam como estímulo para que os condutores de bicicleta não utilizem a calçada para alcançar estes estacionamentos.

Uma proposta para diminuir conflitos entre ciclistas e pedestres é instalar estacionamentos de bicicletas através da remoção de vagas de estacionamentos de veículos motorizados, com prolongamento da calçada, como ilustrado na figura 7.28 (caso não haja essa diferença de nível é importante que haja uma outra barreira física entre os veículos motorizados e as bicicletas). Sugere-se, no entanto, que esses estacionamentos não sejam estabelecidos em áreas imediatamente anteriores às interseções. Caso contrário, as bicicletas estacionadas podem fazer com que as pessoas na calçada (especialmente crianças e cadeirantes) fiquem menos visíveis aos motoristas, aumentando as chances de acidentes com pessoas atravessando essas vias.

A figura 7.42 ilustra as orientações de Oregon Department of Transportation (1995), com relação à disposição das estruturas no caso de estacionamento do tipo suporte “U” invertido, posicionados paralelamente entre si. A distância de 1,5 m entre a fila de bicicletas estacionadas e uma eventual outra fila de bicicletas, ou obstáculo, é necessária para permitir o acesso das bicicletas aos suportes.

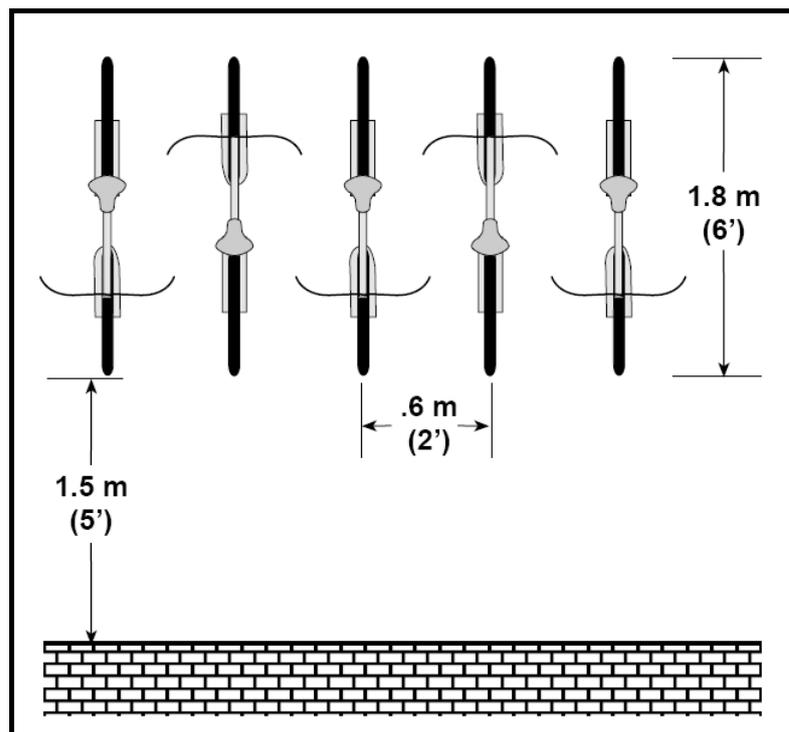


Figura 7.42: Sugestão de disposição das bicicletas em estacionamento tipo suporte.

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

No entanto, considera-se que a distância sugerida de 0,6 m entre as bicicletas é muito reduzida, não permitindo que o ciclista acesse seu veículo com conforto. Foran e Galway Cycling Campaign (2002) orientam que a distância entre os suportes seja de 0,8 a 1,0 m. Segundo esse trabalho, essa distância permite que o ciclista acesse sua bicicleta mesmo quando haja uma outra bicicleta, ao lado, no suporte vizinho. Esses autores lembram que os condutores de bicicleta podem deixar de utilizar determinados estacionamentos caso sintam-se “espremidos”, fazendo com que o número efetivo de vagas seja menor do que o inicialmente pretendido. Vélo Québec (2003) também sugere que essa distância seja da ordem de 1,0 m e que a distância entre filas de suportes seja de 1,5 m, chegando a 2,5 m em estacionamentos com grandes fluxos de ciclistas.

7.5.3 Capacidade

Alguns dos trabalhos revisados apresentam tabelas indicando valores estimados de número de vagas, de acordo com o tipo de estabelecimento. O autor desta dissertação, no entanto, prefere sugerir outros métodos, por entender que as características dos países de onde foram obtidos esses números são tão distintas

das brasileiras, que seriam necessários mais estudos para verificar a aplicabilidade desses dados às cidades brasileiras.

Uma maneira, sugerida por Vélo Québec (2003), é realizar contagens de bicicletas estacionadas em peças do mobiliário urbano das redondezas ou mesmo realizar levantamento dos ciclistas que utilizam a área em questão.

Dijkstra et al. (1998) e Vélo Québec (2003) alegam que, em geral, a implantação de estacionamento atrai mais ciclistas ao local. Vélo Québec (2003), sugere, caso não haja dados para quantificar tal demanda reprimida, que é aconselhável usar o valor de aumento de vagas em torno de 50%.

Foran e Galway Cycling Campaign (2002) sugerem que sejam instalados suportes temporários para auxiliar na avaliação da demanda de vagas para bicicletas.

Danish Road Directorate (2000) afirma que é necessário, no processo de avaliação da demanda de estacionamento, levar em consideração a variação temporal da necessidade de vagas (conforme as horas do dia, os dias da semana e os meses do ano), assim como o tempo de utilização dessas vagas.

8 INTEGRAÇÃO COM TRANSPORTE COLETIVO

De acordo com Federal Highway Administration (2003) a integração da bicicleta com transporte coletivo aumenta o potencial de uso desses dois modos de transporte. Esse trabalho alega que em conjunto podem oferecer vantagens que individualmente não estariam ao seu alcance. Ciclistas podem, através do transporte coletivo, viajar distâncias maiores e vencer barreiras topográficas mais facilmente. Um maior número de pessoas podem passar a utilizar ônibus ou trens, na medida que utilizando a bicicleta podem vencer distâncias que antes consideravam não serem razoáveis para uma caminhada.

De qualquer forma, independente do aumento do número de pessoas utilizando esses modos de transporte, dar condições efetivas para que ocorra a integração modal melhora a qualidade das viagens dos condutores de bicicleta que já utilizam o transporte coletivo.

8.1 Acesso a terminais

A integração pode ser melhorada pela instalação, em terminais de transportes coletivos, de infra-estrutura como estacionamentos de longa permanência, vestiários com armários e chuveiros e oficinas de reparos pela utilização dessas estruturas e serviços.

É comum em terminais de transportes coletivos que haja muitos acessos através de escadas, que se configuram como um dos principais obstáculos aos condutores de bicicleta. Nesses casos, uma medida para facilitar o acesso de ciclistas é permitir a utilização de elevadores, que em geral são para uso de pessoas com dificuldades de mobilidade. Os elevadores podem ser revestidos com material que proteja e facilite a limpeza da superfície das suas paredes.

Outra medida é construir rampas com sulcos, junto às escadas, que permitam que o ciclista empurre sua bicicleta, de modo a facilitar seu acesso.

A figura 8.1 apresenta um esquemático que ilustra esse tipo de construção.

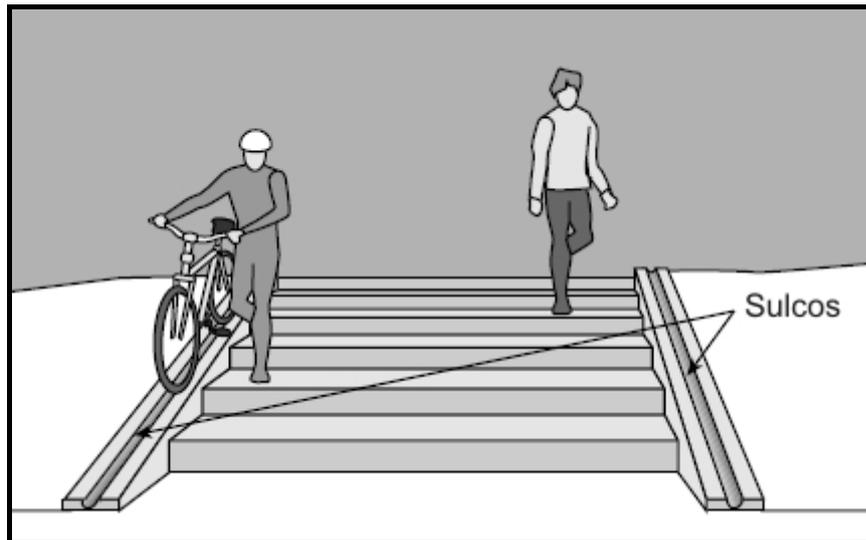


Figura 8.1: Esquemático de rampa com sulco, junto à escada.

Fonte: Adptada de Oregon Department of Transportation, 1995.



Figura 8.2: Rampa com sulco junto à parede.

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

No caso desse tipo de rampa ser construído próximo à parede, conforme ilustrado na figura 8.2, é importante que o sulco não esteja muito próximo da parede,

permitindo que o ciclista empurre sua bicicleta sem ter que incliná-la. Caso contrário além de fazer com que essa manobra seja incômoda, os pneus podem sair do sulco ou o pedal pode chocar-se com os degraus. É importante também que a implantação dessa rampa permita que a bicicleta seja empurrada sem que haja risco de choques com o corrimão.

A figura 8.3 apresenta o esquemático com dimensões para esse tipo de rampa, de acordo com as orientações de Foran e Galway Cycling Campaign (2002).

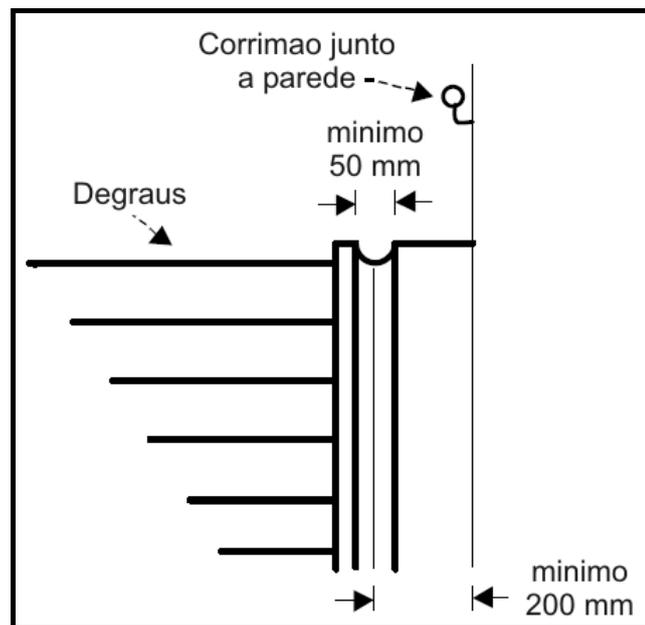


Figura 8.3: Esquemático com dimensões de rampa com sulco junto à parede.

Fonte: Adptada de Foran e Galway Cycling Campaign, 2002.



Figura 8.4: Rampa com sulco para bicicletas e carros de bebê e similares.

Fonte: The Countryside Agency, 2004.

A figura 8.4 apresenta um outro tipo de rampa com sulco, que além de se adequar ao uso de bicicletas, permite que sejam utilizados carros de bebê e similares.

8.2 Acesso a veículos

As condições da integração modal podem ser melhoradas caso haja a possibilidade do transporte da bicicleta nos veículos de transporte coletivo – através da permissão de embarque da bicicleta em horários de menor número de usuários, de vagões e veículos específicos para o embarque de bicicletas e da instalação de suportes que permitam que a bicicleta seja transportada na parte interna ou externa dos veículos. Essa opção de transporte nos veículos permite que a bicicleta seja usada em dois trechos, um anterior ao embarque e outro posterior ao desembarque. Dá mais segurança ao ciclista que não se sente confortável em estacionar seu veículo, em especial no caso em que o embarque é feito em local onde não haja estrutura para estacionamento.

O **transporte de bicicletas em ônibus**, em geral, ocorre na parte externa deste, através da instalação de suporte. Na América do Norte é mais comum que o suporte seja instalado na parte frontal dos veículos. A figura 8.5 ilustra esse tipo de suporte.



Figura 8.5: Suporte de bicicletas, na parte frontal de ônibus.

Fonte: Pucher, 2005.

Essa configuração permite que o motorista tenha contato direto visual direto com o ciclista, permitindo que a confirmação de que a bicicleta já foi adequadamente instalada ou retirada ocorra mais facilmente. Facilita também o acesso ao compartimento do motor, em casos de emergência, visto que em geral, este está localizado na parte traseira do veículo. Permite também que os ciclistas controlem mais facilmente se sua bicicleta está sendo removida indevidamente por outra pessoa.

No entanto, o trabalho de Lawrence e Brook-Carter (2004) apresenta indícios de que os suportes de bicicletas instalados na parte frontal dos ônibus podem aumentar as chances da ocorrência de acidentes resultando em pedestres gravemente feridos. O trabalho concluiu que os suportes estudados, assim como as bicicletas em si, possuíam estruturas rígidas e salientes que ofereciam grandes riscos aos pedestres. Esses autores sugerem alterações nos suportes através da adoção de elementos e estruturas que aumentem a absorção de impactos e que evitem que os pedestres fiquem expostos a essas saliências. No entanto, lembram que existe a possibilidade que essas implementações não se adéquem às necessidades operacionais dos ônibus – podem comprometer a visibilidade do motorista, assim com obstruir os faróis dos ônibus.

Sugere-se que mais estudos sejam realizados para verificar as implicações da adoção desse tipo de suporte, assim como para avaliar a possibilidade da sua adequação à operacionalidade dos veículos, ao transporte de bicicletas e à segurança dos pedestres.

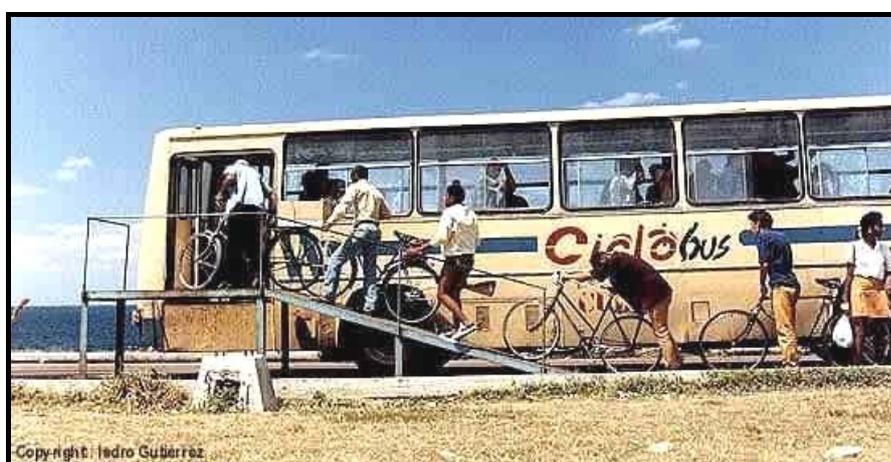


Figura 8.6: Ônibus para embarque de bicicletas.

Uma alternativa ao uso de suportes externos é o transporte de bicicletas no interior dos ônibus. A figura 8.6 apresenta um ônibus para embarque de bicicletas, com infra-estrutura específica para embarque no ponto de parada.

O **transporte de bicicletas no interior de trens** e outros veículos sobre trilhos ocorre com mais frequência que no caso de ônibus, sendo mais comum na América do Norte e na Europa. Esse tipo de transporte ocorre de formas variadas.

Em alguns casos o condutor de bicicleta é autorizado a permanecer em pé, segurando sua bicicleta próximo da porta, em geral, nas extremidades dos vagões. É comum que nessas áreas os bancos sejam retráteis, de modo a criar mais espaço para a bicicleta. A figura 8.7 ilustra essa situação.



Figura 8.7: Interior de um vagão de trem

Fonte: Transit Cooperative Research Program, 2005

Existem casos em que apenas é permitido o embarque em determinados horários em que o número de passageiros é menor. Em outros, os vagões possuem áreas específicas para a acomodação de bicicletas, podendo os demais usuários usá-las quando não haja bicicletas. A figura 8.8 mostra dois exemplos dessa segunda condição.

A figura 8.9 mostra um detalhe de uma área de acomodação de bicicletas, onde é possível ver os suportes, na parte superior da janela, assim como os bancos retraídos, com apoios para as rodas traseiras das bicicletas.



Figura 8.8: Bicicletas acomodadas em áreas e suportes específicos de um vagão de trem.

Fonte: Transit Cooperative Research Program, 2005



Figura 8.9: Detalhe da área de acomodação de bicicleta.

Fonte: Transit Cooperative Research Program, 2005

A figura 8.10 mostra a sinalização dos vagões em que é permitido o embarque de bicicletas, no caso em que existem vagões específicos para esse tipo de transporte.



Figura 8.10: Vagões específicos para embarque de bicicletas.

Fonte: Adaptada a partir de imagens de Dijkstra et al., 1998 e The Countryside Agency, 2004.

A figura 8.11 mostra o interior de um vagão onde é possível acomodar várias bicicletas.



Figura 8.11: Acomodação de várias bicicletas em um mesmo vagão de trem

Fonte: Transit Cooperative Research Program, 2005

Vélo Québec (2003) orienta, em terminais de transporte coletivo onde seja permitido o embarque de bicicletas no interior dos veículos, que ao lado das catracas controladoras de acesso, haja um portão que dê acesso à bicicleta e demais tipos de equipamentos sobre rodas (carros de bebê, cadeiras de roda, carros de compras, etc). Lembra que a liberação desse portão deve ser possível de ser realizada a partir da cabine de venda de bilhetes, de maneira que não seja necessário que esse funcionário saia dessa cabine ou mesmo que seja necessária a chegada de outro funcionário.

9 MANUTENÇÃO

A manutenção das vias no Brasil é realizada, em geral, de forma precária, principalmente quando se refere à manutenção preventiva. Quer seja preventiva ou corretiva, a manutenção é fortemente baseada nas necessidades dos veículos motorizados.

A manutenção de vias é, no entanto, especialmente importante para os condutores de bicicletas. Estes veículos possuem características que fazem com que os seus condutores sejam muito sensíveis às condições das vias. Distribuição do peso sobre apenas duas rodas, pneus estreitos inflados com alta pressão e, em muitos casos, falta de sistemas de amortecimento, fazem com que determinadas irregularidades na superfície da via, que às vezes mal são percebidas por motoristas, possam causar muito desconforto ou mesmo acidentes aos ciclistas.

Pequenas pedras, sulcos e saliências podem ser suficientes para desviar a roda da sua direção original; determinados buracos podem causar quedas e sérias avarias nas rodas; cacos de vidro podem facilmente perfurar os pneus; folhas úmidas, grãos de areia e pedaços de papel/papelão podem causar derrapagem e escorregamentos, especialmente se, ao passar sobre estes elementos, for realizada mudança de direção ou frenagem (em alguns casos bastando uma manobra sutil).

Dessa forma, a manutenção das vias deve ser encarada como item importante e constante nas decisões do planejamento ciclovitário.

Definir procedimentos claros de manutenção que levem em consideração o tráfego de bicicletas, assim como seus custos e os responsáveis pela sua implementação, devem ser ações realizadas e discutidas entre os vários responsáveis pelo trânsito no momento da decisão sobre implantação de estruturas viárias (sejam elas exclusivas para bicicletas ou não).

Uma alteração sutil nos procedimentos de manutenção pode gerar resultados significativos sobre as condições de circulação de bicicletas. A parte da pista onde os ciclistas costumam trafegar, o limite externo da faixa da direita, é o local onde é comum ocorrer o acúmulo de fragmentos de diversos tipos de materiais (resíduos de escoamentos pluviais, material arremessado pela passagem de veículos motorizados, etc) – dessa forma, seria interessante lembrar as equipes de

varredura que os condutores de bicicleta são bastante afetados pelo entulho nesses locais, instruindo-os a dedicar atenção a essa parte da via.

A figura 9.1 ilustra o caso onde o condutor da bicicleta deixa de trafegar sobre a ciclofaixa ou acostamento para evitar o entulho. Em alguns casos, um objeto inesperado pode fazer com que o ciclista realize uma manobra que resulte num acidente deste e/ou de outro(s) usuário(s) do sistema viário.



Figura 9.1: Entulho no caminho de um condutor de bicicleta.

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

Quanto à atividade de varredura, deve-se considerar que vias com maior tráfego de bicicleta requerem manutenção mais freqüente e mais detalhada. A implantação de maior número de lixeiras nessas vias é uma sugestão a ser estudada. Os períodos de chuva, vento ou de queda de folhas de árvores também exigem uma programação de manutenção específica. Em certas áreas é importante que ocorra varredura logo após, ou mesmo durante, o fim de semana, em virtude da intensa circulação de veículos e pessoas buscando comércio, entretenimento, etc – latas de refrigerante, garrafas de vidro e demais tipos de embalagens costumam ser descartadas nessas áreas.

O tráfego de veículos em lotes em obras costuma resultar em restos de areia e terra nas suas proximidades, em especial quando envolvem a circulação de veículos do tipo trator e caminhões com caçamba. É comum ver, na saídas de obras, grandes torrões de terra espalhados por dezenas de metros. Seria recomendável, para prevenir o derramamento desse tipo de material, que os responsáveis por tais obras fossem informados da necessidade de cobrir a caçamba dos caminhões e que

os pneus e esteiras de caminhões e tratores fossem limpos antes de adentrarem na via pública.

“Art. 102. O veículo de carga deverá estar devidamente equipado quando transitar, de modo a evitar o derramamento da carga sobre a via” (BRASIL, 1997).

De acordo com o artigo 172 do Código de Trânsito Brasileiro, é considerada infração média abandonar objetos ou substâncias na via, sendo a penalidade a aplicação de uma multa.



Figura 9.2: Terra arrastada pelo tráfego de veículos saindo de lote em construção

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

Uma das causas de grãos de areia espalhados sobre a superfície do pavimento apresentarem um grande perigo aos condutores de bicicleta é o fato de serem, conforme as condições da luminosidade e do contraste com o pavimento, difíceis de visualizar. Uma quantidade de areia conforme ilustrada na figura 9.2 pode ser suficiente para causar um acidente de um condutor de bicicleta.

Ainda sobre varredura, é importante atentar para parte externa das curvas e nas interseções, entre os locais onde os veículos motorizados costumam trafegar, pois esse tipo de material é facilmente arremessado pela passagem desses veículos, se acumulando nas áreas onde trafegam os ciclistas.

Infelizmente também é comum encontrar restos de trabalho de manutenção abandonados pelas equipes nas laterais das pistas ou em acostamentos. Uma sugestão seria a de orientar e fiscalizar essas equipes para que

sejam cuidadosas com o material resultante do trabalho de manutenção, lembrando-as das características das bicicletas.

Existe também o caso de vias pavimentadas interligadas a vias não pavimentadas onde a movimentação de veículos pode arrastar terra e pedregulhos. A figura 9.3 ilustra o resultado desse processo.

Federal Highway Administration (2003) sugere nesses casos, no momento em que é realizada a pavimentação, ou mesmo durante o recapeamento, que parte da via não pavimentada deva ser pavimentada em torno de 3 a 6 metros (dependendo da inclinação e de outras características). O intuito dessa prática é diminuir o arraste de terra e pedregulhos oriundo da movimentação de veículos da via não pavimentada para a via pavimentada.



Figura 9.3: Areia arrastada de via não pavimentada.

Fonte: Acervo do autor

A figura 9.4 apresenta um esquemático ilustrando a implementação dessa intervenção.

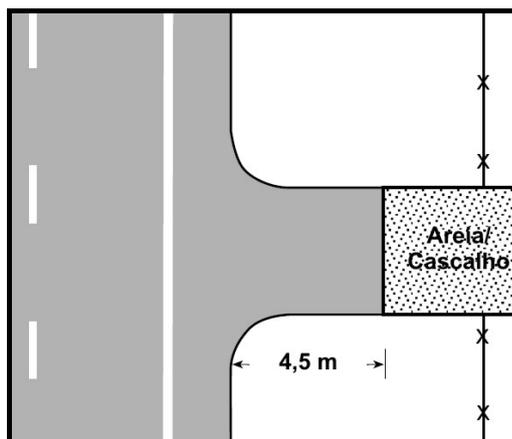


Figura 9.4: Esquemático de pavimentação de trecho numa via de entrada.

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

Realizar a manutenção de pavimento, em geral, nos primeiros sinais de irregularidades mantém o pavimento em condições mais adequadas ao tráfego de bicicletas. Além disso, envolve custos e intervenções menores do que em estágios mais avançados de deterioração.

Paiva ([199_?], p. 227) divide a manutenção de pavimentos flexíveis (largamente utilizado nas vias urbanas brasileiras) em 4 níveis de intervenção: pintura rejuvenescedora, tratamento superficial, recapeamento e reconstrução.

Sugere-se que utilizar mais freqüentemente as intervenções pintura rejuvenescedora, com asfalto diluído, e o tratamento superficial, com lama asfáltica, resultaria em maior durabilidade dos pavimentos e melhores condições de tráfego, não só para os condutores de bicicletas, mas para todos os usuários do sistema viário.

Na manutenção de vias, quando houver necessidade de realizar recapeamento deve-se atentar para que os limites entre o revestimento novo e o antigo apresentem transição adequada sem irregularidades.

A figura 9.5 apresenta um esquema, segundo Oregon Department of Transportation (1995), sobre como deve ser realizado o recapeamento de vias com acostamento. Esse trabalho comenta que no caso de não ser possível realizar o recapeamento conforme sugerido, que é recomendável parar na linha divisória entre a pista e o acostamento, atentando para não deixar uma variação de nível abrupta.

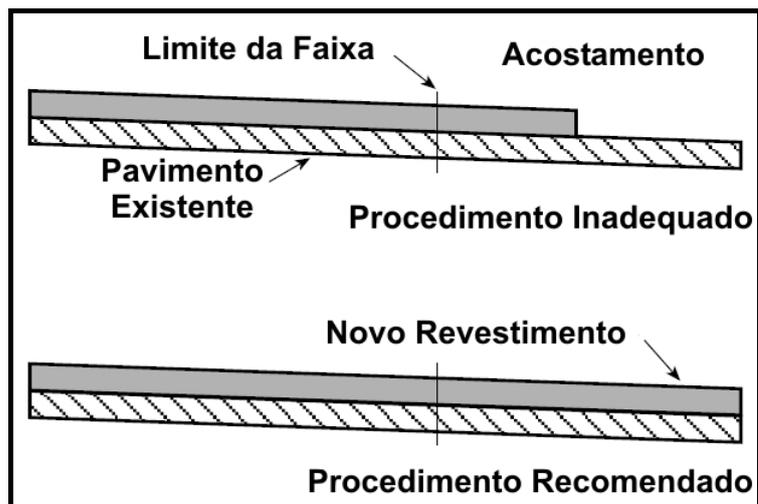


Figura 9.5: Esquemático Recapeamento.

Fonte: Adptada de Oregon Department of Transportation, 1995.

A figura 9.6 ilustra um recapeamento com desnível abrupto e irregular entre o revestimento da pista e a sarjeta.



Figura 9.6: Recapeamento inadequado.

Fonte: Adptada de Federal Highway Administration, 1998.

O ideal seria que, durante o recapeamento, fosse providenciada, em especial na borda direita da pista, uma superfície mais suave, com rugosidade que atenda as características das bicicletas (detalhes na subseção 7.1.2 - *Superfície do pavimento*).

A realização de remendos na pista também deve ser efetuada lembrando que o tráfego de bicicleta poderá ocorrer sobre essa superfície e que, portanto deve apresentar transição o mais suave possível com o restante da superfície do pavimento.

É importante, nos trabalhos de recapeamento, que as grelhas de escoamento pluvial sejam elevadas de modo a não ficarem desniveladas em relação ao novo revestimento do pavimento. A figura 9.7 apresenta uma grelha desnivelada, após recapeamento, representando sério perigo aos condutores de bicicleta.



Figura 9.7: Grelha desnivelada

Fonte: Oregon Department of Transportation, 1995.

Danish Road Directorate (2000) aconselha que o reparo de áreas de pavimento onde ocorra o tráfego de bicicletas deva ser realizado utilizando lama asfáltica composta de pedregulhos pequenos (menores de 16 mm) e macios (utilizar granito em vez de sílica), aplicando uma camada de menos de 3 cm. Utilizar esse método quando o pavimento original for composto de base granular ou base com ligante asfáltico.

Muitas implementações benéficas aos condutores de bicicletas podem ser realizadas durante atividades de manutenção. Durante a manutenção de sinalização horizontal a alteração da largura das faixas pode ser realizada de maneira a acomodar melhor o tráfego de bicicletas.

Adicionar faixas sonorizadoras (*rumble strips* – mais detalhes na subseção 7.1.2 - *Superfície do pavimento*) é outra prática que pode ser realizada durante trabalhos de manutenção (recapeamento, renovação de sinalização horizontal, etc).

As placas metálicas utilizadas para transposição de áreas trabalhadas, em geral, em virtude de suas características, exigem alguns cuidados para que permitam fluxo seguro e confortável de ciclistas. No contato com a borda destas placas, as rodas das bicicletas podem sofrer sérias avarias e os pneus podem até estourar - a dureza, espessura e formato das bordas fazem com que a transição do pavimento para estas placas seja muito violenta. É necessário que sejam tomadas medidas de suavização na área de transição através da instalação de cantoneiras com formato mais arredondado e/ou de material menos duro, ou mesmo a aplicação de material asfáltico, conforme ilustra a figura 9.8.

A superfície dessas placas, pelo fato de serem muito lisas, apresentam grandes riscos de derrapagem, especialmente se houver a presença de água, gotas de óleo (derramado por veículos motorizados), areia ou mesmo poeira. Utilizar sinalização complementar à sinalização padrão de advertência é uma prática importante para alertar os condutores de bicicleta sobre esses riscos. Aumentar a rugosidade destas placas é uma sugestão a ser estudada.



Figura 9.8: Placa metálica

Fonte: Danish Road Directorate, 2000.

Danish Road Directorate (2000) dá algumas sugestões de práticas a serem adotadas em regiões de realização de obras. Uma delas é a adoção da

“cobra amarela”, utilizada para segregar e direcionar temporariamente o fluxo, principalmente de pedestres e ciclistas. O fato de serem flexíveis e mais leves que os segregadores padrões correntemente utilizados no Brasil facilita a rápida instalação, retirada e adaptação a várias formas de rotas. A figura 9.9 ilustra a sua utilização.



Figura 9.9: “Cobra amarela”

Fonte: Adptada de Danish Road Directorate, 2000.

A seguir são apresentadas as sugestões de Danish Road Directorate (2000) para posicionamento de condutores de bicicleta em caso de realização de obras em ciclovias. Sugere-se que a adoção dessas sugestões seja criteriosa, devendo ser avaliadas as condições locais, como velocidade e fluxo dos veículos motorizados, bicicletas e pedestres.

A figura 9.10 ilustra a sugestão quando há na ciclovia, no mínimo 1 m de largura disponível. Nesse caso os ciclistas circulam pela ciclovia.

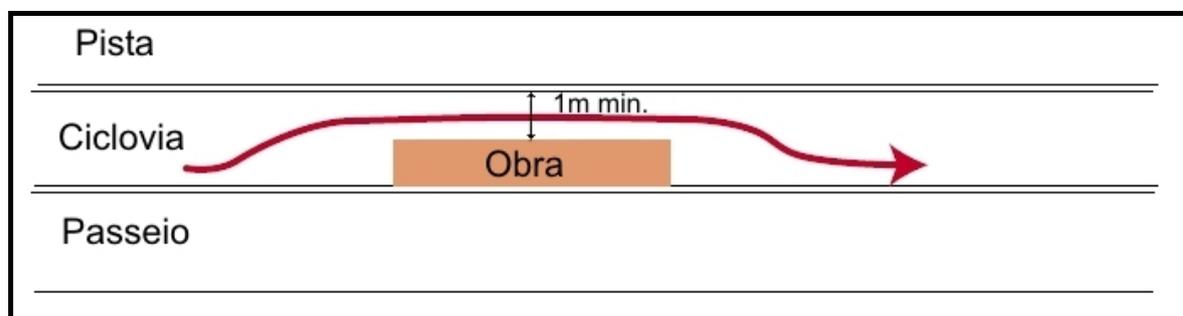


Figura 9.10: Esquemático posicionamento ciclista em obras - 1

Fonte: Adptada de Danish Road Directorate, 2000.

A figura 9.11 ilustra a sugestão quando a obra ocupa toda largura da ciclovia e caso a calçada tenha no mínimo 2 metros de largura. Nesse caso os ciclistas circulam pela calçada e são utilizados elementos de segregação e delimitação (faixa amarela na figura). A decisão aqui depende também dos fluxos de ciclistas e pedestres.

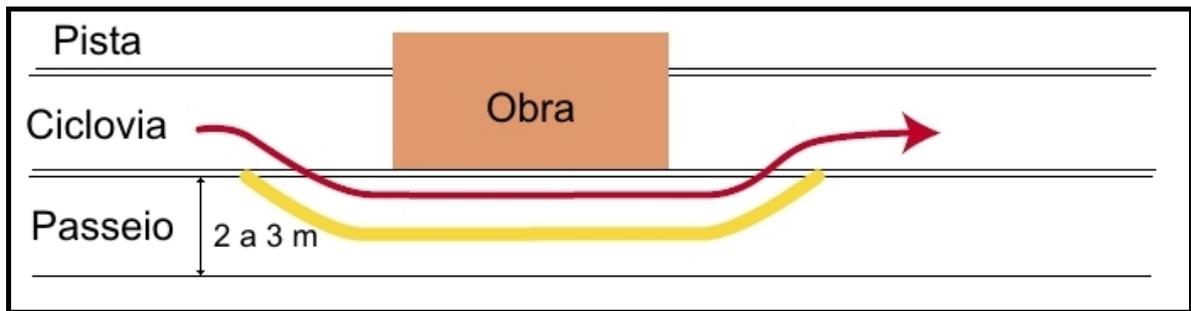


Figura 9.11: Esquemático posicionamento ciclista em obras - 2

Fonte: Adptada de Danish Road Directorate, 2000.

A figura 9.12 ilustra a sugestão quando a obra ocupa toda largura da ciclovia e caso a calçada tenha menos de 2 metros de largura. Nesse caso os ciclistas circulam pela pista, sendo a largura da sua faixa de no mínimo 1,2 metro.

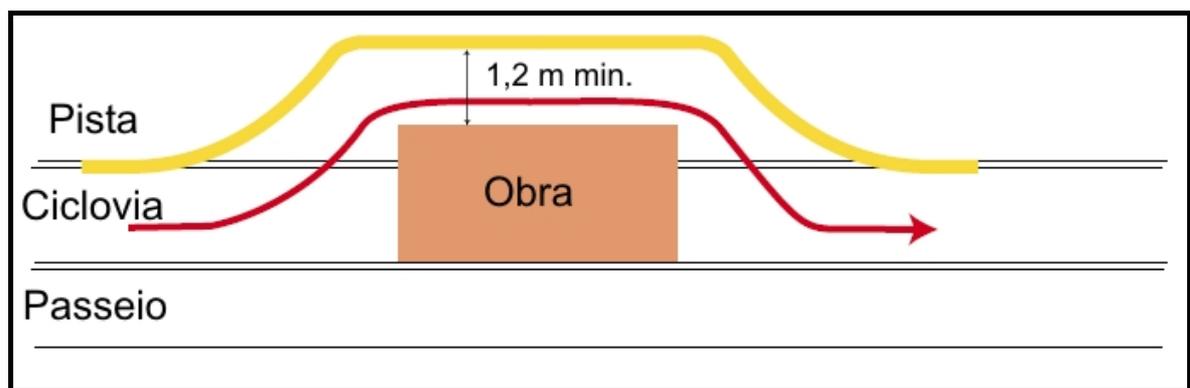


Figura 9.12: Esquemático posicionamento ciclista em obras - 3

Fonte: Adptada de Danish Road Directorate, 2000.

A figura 9.13 ilustra a sugestão em que se opta por não instalar elementos segregadores. Nesse caso deve-se utilizar um elemento que reduza a velocidade dos veículos motorizados.

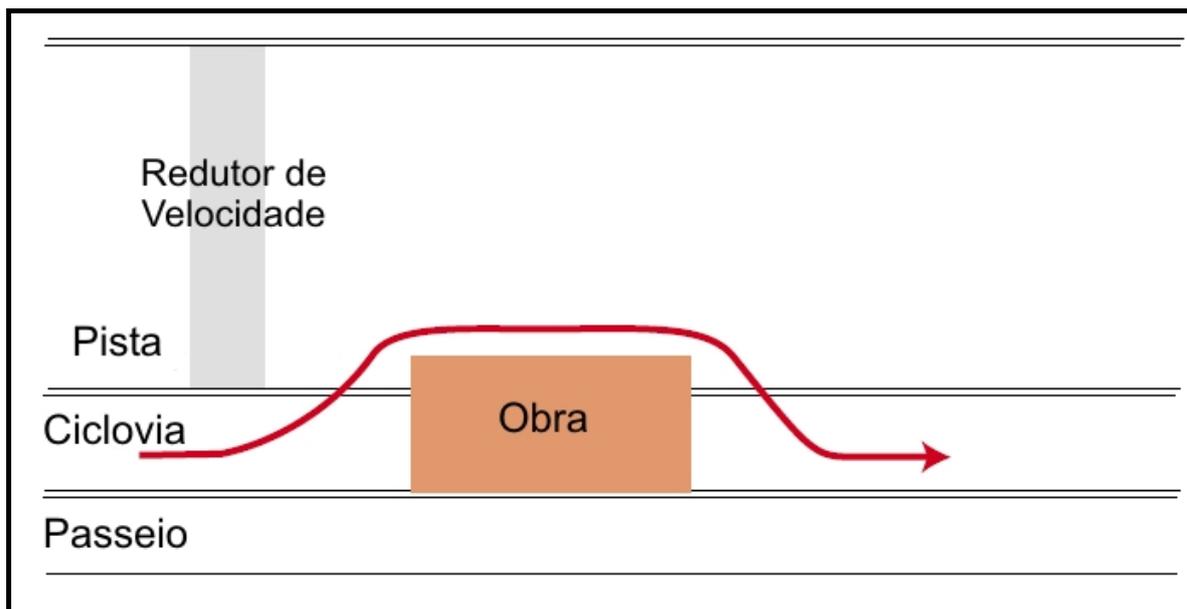


Figura 9.13: Esquemático posicionamento ciclista em obras - 4

Fonte: Adptada de Danish Road Directorate, 2000.

Em todas as sugestões é importante que rampas adequadas sejam instaladas nos locais de saída e retorno da ciclovía.

Sugere-se que a decisão de optar pelo direcionamento de ciclistas na pista ou na calçada deva levar em consideração a condição que apresente menor risco aos usuários do sistema viário. Caso os fluxos de ciclistas e pedestres não permitam que os mesmos sejam acomodados com segurança nas calçadas, deve-se optar por direcionar o tráfego de ciclistas para pista. No caso da velocidade e fluxo dos veículos motorizados apresentar risco de acidentes, deve-se optar por instalar redutores de velocidade, ou impedir o tráfego de veículos motorizados ou mesmo obrigar que os ciclistas desmontem e empurrem as bicicletas pela calçada (medida extrema e que deve ser utilizada como último recurso e caso a manutenção seja de curta duração de tempo e que seja realizada fora dos horários de pico).

Caso a manutenção esteja sendo realizada em ciclofaixa ou mesmo na pista compartilhada, as sugestões feitas para obras em ciclovía podem ser utilizadas de modo análogo.

No caso de inspeção das vias, é importante que ela também seja realizada por uma pessoa utilizando bicicleta. A determinação de problemas específicos da circulação de bicicletas pode ser realizada mais precisamente dessa maneira, pois a pessoa responsável irá ter a mesma referência dos condutores de

bicicleta. O mesmo raciocínio pode ser utilizado para o pessoal responsável pela limpeza. Pode ainda ser estudada a possibilidade de que uma mesma pessoa realize essas duas funções. A figura 9.14 ilustra essa situação.



Figura 9.14: Limpeza realizada por pessoa conduzindo bicicleta

Fonte: Adptada de Federal Highway Administration (1998).



Figura 9.15: Verificação de excesso de desnível.

Fonte: Gharaibeh et al. (1998).

A inspeção deve atentar para a existência de buracos, saliências, excesso de rugosidade, falta de aderência, trincas e sulcos (principalmente no sentido longitudinal, pois os pneus podem se enganchar nestas imperfeições do pavimento),

objetos e resíduos na superfície do pavimento, vegetação brotando ou cobrindo pavimento, vegetação obstruindo visibilidade, objetos aéreos obstruindo a passagem (galhos, faixas de divulgação, etc), problemas de sinalização (vertical e horizontal), problemas de iluminação. Dedicar especial atenção a regiões abaixo e próximos de viadutos, onde a mudança de iluminação pode dificultar a visualização de eventuais perigos dispostos na superfície.

As figuras 9.15 e 9.16 ilustram alguns dos problemas a que deve estar atenta a pessoa responsável pela inspeção das vias.

De acordo com Vélo Québec (2003), diferenças de nível de até 5 mm são aceitáveis. Orienta também, que a superfície do pavimento necessita de reparo quando uma irregularidade ou rachadura transversal atingir 20 mm ou quando uma irregularidade ou rachadura longitudinal atingir 10 mm.



Figura 9.16: Trincas longitudinais

Fonte: Adptada de Oregon Department of Transportation (1995)

Uma prática que pode auxiliar na determinação de problemas é criar uma política que incentive os condutores de bicicleta a comunicarem os problemas encontrados. Os condutores de bicicleta, por trafegarem com freqüência por determinadas vias podem especificar detalhadamente os locais com problemas. A adoção de tal política promove a cidadania e reduz gastos com inspeção, no entanto

é necessário assegurar que as informações dadas pelos ciclistas sejam realmente verificadas e que as providências sejam realizadas em tempo adequado. Algumas maneiras podem ser criadas para obter tais informações: criar formulários com postagem paga e distribuí-los entre a comunidade de ciclistas e em bicicletarias; criar um sistema de atendimento telefônico; instalar receptáculos onde as informações possam ser depositadas.

De acordo com Danish Road Directorate (2000), os responsáveis pela manutenção das vias deveriam ser postos em contato com os responsáveis pelo projeto destas, de modo que nessa fase fossem consideradas as características do processo de manutenção.

10 POLÍTICAS DE INCENTIVO

Os principais tipos de políticas incentivo ao uso da bicicleta como modo de transporte, que foram encontradas na pesquisa desta dissertação, estão divididos principalmente entre aqueles relacionados à melhoria das condições de uso da bicicleta, aqueles relacionados à redução/restrição do uso de automóveis ou aqueles que mesclam ambos.

10.1 Políticas de melhoria das condições do uso da bicicleta.

A falta de conhecimento sobre os aspectos legais do uso da bicicleta como modo de transporte, tanto por parte dos condutores de bicicleta, como dos não condutores, dá margem à ocorrência de uma série de conflitos. A adoção de **políticas de informação** poderia melhorar as condições de uso da bicicleta na medida em que podem ajudar a diminuir esses conflitos.

Uma forma de aumentar o respeito aos direitos dos ciclistas é alterar o processo de habilitação de motoristas, de maneira que estes sejam informados da importância de trafegar observando a preferência que o transporte não motorizado tem em relação ao transporte motorizado.

No entanto, as eventuais mudanças e melhorias no processo de habilitação de novos motoristas não alcançam os motoristas já habilitados, que em geral, passaram por processos de habilitação inadequados, fazendo com que muitos destes desconheçam vários aspectos das leis de trânsito, entre eles, os relacionados ao transporte não motorizado. Como o Código de Trânsito Brasileiro deixa a critério dos municípios a necessidade de habilitação para conduzir bicicletas, ocorre que os ciclistas não têm, em geral, conhecimento das regras de trânsito. As pessoas que utilizam outras formas de transporte não motorizado também não têm necessariamente conhecimento das regras de trânsito. Portanto, a existência de políticas que informem a todos os usuários do sistema viário sobre as características, tanto do transporte motorizado como do não motorizado, podem auxiliar na diminuição de conflitos - ao menos daqueles ocasionados pela falta de compreensão das regras de trânsito.

São comuns as “campanhas educacionais” de incentivo ao uso da

bicicleta, onde as únicas informações são aquelas que dão orientações apenas aos condutores de bicicleta de como estes devam se comportar. Entende-se que as políticas de informação devam informar a todos os usuários do sistema viário sobre as características de cada modo de transporte, de modo que o tráfego ocorra de modo a garantir a segurança de todos. É comum que determinados motoristas aleguem que o lugar determinado pela lei para o tráfego de bicicletas é a calçada, assim como também é comum que certos motoristas utilizem a buzina para avisar o ciclista de que esse motorista irá ultrapassá-lo para em seguida realizar conversão (manobra popularmente conhecida como “fechada”). É importante que os motoristas sejam informados da responsabilidade que estes têm com os usuários de transporte não motorizado, na medida que devem dar a preferência a esses (para maiores detalhes ver apêndice **Legislação**).

Outra forma de melhorar as condições do uso da bicicleta é adotar **políticas de incentivos fiscais**.

Uma delas seria a criação de políticas de incentivo fiscal a empresas que facilitassem, aos seus funcionários, o uso da bicicleta como modo de transporte. Estacionamentos adequados, ou a permissão para que as bicicletas sejam estacionadas dentro das instalações das empresas, assim como vestiários com chuveiros e armários são alguns exemplos de facilidades que poderiam ser consideradas como itens que dariam condições às empresas para solicitarem os incentivos fiscais. O financiamento para compra de bicicletas e acessórios também poderia ser um item de adequação das empresas no plano de incentivos fiscais.

Outra política de incentivo fiscal poderia ser direcionada às empresas do setor de bicicletas de transporte. De maneira similar à redução de impostos que o governo federal concedeu aos automóveis de determinada cilindrada, poderiam ser concedidos incentivos à produção de bicicletas (e acessórios) voltadas exclusivamente para o transporte. Dessa forma, caso as bicicletas produzidas atendessem a determinados critérios que as configurassem como adequadas para transporte (ergonomia, acessórios como pára-lamas, faróis, espelhos, etc), as empresas que as fabricassem poderiam pleitear os incentivos fiscais para a produção dessas bicicletas.

Política similar poderia ser aplicada à indústria de acessórios de bicicletas de transporte. Os equipamentos básicos encontrados no Brasil, como faróis,

capacetes, capas de chuva, travas de segurança, ferramentas, entre outros, são em geral, com exceção dos produtos importados, de baixa qualidade, de concepção antiga, inadequados às suas funções, ou praticamente inexistentes no mercado. A produção, no Brasil, desse tipo de equipamentos é viável se avaliado do ponto de vista que a indústria brasileira tem capacidade para tal, visto que não envolvem processos complexos. A existência desse tipo de equipamento melhora a qualidade do transporte dos condutores de bicicleta, na medida que permite que estes se adéquem mais às suas necessidades.

Outra política que pode ser adotada é a **obrigatoriedade de bicicletas com equipamentos básicos**. De acordo com Foran e Galway Cycling Campaign (2002), na França, o número de bicicletas com pelo menos um farol é grande comparado com outros países. Segundo esses autores isso se deve ao fato da legislação francesa exigir que todas as bicicletas saiam de fábrica com faróis. Como as fábricas compram esses produtos em grandes quantidades, esse tipo de política permite que o custo dos equipamentos repassados aos compradores seja menor do que caso o ciclista tenha que comprá-los separados. No entanto, é importante a fiscalização e o estabelecimento de critérios claros, caso contrário podem ocorrer problemas semelhantes ao do caso dos espelhos retrovisores. As fábricas e revendedoras de bicicleta passaram a fornecer espelhos retrovisores, mas que, são, em geral, não funcionais.

Uma política de incentivo adotada na Grã-Bretanha é o chamado *walking school bus* (“ônibus escolar a pé”). Grupos de alunos de escolas primárias são acompanhados por monitores desde suas residências até suas escolas, sendo esse trajeto realizado a pé. Poderia ser estudada uma prática análoga, de **grupos de alunos em bicicleta**, acompanhados por monitores.

A adoção de uma política de **padronização de identificação de bicicletas**, semelhante ao sistema de identificação dos chassis dos automóveis permitiria um maior controle das bicicletas furtadas. No Brasil, os diversos produtores utilizam sistemas particulares de identificação ou mesmo não utilizam sistema algum.

A adoção de **grupos de trabalho específicos para bicicleta**, dentro das secretarias de trânsito e transporte dos municípios, também pode ser uma prática que pode trazer benefícios aos condutores de bicicleta. É importante que haja,

nesses grupos de trabalho, profissionais que tenham efetiva experiência com o uso da bicicleta como modo de transporte. Caso não seja possível encontrá-los dentro do quadro de funcionários dessas secretarias, uma alternativa é utilizar os serviços de consultores que possuam esse tipo de experiência.

10.2 Políticas de redução/restrição de uso do automóvel

Uma possível política de redução/restrição de uso do automóvel pode ser a sugerida por Handy, Weston e Mokhtarian (2005), baseada na sua **classificação de diferentes grupos de motoristas de automóvel**. A seguir são apresentados os grupos por eles definidos, assim como a sugestão de prática a ser adotada para cada um deles.

Um desses grupos seria o de motoristas de automóvel que consideram que não dirigem mais do que precisam, mas que dirigem mais do que desejam. Para esses, a solução desses autores é diminuir a necessidade de dirigir, criando modos alternativos ou diminuindo as distâncias das viagens. Nesse caso a melhoria dos serviços de transporte coletivo e a infra-estrutura para pedestres e condutores de bicicleta poderiam ajudar, assim como políticas de uso do solo que tornassem mais factíveis a realização de tarefas a pé ou através de bicicleta. O grupo de motoristas de automóvel que consideram que dirigem mais do que precisam e mais do que desejam também seria beneficiado por essas medidas.

O grupo de motoristas, que não consideram que dirigem mais do que precisam ou mais do que desejam, possui pouca motivação interna para reduzir suas viagens de automóvel. Para esse grupo assim como para o grupo dos motoristas que consideram que dirigem mais do que precisam, mas que não consideram que dirigem mais do que querem, uma alternativa seria aumentar os custos de utilização do automóvel.

O **pedágio urbano** é uma forma de redução/restrição que pode ser avaliada. O uso do automóvel demanda muitos recursos em virtude de suas características, como por exemplo, maior demanda de vias, visto que consome maior quantidade de espaço das vias que os transportes coletivos e não motorizados, assim como grande produção, por passageiro, de poluição atmosférica. Pode ser utilizada também como forma de distribuir os gastos, que em geral, são pagos pela sociedade como um todo. Existem poucos exemplos de implantação,

mas, no entanto, há indícios de que a cobrança pelo uso efetivo do espaço público das vias traz melhores resultados do que o aumento generalizado do imposto de propriedade de veículo.

Uma discussão importante que influi em qualquer uma das políticas é aquela sobre a **utilidade positiva dos transportes** (MOKHTARIAN, 2005), ou seja, de que o transporte não seria apenas uma demanda derivada, mas com fim próprio.

Ory e Mokhtarian (2005), listam as razões que fazem as viagens terem fim próprio: procura por sentimentos relacionados a aventura, controle, prestígio, fuga, conquista, curiosidade, assim como busca por paisagens, exposição ao ambiente, exercício físico e terapia mental e física.

Steg (2005) divide os motivos para uso do carro em dois grupos, um englobando os motivos instrumentais e o outro englobando os motivos afetivos e simbólicos, chegando à conclusão de que o segundo grupo tem um papel importante nas decisões sobre o uso do carro.

As baixas reduções resultantes de várias políticas de redução do uso do automóvel podem ser causadas pela não observância dessas características.

10.3 Políticas mistas

A **obtenção de áreas de circulação de bicicleta através da redução do espaço útil dos automóveis** é uma maneira de melhorar as condições de tráfego dos condutores de bicicleta, seja através do estreitamento de faixas, seja através de proibição de estacionamento na via.

A **moderação de tráfego** é outra maneira de melhorar as condições dos ciclistas, através da restrição do tráfego de veículos motorizados.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vistas os objetivos traçados, as discussões e propostas apresentadas nesta dissertação foram focadas na inserção do condutor de bicicleta dentro da estrutura viária, de modo que lhe seja possível alcançar todos os lugares das cidades, em condições adequadas.

Assim sendo, optou-se pela apresentação de discussões e propostas que lidassem com as necessidades dos condutores de bicicleta, evitando as que pudessem resultar na exclusão destes. Foi dado enfoque, principalmente, às formas de organização do espaço de circulação da bicicleta que fossem adequados a projetos de novas urbanizações, mas principalmente que buscassem atender às características de áreas urbanas com sistemas viários estabelecidos.

Essa pesquisa permitiu a verificação de que o transporte cicloviário urbano pode realmente ocorrer de forma mais harmoniosa com os demais modos de transporte. As propostas avaliadas e apresentadas indicam que o transporte cicloviário não é incompatível com o transporte motorizado.

É importante, no entanto, que as propostas apresentadas nessa dissertação não sejam consideradas como soluções prontas, mas sim como implementações com potenciais de bons resultados. Essas propostas, especialmente as oriundas de trabalhos estrangeiros, devem ser avaliadas de modo a verificar suas adequações às especificidades de cada lugar. É interessante também avaliar a possibilidade de que determinadas propostas, que em determinados momentos sejam consideradas como inadequadas, possam passar a serem adequadas em outros momentos, em virtude da manutenção de processos de implantação de medidas voltadas ao transporte cicloviário. Certas formas de organizar o espaço cicloviário podem passar a serem funcionais a partir da implantação de uma seqüência de medidas e do processo social resultante.

No decorrer da dissertação foi sugerido que algumas propostas poderiam ser melhor estudadas. Algumas das mais importantes foram aquelas referentes à maneira de sinalizar o tráfego compartilhado, as ciclofaixas obrigatórias e as

ciclofaixas não obrigatórias. O objetivo dessas sugestões é avaliar a possibilidade de que essas propostas possam permitir uma maior adequação às necessidades tanto dos ciclistas como do tráfego como um todo. Outra sugestão de estudo foi feita com relação à implantação de rotatórias, em virtude da quantidade de trabalhos que apresentaram indícios de que esse tipo de interseção possa não ser o mais adequado aos ciclistas.

Considera-se que, embora os objetivos da pesquisa tenham sido alcançados, existem questões do planejamento de transporte cicloviário urbano que podem ser aprofundadas em trabalhos futuros.

Uma sugestão para o prosseguimento de pesquisas nesta área é a realização de mais estudos referentes a análises de custo e benefício de estruturas cicloviárias, metodologias envolvendo avaliações de nível de serviço para bicicletas, análises de demanda e metodologias de implantação de planejamentos cicloviários. Outro tema que merece ser abordado é a avaliação dos efeitos do uso da bicicleta em populações de baixa renda.

A pesquisa também evidenciou a diferença na quantidade entre trabalhos estrangeiros e brasileiros referentes ao estudo da bicicleta como modo de transporte. Espera-se que esta dissertação ajude a melhorar e aumentar a discussão e estudos referentes ao transporte cicloviário urbano nas cidades brasileiras.

REFERÊNCIAS

AASHTO. **Guide for the development of bicycle facilities**. Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1999.

AJZEN, I.; MADDEN, T. J. Prediction of goal-directed behavior: attitudes, intentions, and perceived behavioral control. **Journal of Experimental Social Psychology**, v. 22, p. 453-474, 1986.

ANDRADE, S. M.; MELLO-JORGE, M. H. P. Acidentes de transporte terrestre em cidade da Região Sul do Brasil: avaliação da cobertura e qualidade dos dados. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p.1449-1456, 2001.

ANDRADE, T.A. **Dispêndio domiciliar com o serviço de saneamento e demais serviços de utilidade pública**: estudo da sua participação no orçamento familiar: relatório final (projeto BRA/92/028 – PMSS). Brasília: 2000. 108p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE MOTOCICLETAS, CICLOMOTORES, MOTONETAS, BICICLETAS E SIMILARES. (ABRACICLO). Disponível em: <<http://www.abraciclo.com.br>>. Acesso em 1 mar. 2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS. **Perfil da mobilidade, do transporte e do trânsito nos municípios brasileiros**: 2003: relatório final. ANTP, 2004. 148 p. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/index.php?option=content&task=view&id=421&Itemid=0>>. Acesso em 18 janeiro de 2006.

ASSOCIATION OF PEDESTRIAN AND BICYCLE PROFESSIONALS. **Bicycle Parking Guidelines**. APBP, 2002. Disponível em: <www.apbp.org>. Acesso em: 3 de março de 2006.

ATKINS. **Advanced stop line variations**: research study. 2005. Disponível em: <http://www.tfl.gov.uk>. Acesso em: 1 de novembro de 2006.

AUSTROADS. Facility design: shared bus-bike lanes. **abc information note nº 4**. Austroads - Australian Bicycle Council, 2005a. Disponível em: <<http://www.onlinepublications.austroads.com.au/script/home.asp>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2007.

_____: Facility design: bus stop (no cycle lane). **abc information note nº 9**. Austroads - Australian Bicycle Council, 2005b. Disponível em: <<http://www.onlinepublications.austroads.com.au/script/home.asp>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2007.

_____: Facility design: cycle lanes at bus stops. **abc information note nº 10**. Austroads - Australian Bicycle Council, 2005c. Disponível em: <<http://www.onlinepublications.austroads.com.au/script/home.asp>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2007.

_____ : Bus lane regulations. **abc information note nº 18**. Austroads - Australian Bicycle Council, 2005d. Disponível em: <<http://www.onlinepublications.austroads.com.au/script/home.asp> >. Acesso em: 28 de fevereiro de 2007.

_____ : Bicycle storage facilities. **abc information note nº 24**. Austroads - Australian Bicycle Council, 2005e. Disponível em: <<http://www.onlinepublications.austroads.com.au/script/home.asp> >. Acesso em: 28 de fevereiro de 2007.

BARROS, A. J. D. et al. Acidentes de trânsito com vítimas: sub-registro, caracterização e letalidade. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 979-986, 2003.

BASFORD, L. et al. **Drivers' perceptions of cyclists**: TRL Report TRL549. TRL Limited, 2002. Disponível em: < <http://www.dft.gov.uk> >. Acesso em: 28 de fevereiro de 2007.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Manual brasileiro de sinalização de trânsito**: volume I - sinalização vertical de regulamentação. 2. ed. Brasília: CONTRAN, 2007a.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Manual brasileiro de sinalização de trânsito**: volume II - sinalização vertical de advertência. Brasília: CONTRAN, 2007b.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Manual brasileiro de sinalização de trânsito**: volume IV - sinalização horizontal. Brasília: CONTRAN, 2007c.

BRASIL. MINISTÉRIO DA JUSTIÇA. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 24 de setembro de 1997. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/programas.htm>>. Acesso em: 22 de abril de 2007.

BREWER, J. **Geometric Design Practices for European Roads**. Federal Highway Administration U.S. Department of Transportation, 2001.

BRITISH MEDICAL ASSOCIATION. **Cycling: towards health & safety**. Oxford: Oxford University Press, 1992.

BRÜDE, U.; LARSSON, J. What roundabout design provides the highest possible safety? **Nordic Road and Transport Research**, v. 12, n. 2, p.17-21, 2000. Disponível em: <<http://www.vti.se/nordic/default.htm>>. Acesso em: 22 de novembro de 2006.

BUIS, J., WITTINK, R. (orgs). **Economic significance of cycling** : a study to illustrate the costs and benefits of cycling policy. VNGuitgeverij, The Hague, 2000.

CHICAGO DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Bike Lane Design Guide**.

2002. Disponível em: <www.bicyclinginfo.org>. Acesso em: 13 de julho de 2007.

CITY OF BALTIMORE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Bicycle facility design guide: Draft**. [2005?].

COMISSÃO EUROPÉIA. **Cidades para bicicletas, cidades para o futuro**. Bruxelas: DG do Ambiente, 2000.

COPENHAGEN. Building and Construction Administration, Roads and Parks Department. **Cycle Policy 2002-2012**. City of Copenhagen, 2002.

CROW. **Eenheid in rotondes**: publicatie 126. Ede, the Netherlands: 1998.

DANIELS, S.; WETS, G. Traffic safety effects of roundabouts: a review with emphasis on bicyclist's safety. In: ICTCT 2005 Workshop, 2005, Helsinki.

Proceedings... Helsinki, 2005. Disponível em: <http://www.ictct.org/workshops/05-Helsinki/S3_Daniels.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2006.

DANISH ROAD DIRECTORATE. **Collection of Cycle Concepts**. Danish Road Directorate, 2000. Disponível em:

<<http://www.cities-for-cyclists.org/dokumenter/cycon.pdf>>. Acesso em: 23 de novembro de 2006.

DE BRABANDER, B.; VEREECK, L. Safety effects of roundabouts in Flanders: signal type, speed limits and vulnerable road users. **Accident Analysis and Prevention**, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 22 de novembro de 2006.

DHILLON, P. K. et al. Assessment of hospital and police ascertainment of automobile versus childhood pedestrian and bicyclist collisions. **Accident Analysis and Prevention**, v. 33, p. 529-537, 2001. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2007.

DIJKSTRA, A. et al. **Best practice to promote cycling and walking - Analysis and Development Of New Insight into Substitution of short car trips by cycling and walking (ADONIS)**. Copenhagen: Danish Road Directorate, 1998. Disponível em:

<<http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=7134>>. Acesso em: 06 de fevereiro 2006.

DIJKSTRA, A. **Rotondes met vrijliggende fietspaden ook veilig voor fietsers?: R-2004-14**. Leidschendam, The Netherlands: SWOV, 2005. Disponível em:

<<http://www.swov.nl/rapport/r-2004-14.pdf>>. Acesso em: 16 de janeiro de 2007.

DILL, J.; CARR. T. Bicycle commuting and facilities in major U.S. cities: if you build them, commuters will use them. **Transportation Research Record**, n. 1828, p. 116-123, 2003.

FHWA. **Pedestrian and bicycle crash types of the early 1990's**: Technical Summary - FHWA-RD-95-163. McLean: Federal Highway Administration, US Department of Transportation, 1996.

FHWA. **Implementing bicycle improvements at the local level**: FHWA-98-105 1998. McLean: Federal Highway Administration, US Department of Transportation, 1998.

FHWA. **FHWA's course on bicycle & pedestrian transportation**. McLean: Federal Highway Administration, US Department of Transportation, 2003.

FLORIDA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Florida Bicycle Facilities Planning and Design Handbook**. Florida Department of Transportation, 2000.

FORAN, S.; GALWAY CYCLING CAMPAIGN. **Irish national cycle facilities manual (provision of cycle facilities: national manual for urban areas)**: a review, comparison with international practice and exploration of the wider issues facing Irish local authorities. 2002.

GALWAY CYCLING CAMPAIGN. **Multilane Roundabouts**: an Information Sheet. 2001. Disponível em: <http://www.eirbyte.com/gcc/info/roundabouts.html#_ftnref9>. Acesso em: 6 de dezembro de 2006.

GÅRDER, P., LEDEN, L., PULKKINEN, U. Measuring the safety effect of raised bicycle crossings using a new research methodology. **Transportation Research Record**, n. 1636, p. 64-70, 1998.

GEIPOT. **Planejamento ciclovitário: diagnóstico nacional**. GEIPOT- EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES: Brasília, 2001a. 196p. Disponível em <<http://www.geipot.gov.br>>. Acesso em 29 out. 2004.

_____: **Manual de planejamento ciclovitário**. Brasília: GEIPOT- EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES, 2001b. 126p.

GHARAIBEH, N. et al. Development of a Bike Path Management System for the University of Illinois at Urbana-Champaign. **Transportation Research Record**, v. 1636, p. 56-63, 1998.

GOMIDE, A. A. **Transporte urbano e inclusão social**: elementos para políticas públicas: texto para discussão nº 960. Brasília: IPEA, 2003. 35p. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/pub/td/2003/td_0960.pdf>. Acesso em 8 fev. 2006.

GONDIM, M. F. **Transporte não motorizado na legislação urbana no Brasil**. 2001. 185 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

GONDIM, M. F. **Cadernos de Desenho Ciclovias**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda, 2006.

HANDY, S; WESTON, L.; MOKHTARIAN, P. L. Driving by choice or necessity? **Transportation Research Part A**, v. 39, p.183–203, 2005.

HELIS, T.; OROZOVA-BEKKEVOLD, I. The effect of roundabout design features on cyclist accident rate. **Accident Analysis and Prevention**, v. 39, n. 2, p. 300-307, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 8 de dezembro de 2006.

HERMAN, M. et al. **Bicycle blueprint**: a plan to bring bicycling into the mainstream in New York City. New York: Transportation Alternatives, 1993.

HERSLUND, M.-B.; JØRGENSEN, N. O. Looked-but-failed-to-see-errors in traffic. **Accident Analysis and Prevention**, v. 35, n. 6, p. 885–891, 2003.

HILES, J. A. **Listening to bike lanes**: moving beyond the feud. 1996. Disponível em: <<http://www.wright.edu/~jeffrey.hiles/essays/listening>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2006.

HUNTER, W. W. **A comparative analysis of bicycle lanes versus wide curb lanes: final report: FHWA-RD-99-034**. Mc Lean: Office of Safety and Traffic Operations Research & Development - Federal Highway Administration, 1999.

HYDÉN, C.; VÁRHELYI, A. The effects on safety, time consumption and environment of large scale use of roundabouts in an urban area: a case study. **Accident Analysis & Prevention**, v. 32, n. 1, p. 11-23, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 21 de novembro de 2006.

ILLICH, I. **Energía y equidad: desempleo creador**. Barcelona: Barral Editores, 1974. Disponível em <<http://www.ivanillich.org/Principal.htm>>. Acesso em 20 jan. 2006.

IMAGE LIBRARY. **Pedestrian and bicycle information center**. Disponível em: <<http://www.pedbikeimages.org>>. Acesso em: 3 de julho de 2007.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO E INFORMAÇÃO EM TRANSPORTE. **Mobilidade e pobreza**: relatório final. 2004. Disponível em <<http://www.itrans.org.br/upload/home/item/M&P%20Relatorio%20Final%20270304.pdf>>. Acesso em 8 fev. 2006.

IPEA, ANTP. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras**: relatório executivo. Brasília: Ipea: ANTP, 2003.

IPEA, ANTP. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras: pesquisa de custos médico-hospitalares**. Brasília: Ipea: ANTP, 2004.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. Tradução Carlos S. Mendes Rosa. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 510 p.

JACOBSEN, P. L. Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. **Injury Prevention**, v. 9, p. 205-209, 2003. Disponível em: <<http://ip.bmj.com>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2007.

JOSHI, M. S.; SENIOR, V.; GRAHAM, P. S. A diary study of the risk perceptions of road users. **Health, Risk & Society**, v. 3, n. 3, 2001. Disponível em: <<http://web.ebscohost.com>>. Acesso em: 25 de abril de 2007.

KIM, J. K. et al. Bicyclist injury severities in bicycle-motor vehicle accidents. **Accident Analysis and Prevention**, v. 39, p. 238-251, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2007.

KING, M. **Bicycle facility selection**: a comparison of approaches. Chapel Hill: Pedestrian and Bicycle Information Center - Highway Safety Research Center - University of North Carolina, [200-?].

KINGHAM, S. et al. Assessment of exposure to traffic-related fumes during the journey to work. **Transport Research D**, v. 3, n. 4, p. 271-274, 1998.

KÖNIG, S. **Evaluation of the effects of rebuilt bicycle paths at intersections on arterial streets in Lund**: a case study. Lund: Department of Technology and Society – Lund Institute of Technology – Lund University, 2006.

KRANTON, R. E. **Transport and the mobility needs of the urban poor: an exploratory study: discussion paper**: INU 086. The World Bank Policy Research and External Affairs: Infrastructure and Urban Development Department, 1991. 31p.

LANGLEY, J. D. et al. Missing Cyclists. **Injury Prevention**, v. 9, p. 376-379, 2003. Disponível em: <<http://ip.bmj.com>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2007.

LAWRENCE, G. J. L., BROOK-CARTER, N. M. **A study of front-mounted bicycle racks on buses**: report TRL592. TRL, 2004.

LAWTON, B. J. et al. **Cyclists at 'continental' style roundabouts**: report on four trial sites: TRL Report 584. Transport and Road Research Laboratory, 2003. Disponível em: <http://www.trl.co.uk/store/report_list.asp?pid=211&pno=4&searchtext=&advancedsearch=&allwords=&submitted=1>. Acesso em: 4 de janeiro de 2007.

LAYFIELD, R. E.; MAYCOCK, G. Pedal-cyclists at roundabouts. **Traffic Engineering and Control**, v. 27, n. 6, p. 343-349, 1986.

LEDEN, L.; GARDER, P.; PULKKINEN, U. An expert judgment model applied to estimating the safety effect of a bicycle facility. **Accident Analysis and Prevention**, v. 32, p. 589-599, 2000.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. Tradução de Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Moraes, 1991.

MAKI, T.; KAJZER J.; MIZUNO, K.; SEKINE Y. Comparative analysis of vehicle-bicyclist and vehicle-pedestrian accidents in Japan. **Accident Analysis and Prevention**, v. 35, p. 927-940, 2003.

MARTENS, K. The bicycle as a feeding mode: experiences from three european countries. **Transportation Research Part D**, n. 9. p. 281–294, 2004.

MARYLAND DEPARTMENT OF TRANSPORTATION STATE HIGHWAY ADMINISTRATION. **Maryland SHA bicycle and pedestrian design guidelines**. Maryland Department of Transportation State Highway Administration, [2006?]. Disponível em: <<http://www.sha.state.md.us>>. Acesso em: 3 de julho de 2007.

MAYCOCK, G; HALL, R. D. **Accidents at 4-arm roundabouts**: TRRL Report 1120. Crowthorne: Transport and Road Research Laboratory, 1984.

MIRANDA, R. No mundo da rua. **IstoÉ**, 21 nov. 2002. Disponível em <<http://www.terra.com.br/istoe/>>. Acesso em 12 de jan. 2006.

MOKHTARIAN, P.L. Travel as a desired end, not just a means. **Transportation Research Part A**, v.39. p. 93–96, 2005.

MUNSTER, D.; KOOREY, G.; WALTON, D. Role of Road Features in Cycle-Only Crashes in New Zealand. In: Road Safety Research, Policing and Education Conference, 2001, Melbourne. **Proceedings...** 2001. Disponível em: <http://www.monash.edu.au/cmo/roadsafety/abstracts_and_papers/138/138.htm>. Acesso em: 7 de janeiro de 2007.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION. **Traffic Safety Facts 2005 Bicyclists and Other Cyclists**. Washington, 2006. Disponível em: <<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-30/NCSA/TSF2004/809912.pdf>>. Acesso em 30 de março de 2007.

NELSON, A. C.; ALLEN, D. If you build them, commuters will use them: association n between bicycle facilities and bicycle commuting. **Transportation Research Record**, n. 1578, p. 79-83, 1997.

NEWSTEAD, S. et al. **Crashworthiness and aggressivity of the Australian light vehicle fleet by major crash type**. Monash University Accident Research Centre, 2004. Disponível em: <<http://www.monash.edu.au/muarc/reports/muarc227.pdf>>. Acesso em: 5 de fevereiro de 2007.

OJAJÄRVI, M. **Cycling in a northern country**.1992.

OREGON DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Oregon bicycle and pedestrian plan**. Salem: Oregon Department of Transportation, 1995.

ORY, D. T.; MOKHTARIAN P. L. When is getting there half the fun? Modeling the liking for travel. **Transportation Research Part A**, v. 39. p.97–123, 2005.

OUTCALT, W. **Bicycle-friendly rumble strips**: report CDOT-DTD-R-2001-4.

Colorado Department of Transportation - Research Branch, 2001.

PAIVA, C. E. L. **Construção de estradas**: pavimentação. Campinas: Universidade Estadual de Campinas/ Faculdade de Engenharia Mecânica/ Departamento de Geotecnia e Transporte, [199_?]. 245 p. Apostila.

PETERSEN, R. **Sustainable transport**: a sourcebook for policy makers in developing cities - land use planning and urban transport. GTZ, 2004.

PEZZUTO, C. C. **Fatores que influenciam o uso da bicicleta**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

PUCHER, J. **Cycling Trends and Policies in Canadian Cities**: Prepublication Version. 2005

RANK, J.; FOLKE, J.; JESPERSEN, P. H. Differences in cyclists and car drivers exposure to air pollution from traffic in the city of Copenhagen. **The science of total environment**, v. 279, v. 1-3, p 131-136, 2001.

RÄSÄNEN M.; SUMMALA, H. Attention and expectation problems in bicycle-car collisions: an in-depth study. **Accident Analysis and Prevention**, v. 30, n. 5, pp. 657-666, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 8 de fevereiro de 2007.

RÄSÄNEN M.; SUMMALA, H. Car drivers' adjustments to cyclists at roundabouts. **Transportation Human Factors**, v.2, n. 1, p. 1-17, 2000. Disponível em: <http://www.leaonline.com/doi/pdf/10.1207/STHF0201_1>. Acesso em: 23 de novembro de 2006.

RIETVELD, P.; DANIEL, V. Determinants of bicycle use: do municipal policies matter? **Transportation Research Part A**, v.38, p. 531-550, 2004.

RODGERS, G. B. Bicyclist deaths and fatality risk patterns. **Accident Analysis and Prevention**, v. 27, n. 2, p. 215-223, 1995.

SANTOS, M. **Economia espacial** : críticas e alternativas. Tradução de Maria Irene de Q. F. Szmrecsanyi. São Paulo: Hucitec, 1979. 167p.

SCHOON, C.; VAN MINNEN, J. The safety of roundabouts in The Netherlands. **Traffic Engineering and Control**, v. 35, n. 3, p. 142-148, 1994.

SCOTTISH EXECUTIVE PUBLICATIONS. **Cycling by design**: network links. Disponível em: <<http://www.scotland.gov.uk/library2/cbd/cbd-06.asp>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2005.

SECRETARIA ESPECIAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA: GRUPO EXECUTIVO DE TRANSPORTE URBANO. **Motivações que regem o novo perfil de deslocamento da população urbana brasileira**:

pesquisa de Imagem e opinião sobre os transportes urbanos: relatório final. Brasília, DF. Dezembro de 2002.

SERVAAS, M. **The significance of non-motorized transport for developing countries**: strategies for policy developments. Utrecht: I-ce - Interface for Cycling Expertise, 2000.

SILVA, A. P. Q.; MORAIS, T. M. O. Q.; SANTOS, E. M. Exclusão social, transporte e políticas públicas. In: **CNT. Transporte em transformação IX**: trabalhos vencedores do prêmio CNT produção acadêmica 2004. CNT, 2004, p. 23 - 40.

STATE OF OREGON DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY. **DEQ End-of-Trip Facilities Design Program**. State of Oregon DEQ, 2000. Disponível em: <<http://www.vtpi.org/documents/walking.php>>. Acesso em: 8 de junho de 2007.

STEG, L. Car use: lust and must: instrumental, symbolic and affective motives for car use. **Transportation Research Part A**, v. 39. p. 147–162, 2005.

STONE, M.; BROUGHTON, J. Getting off your bike: cycling accidents in Great Britain in 1990–1999. **Accident Analysis and Prevention**, v. 35, p. 549-556, 2003. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2007.

STUTTS, J. C.; HUNTER, W. W. Motor vehicle and roadway factors in pedestrian and bicyclist injuries: an examination based on emergency department data. **Accident Analysis and Prevention**, v. 31, p. 505-514, 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2007.

SUMMALA, H. et al. Bicycle accidents and drivers' visual search at left and right turns. **Accident Analysis and Prevention**, v. 28, n. 2, p. 147-153, 1996. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 21 de novembro de 2006.

SÆLENSMINDE, K. Cost–benefit analyses of walking and cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic. **Transportation Research Part A**, v.38, p. 593–606, 2004.

TAYLOR, S., HALLIDAY, M. **Cycle parking supply and demand**. Crowthorne: Transport Research Laboratory, 1996.

THE COUNTRYSIDE AGENCY. **Bike and rail**: a good practice guide. The Countryside Agency, 2004.

THORNTON, B.; JOHNSTON, K.; MCNEVIN, B. Cyclist safety in Queensland: crash factors and countermeasures. In: Road Safety Research, Policing and Education Conference, 2000. **Proceedings...** 2000. Disponível em: <www.rsconference.com/pdf/RS000068.pdf> Acesso em: 9 de dezembro de 2006.

TRANSIT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM. **Integration of bicycles and transit**: TCRP synthesis 62. Transportation Research Board, 2005.

TRANSPORT FOR LONDON. **London cycling design standards**. [2006?]. Disponível em: <http://www.tfl.gov.uk/businessandpartners/publications/2766.aspx>. Acesso em: 21 de dezembro de 2006.

TRANSPORT FOR LONDON STREET MANAGEMENT. **Pedal cyclist casualties in Greater London**. London Road Safety Unit, 2005. Disponível em: <http://www.tfl.gov.uk/cycles/company/reportlibrary.shtml>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2007.

VAN WIJNE, J. et al. The exposure of cyclists, car drivers and pedestrians to traffic-related air pollutants. **International archives of occupational and environmental health**, v. 67, n.3, p.187-193, 1995.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano, espaço e equidade**: análise das políticas públicas. São Paulo: Annablume, 2001. 218 p.

VÉLO QUÉBEC. **Technical handbook of bikeway design**. 1. ed. Vélo Québec, 1992.

VÉLO QUÉBEC. **Technical handbook of bikeway design**. 2. ed. Vélo Québec, 2003.

VÉLO QUÉBEC. **Bicycle accessibility and mobility in downtown Montréal**. Vélo Québec, 2005.

WALL, G. T.; DAVIES, D. G.; CRABTREE, M. **Capacity implications of advanced stoplines for cyclists**. TRL, 2003.

WATSON, L.; CAMERON, M. **Bicycle and motor vehicles crash characteristics**. Monash University Accident Research Centre, 2006. Disponível em: <http://www.monash.edu.au/muarc/reports/muarc251.pdf>. Acesso em: 18 de janeiro de 2007.

WILLIAMS, M. C.; LAYFIELD, R. E. Pedal-cyclists at dual-carriageway slip-roads. **Traffic Engineering and Control**, v. 28, n. 11, p. 597-600, 1987.

WITTINK, R. **Promotion of mobility and safety of vulnerable road users**: final report of the European research project PROMISING. Leidschendam: SWOV Institute for Road Safety Research, 2001.

WOOD, C. Bus stop design for minimum conflict. **Transition**, n. 5, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION REGIONAL OFFICE FOR EUROPE. **Transport, environment and health**. World Health Organization, 2000.

APÊNDICE - LEGISLAÇÃO

O objetivo desse apêndice é apresentar como o transporte cicloviário está representado na legislação brasileira.

Serão apresentados, a seguir, apenas os pontos específicos ao transporte cicloviário da lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997), que institui o Código de Trânsito Brasileiro (versão de 8 de março de 2007).

Capítulo II - Do sistema nacional de trânsito

Seção I - Disposições gerais

Art. 21. Compete aos órgãos e entidades executivos rodoviários da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, no âmbito de sua circunscrição:

II - planejar, projetar, regulamentar e operar o trânsito de veículos, de pedestres e de animais, e promover o desenvolvimento da circulação e da segurança de ciclistas;

Art. 24. Compete aos órgãos e entidades executivos de trânsito dos Municípios, no âmbito de sua circunscrição:

II - planejar, projetar, regulamentar e operar o trânsito de veículos, de pedestres e de animais, e promover o desenvolvimento da circulação e da segurança de ciclistas;

XVII - registrar e licenciar, na forma da legislação, ciclomotores, veículos de tração e propulsão humana e de tração animal, fiscalizando, autuando, aplicando penalidades e arrecadando multas decorrentes de infrações;

XVIII - conceder autorização para conduzir veículos de propulsão humana e de tração animal;

Capítulo III - Das normas gerais de circulação e conduta

Art. 29. O trânsito de veículos nas vias terrestres abertas à circulação obedecerá às seguintes normas:

§ 2º Respeitadas as normas de circulação e conduta estabelecidas neste artigo, em ordem decrescente, os veículos de maior porte serão sempre responsáveis pela segurança dos menores, os motorizados pelos não motorizados e, juntos, pela incolumidade dos pedestres.

Art. 38. Antes de entrar à direita ou à esquerda, em outra via ou em lotes lindeiros, o condutor deverá:

Parágrafo único. Durante a manobra de mudança de direção, o condutor deverá 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.

Art. 58. Nas vias urbanas e nas rurais de pista dupla, a circulação de bicicletas 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.

Parágrafo único. A autoridade de trânsito com circunscrição sobre a via poderá autorizar a circulação de bicicletas no sentido contrário ao fluxo dos veículos automotores, desde que dotado o trecho com ciclofaixa.

Art. 59. Desde que autorizado e devidamente sinalizado pelo órgão ou entidade com circunscrição sobre a via, será permitida a circulação de bicicletas nos passeios.

Capítulo IV - Dos pedestres e condutores de veículos não motorizados

Art. 68. É assegurada ao pedestre a utilização dos passeios ou passagens apropriadas das vias urbanas e dos acostamentos das vias rurais para circulação, podendo a autoridade competente permitir a utilização de parte da calçada para outros fins, desde que não seja prejudicial ao fluxo de pedestres.

§ 1º O ciclista desmontado empurrando a bicicleta equipara-se ao pedestre em direitos e deveres.

Seção II - Da segurança dos veículos

Art. 105. São equipamentos obrigatórios dos veículos, entre outros a serem estabelecidos pelo CONTRAN:

VI - para as bicicletas, a campainha, sinalização noturna dianteira, traseira, lateral e nos pedais, e espelho retrovisor do lado esquerdo.

Capítulo XIV - Da habilitação

Art. 141.

§ 1º A autorização para conduzir veículos de propulsão humana e de tração animal ficará a cargo dos Municípios.

Capítulo XV - Das infrações

Art. 181. Estacionar o veículo:

VIII - no passeio ou sobre faixa destinada a pedestre, sobre ciclovia ou ciclofaixa, bem como nas ilhas, refúgios, ao lado ou sobre canteiros centrais, divisores de pista de rolamento, marcas de canalização, gramados ou jardim público:

Infração - grave;

Penalidade - multa;

Medida administrativa - remoção do veículo;

Art. 193. Transitar com o veículo em calçadas, passeios, passarelas, ciclovias, ciclofaixas, ilhas, refúgios, ajardinamentos, canteiros centrais e divisores de pista de rolamento, acostamentos, marcas de canalização, gramados e jardins públicos:

Infração - gravíssima;

Penalidade - multa (três vezes).

Art. 201. Deixar de guardar a distância lateral de um metro e cinquenta centímetros ao passar ou ultrapassar bicicleta:

Infração - média;

Penalidade - multa.

Art. 211. Ultrapassar veículos em fila, parados em razão de sinal luminoso, cancela, bloqueio viário parcial ou qualquer outro obstáculo, com exceção dos veículos não motorizados:

Infração - grave;

Penalidade - multa.

Art. 214. Deixar de dar preferência de passagem a pedestre e a veículo não motorizado:

I - que se encontre na faixa a ele destinada;

II - que não haja concluído a travessia mesmo que ocorra sinal verde para o veículo;

III - portadores de deficiência física, crianças, idosos e gestantes:

Infração - gravíssima;

Penalidade - multa.

IV - quando houver iniciado a travessia mesmo que não haja sinalização a ele destinada;

V - que esteja atravessando a via transversal para onde se dirige o veículo:

Infração - grave;

Penalidade - multa.

Art. 220. Deixar de reduzir a velocidade do veículo de forma compatível com a segurança do trânsito

XIII - ao ultrapassar ciclista:

Infração - grave;

Penalidade - multa;

Art. 255. 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:

Infração - média;

Penalidade - multa;

Medida administrativa - remoção da bicicleta, mediante recibo para o pagamento da multa.

Capítulo XX - Disposições finais e transitórias

Art. 338. As montadoras, encarregadoras, os importadores e fabricantes, ao comerciarem veículos automotores de qualquer categoria e ciclos, são obrigados a fornecer, no ato da comercialização do respectivo veículo, manual contendo normas de circulação, infrações, penalidades, direção defensiva, primeiros socorros e Anexos do Código de Trânsito Brasileiro.

Anexo I - Dos conceitos e definições

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.

Bicicleta - veículo de propulsão humana, dotado de duas rodas, não sendo, para efeito deste Código, similar à motocicleta, motoneta e ciclomotor.

Bicicletário - local, na via ou fora dela, destinado ao estacionamento de bicicletas.

Ciclo - veículo de pelo menos duas rodas a propulsão humana.

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.

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.

O trabalho de Gondim (2001) estudou as legislações de Fortaleza, Recife, Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre (leis de diretrizes, leis do parcelamento do solo, leis do uso do solo, leis do sistema viário, leis complementares, etc). Segundo esta autora, o município do Rio de Janeiro foi o único que considerava a circulação de bicicletas em todas as vias, demarcando ciclovias em ruas arteriais e ciclofaixas em ruas coletoras e locais. Os demais municípios estudados não apresentavam indicações sobre o sistema cicloviário, com exceção de Recife que incluía ciclovias apenas nas vias arteriais.