

FOCO NO CICLOVIÁRIO

Evolução e Estratégias em São Paulo, no Brasil e no Mundo

Diretoria Adjunta de Sinalização e Tecnologia – DS
Superintendência de Tecnologia – STE
Gerência de Planejamento e Projetos Tecnológicos – GPT
Departamento de Desenvolvimento de Tecnologias – DDT

Junho 2023



FICHA TÉCNICA

Prefeitura do Município de São Paulo

Bruno Covas (*in memoriam*)

Ricardo Nunes

Secretaria Municipal de Mobilidade e Trânsito

Celso Gonçalves Barbosa

Companhia de Engenharia de Tráfego - CET

Presidência

Jair de Souza Dias

Chefia de Gabinete da Presidência

Edenir de Souza Carvalho Simões

Diretoria de Operações

Hemilton Tsuneyoshi Inouye

Diretoria Administrativa e Financeira

Rafael Rodrigues de Oliveira

Diretoria Adjunta de Sinalização e Tecnologia

Eduardo Cavali Jorge

Diretoria de Representação

Marcelo Moraes Isiama

Diretoria Adjunta de Planejamento e Projeto

Valtair Ferreira Valadão

Boletim Técnico 64

Superintendência de Tecnologia – STE

Eder Carlos de Souza

Gerência de Planejamento e Projetos Tecnológicos – GPT

Wladimir Sanches Caruso

Departamento de Desenvolvimento de Tecnologias – DDT

Wilson Vargas Toledo

Pesquisa e Elaboração de texto

Cláudio Pires e Albuquerque de Souza

Alexandre Francisco Santos

Caio Roberto Ferreira Nahas

Denise Lima Lopes

José Antonio Dias Pedroso do Carmo

Marcelo Antonio Fernandes

Marcio Antonio Anselmo

Nilvio André Tarricone

Paulo Seiti Ueta

Radhemar Amatuzzi

Sun Hsien Ming

Tadeu Leite Duarte

SOUZA, Cláudio Pires e Albuquerque de et al.

Foco no Cicloviário: Evolução e Estratégias em São Paulo, no Brasil e no Mundo / Cláudio Pires e Albuquerque de Souza et al., São Paulo, 2023

213 p.: il. color.

Companhia de Engenharia de Tráfego

Boletim Técnico da CET, 64

1. Bicicleta. 2. Sinalização. 3. Semáforo. 4. Ciclista. 5. Engenharia de tráfego. 6. Tecnologia. 7. Segurança no trânsito. 8. Grupo focal.

I. Título.

A coleção
Boletins Técnicos,
publicada pela CET desde a
década de 1970, tem entre seus
principais objetivos divulgar estudos e
projetos de Engenharia de Tráfego, bem
como difundir os trabalhos produzidos pela
equipe técnica da CET.

O caráter inédito e o fato de serem
experiências de interesse nacional
tornaram a publicação uma referência
bibliográfica obrigatória e fonte de
ideias e subsídios para vários
órgãos de gestão de
trânsito.

JUNHO 2023

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
1. HISTÓRICO.....	10
1.1. EVOLUÇÃO DA INFRAESTRUTURA.....	19
1.2. EVOLUÇÃO DA SINALIZAÇÃO.....	22
2. INFRAESTRUTURA.....	33
2.1. PROJETO VIÁRIO.....	35
2.1.1. SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	40
2.1.2. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	43
2.1.3. INTERSEÇÕES.....	50
2.2. SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA – GRUPOS FOCAIS DE CICLISTA.....	51
2.2.1. PROGRAMAÇÃO SEMAFÓRICA COM CICLISTA.....	53
2.2.2. FOCO CIRCULAR.....	57
2.2.3. GRUPO FOCAL PEQUENO.....	59
2.2.4. GRUPO FOCAL QUADRADO.....	61
2.2.5. INTERAÇÃO DO CICLISTA COM PEDESTRE.....	61
2.2.6. COLUNA COM DOIS GRUPOS FOCAIS.....	63
2.2.7. INTERAÇÃO COM OUTROS GRUPOS FOCAIS.....	64
2.2.8. GRUPO FOCAL COM SETA.....	64
2.2.9. OUTROS.....	65
2.3. ESTRATÉGIAS.....	67
2.3.1. OTIMIZAÇÃO DA INTERSEÇÃO.....	68
2.3.1.1. RETENÇÃO AVANÇADA PARA CICLISTAS (<i>ADVANCED STOP LINE</i>).....	69
2.3.1.2. ÁREA DE ESPERA PARA CICLISTAS (<i>BIKE BOX</i> OU <i>CYCLE POCKET</i>).....	69
2.3.1.3. VERDE ANTECIPADO PARA CICLISTAS.....	71
2.3.1.4. VERDE SIMULTÂNEO PARA CICLISTAS.....	72
2.3.1.5. BOTOEIRA E LAÇOS PARA CICLISTAS.....	73
2.3.1.6. DESCANSO DE MÃO E PÉ.....	75
2.3.1.7. TRATAMENTO NA FASE VERMELHA.....	75
2.3.1.8. DESVIOS EM VIAS CICLÁVEIS.....	78
2.3.1.9. DEMARCAÇÃO E CANALIZAÇÃO EM INTERSEÇÕES.....	79
2.3.1.10. CONVERSÃO À ESQUERDA.....	80
2.3.1.11. SEMÁFOROS ESPECIAIS.....	82

2.3.1.12.	PROGRAMAÇÃO FAVORÁVEL AO CICLISTA	85
2.3.1.13.	SEMÁFOROS DINÂMICOS	88
2.3.2.	INTERSEÇÃO PROTEGIDA	90
2.3.3.	INTERVENÇÕES EM INFRAESTRUTURA	92
2.3.3.1.	CONVERSÕES COM CICLISTAS	94
2.3.3.2.	MODERAÇÃO DE TRÁFEGO (<i>TRAFFIC CALMING</i>)	100
2.3.3.3.	PARADAS DE ÔNIBUS	104
2.4.	SEGURANÇA DO CICLISTA: SINALIZAÇÃO, EQUIPAMENTOS E FATOR HUMANO	110
2.4.1.	COMPORTAMENTO NO TRÂNSITO	115
2.4.1.1.	COMPORTAMENTO EM INTERSEÇÕES SEMAFORIZADAS	116
2.4.1.2.	EDUCAÇÃO	119
2.4.2.	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO: DO VEÍCULO E INDIVIDUAL	121
2.4.3.	ESTATÍSTICAS RELACIONADAS AOS CICLISTAS	125
2.4.3.1.	FATALIDADES DE CICLISTAS NO TRÂNSITO AO REDOR DO MUNDO	125
2.4.3.2.	ESTATÍSTICAS NACIONAIS	132
2.4.3.3.	ESTATÍSTICAS DA CIDADE DE SÃO PAULO	136
2.5.	CONTROVÉRSIAS	139
3.	LEGISLAÇÃO E NORMAS	152
3.1.	LEGISLAÇÃO E MANUAIS BRASILEIROS	152
3.1.1.	LEGISLAÇÃO E MANUAIS NA CIDADE DE SÃO PAULO	156
3.2.	MANUAIS E PUBLICAÇÕES TÉCNICAS INTERNACIONAIS	158
4.	PESQUISA INTERNACIONAL – GRUPO FOCAL DE CICLISTAS NO MUNDO	172
4.1.	RESULTADOS DA PESQUISA	176
4.1.1.	MOVIMENTO DE CICLISTA COM OS VEÍCULOS	176
4.1.2.	MOVIMENTO DE CICLISTA COM O PEDESTRE	181
4.1.3.	RESUMO DO LEVANTAMENTO	186
	CONCLUSÃO	187
	GLOSSÁRIO	189
	BIBLIOGRAFIA	194

INTRODUÇÃO

Certa vez, alguém perguntou a um morador de Amsterdã quantos ciclistas havia na cidade, conhecida pelo grande número de bicicletas.

– Nenhum.

– Nenhum?

– Nenhum. Na cidade temos médicos, vendedores, professores, advogados, estudantes, que, por acaso, usam bicicletas quando precisam se deslocar de um lugar a outro.

O que o morador quis dizer é que, vistos de fora, os ciclistas parecem um grupo homogêneo, seja de esportistas, cicloativistas ou qualquer outro. De fato, não há muito em comum entre pessoas que desejam se deslocar ao trabalho, à escola, para entregar uma pizza ou pelo simples prazer de pedalar, a não ser o fato de usarem a bicicleta em algum momento do seu dia. A mesma coisa se pode dizer de motoristas, mas dificilmente alguém pensará neles como um grupo homogêneo com ideais e objetivos comuns. É que, quase sempre, as cidades surgiram ou se expandiram em torno do automóvel. Qualquer outro modo de transporte individual seria considerado “excêntrico” ou uma “modinha passageira”.

De fato, em muitos lugares do mundo, o ciclista é visto – principalmente por motoristas – como uma espécie de corpo estranho na via, que não tem o direito de estar ali, ocupando um espaço que deveria ser dos carros. São muitos os relatos de ciclistas que são tratados intencionalmente de forma agressiva por parte de alguns motoristas, passando rente a eles ou ameaçando jogá-los para fora da pista.

Felizmente, esta mentalidade começou a mudar nos longínquos anos 1970, na já citada Amsterdã e em outras cidades da Holanda, Alemanha, Dinamarca e outros países do norte da Europa, mas que só ganhou grande impulso no resto do mundo décadas depois. Os gestores destas cidades perceberam que os ciclistas não se sentiriam encorajados a usar as ruas de suas cidades se não houvesse uma infraestrutura que lhes oferecesse segurança e fluidez. Mas como convencer a população em geral – e os motoristas em particular – a utilizar verbas públicas e, pior, sacrificar o precioso espaço dos carros, em nome de uns poucos ciclistas? Parafraseando um filme que seria lançado anos depois: “Construa, e eles virão”¹.

E eles vieram.

Junto com *eles*, os ciclistas, veio a necessidade de se organizar a nova infraestrutura cicloviária, especialmente a sinalização, a exemplo do que já existia com os demais veículos e pedestres. Este Boletim Técnico tem o objetivo de identificar e divulgar o que já existe e o que tem sido feito no mundo em relação à sinalização cicloviária, em especial os grupos focais específicos para ciclistas, **sem, necessariamente, endossar ou avalizar o que é feito em outras cidades ou países.**

O Capítulo 1 apresenta um breve histórico da evolução de bicicletas e redes cicloviárias, como a infraestrutura e a sinalização. O Capítulo 2 trata de projetos de infraestrutura cicloviária, como sinalização, semáforos, estratégias, segurança e controvérsias. O Capítulo 3 resume diversas publicações, entre leis, normas e manuais, no Brasil e no exterior, a respeito do uso de bicicletas. O Capítulo 4 mostra sua aplicação prática, por meio de um levantamento estatístico baseado no relatório fotográfico de 150 cidades do mundo, apresentado no Anexo A. Finalmente, dúvidas sobre a terminologia técnica usada poderão ser esclarecidas no Glossário, ao final do Boletim.

¹ No original “If you build it, he will come” (“Se você o construir, ele virá”), do filme “O Campo dos Sonhos” (*Field of Dreams*. Universal Pictures, 1989)

1. HISTÓRICO

Embora existam desenhos atribuídos a Leonardo da Vinci (1452–1519) ou a algum de seus alunos, não há comprovação histórica de que o polímata florentino tenha sido o primeiro a projetar uma bicicleta. O primeiro projeto comprovadamente executado é de 1817, criado pelo barão alemão Karl von Drais (1785–1851). Von Drais chamou seu invento de *máquina de correr*, mas ficou mais conhecida como *draisienne* ou *velocípede*. A tração era feita com os pés no chão, já que não dispunha de pedais, mas já contava com uma espécie de guidão e freios rudimentares.



CLÁUDIO P. E. A. DE SOUZA/ MUSEU CASA LAMBRETTA, MILÃO, ITÁLIA

Figura 1: Velocípede italiano da década de 1820.

Após um sucesso inicial e posterior desinteresse, o uso de bicicletas passou por diversas ondas de popularidade ao longo dos últimos duzentos anos, geralmente associadas a aperfeiçoamentos tecnológicos. Por exemplo, nos anos 1860, com o surgimento de rodas revestidas de borracha maciça e dos pedais na roda dianteira, desenvolvidos na década anterior pelo carpinteiro alemão Philipp Moritz Fischer (1812–90), na Baviera, permitindo que o ciclista conduzisse sem precisar tocar o chão com os pés. Este modelo teve algum sucesso comercial, mas logo evoluiu para a chamada *bicicleta de roda alta* ou *penny-farthing*, numa referência a duas moedas inglesas que tinham grande diferença de tamanho. Esta configuração permitia que fosse muito mais veloz do que o velocípede de Fischer, porém mais insegura, pois era mais difícil manter o equilíbrio e fazer curvas numa bicicleta tão alta (Figura 2).

MUSEU REICHSDORF, GOCHSHEIM/ LOPES D. L.



HISTORY PRESS / LOPES D. L.

Figura 2: Esq.: velocípede de Fischer (c. 1853) e bicicleta “penny-farthing” (anos 1860).

Mas a principal evolução ocorreu nos anos 1890, com a chamada “bicicleta de segurança”, graças à invenção do sistema de transmissão por corrente e catraca, que permitia rodas dianteiras menores e melhor tração, além de pneus de borracha com câmara de ar, criando o modelo para as bicicletas atuais, sendo um grande sucesso comercial. Nos anos seguintes, o surgimento do automóvel e a redução de

distâncias causada pela crescente urbanização reduziram o interesse por bicicletas, restritas a parcelas mais pobres da população e a crianças.

Nos anos 1920–30, o interesse por bicicletas é renovado. Seus preços são acessíveis a grande parte da população, ao contrário do automóvel, ainda um privilégio para poucos. O transporte público já era bem desenvolvido, mas ainda relativamente caro. Ao mesmo tempo, a Europa continental se urbanizava rapidamente desde o final do século XIX; o número de habitantes das cidades aumentou, com a concentração simultânea das atividades econômicas, sociais, políticas e culturais. De maneira geral, esse processo de urbanização teve um efeito positivo no uso da bicicleta.

A Figura 3 mostra o resultado de um estudo² sobre a evolução no uso de bicicletas ao longo do século XX em nove cidades da Europa com tradição neste tipo de transporte. Em todas as cidades estudadas – até a década de 1950, um declínio na década de 1960 e uma estabilização ou aumento gradual a partir de meados da década de 1970. O declínio no uso de bicicletas nos anos 1950–60 está diretamente relacionado à recuperação econômica do continente no pós-guerra, com o aumento na produção de automóveis – com correspondente redução do preço. As cidades antigas, de ruas estreitas, optaram por ampliar suas vias, demolindo prédios e praças para criar estacionamentos, abrindo espaço para os novos veículos e, conseqüentemente, dificultando a vida dos ciclistas.

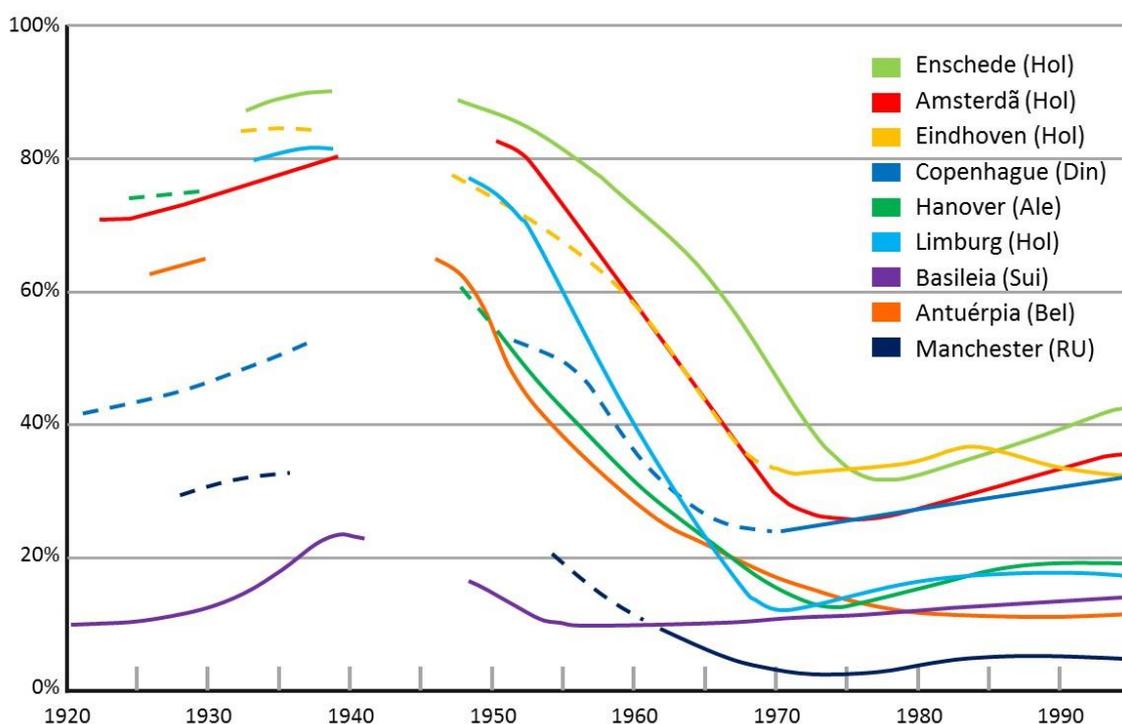


Figura 3: Distribuição modal de bicicletas em algumas cidades europeias ao longo do século XX (as linhas tracejadas são linhas de tendência e o trecho sem dados corresponde à Segunda Guerra Mundial).

[Fonte: BRUHEZE e VERAART]

O processo de urbanização, que nas primeiras décadas do século favoreceu a popularização das bicicletas, agora, com o automóvel, transformava-se em processo de “suburbanização”, com a população deslocando-se para mais longe dos centros urbanos, tornando maiores as distâncias a serem percorridas

² BRUHÈZE, Adri Albert de la; VERAART, Frank. Fietsverkeer in praktijk en beleid in de twintigste eeuw. 1999.

de bicicleta entre as zonas residenciais, nos subúrbios, e os centros das cidades. Soma-se a isso o pouco interesse das autoridades locais em investirem em infraestrutura cicloviária e a visão geral de que a bicicleta era coisa do passado, dos mais pobres, e que atrapalhava o trânsito dos carros, estes sim, representantes da “modernidade”.

O período entre 1965–75, no entanto, viu crescer uma nova onda de popularidade de bicicletas por vários motivos, como o surgimento do câmbio de várias velocidades, maior preocupação com a saúde, maior consciência ambiental com interesse por um veículo não poluente e os choques do petróleo dos anos 1970. Além disso, o interesse dos nascidos após a II Guerra Mundial que chegavam à idade adulta fez com que, pela primeira vez desde os anos 1890, quase metade da produção de bicicletas fosse de modelos destinados a adultos. O aumento contínuo da frota de automóveis levou, inevitavelmente, a um aumento dos congestionamentos e, especialmente, a partir dos anos 1980, os cidadãos e os planejadores urbanos passam a dar a devida atenção às bicicletas como forma de redução de congestionamentos e da poluição do ar, e conseqüente melhoria da qualidade de vida.

Uma nova onda surge no século XXI, causada por uma maior preocupação ambiental e de saúde e pelos crescentes congestionamentos de automóveis nas grandes cidades. Também contribuíram o surgimento de novas tecnologias ou o aperfeiçoamento de outras, como as bicicletas elétricas e o compartilhamento de bicicletas por aplicativo. Incidentes fortuitos, como os atentados terroristas que paralisaram o transporte público de Londres³ em 2005 e a pandemia de covid-19 em 2020/21, fizeram aumentar o interesse por bicicletas.

A pandemia de covid-19 provocou um grande aumento no uso de bicicletas no mundo por vários motivos, como evitar a aglomeração no transporte público, manter a saúde física e mental durante o confinamento, poder pedalar com mais segurança, devido à redução de carros nas ruas, além do uso profissional, com o aumento da demanda por entregas de mercadorias e comida. Na Europa, o aumento da procura por bicicletas chegou a resultar em falta de estoque de alguns fabricantes. Na União Europeia, até março de 2021, 42 das 94 maiores cidades anunciaram alguma medida em favor de ciclistas, investindo mais de um bilhão de euros desde o início do surto, com mais de mil quilômetros de ciclovias implantados⁴.

Segundo a Federação Europeia de Ciclistas⁵, mais de 1 400 quilômetros de infraestrutura cicloviária haviam sido implantados até março de 2021 como medidas decorrentes da pandemia (Figura 4), divididos em ciclovias/ciclofaixas (77%), *traffic calming* e redução de trânsito (18%), vias sem carros (4%) e alargamento de calçadas (1%).

Nos Estados Unidos, segundo o serviço de rastreamento de varejo do grupo NPD⁶, as vendas de bicicletas em março de 2020 dispararam, se comparadas com março do ano anterior, com um aumento de 121% nas bicicletas de lazer, 85% nas bicicletas elétricas e 66% nas bicicletas urbanas e esportivas. Na Alemanha, o aumento no faturamento com vendas de bicicletas em 2020 foi 52% maior do que no ano anterior e de 225%, se comparado com 2013⁷. As bicicletas elétricas foram responsáveis por grande parte deste aumento: em 2013, respondiam por apenas 10% do total de 3,8 milhões de bicicletas vendidas no ano; em 2020, sua participação representava quase 40% do total de 5,1 milhões de bicicletas vendidas⁸.

³ BIKE boom. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2020.

⁴ McCARTHY, Niall. How Covid-19 Boosted Cycling Investment In Europe In: Statista, Oct. 2020.

⁵ EUROPEAN Cyclists Federation. Cycling Beyond the Crisis – COVID-19 measures tracker. Mar, 2021.

⁶ RICHTER, Felix. COVID-19 Pandemic Fuels Bicycle Boom. In: Statista, May 2020.

⁷ STATISTA Research Department. Sales value of bicycles and e-bikes in Germany from 2013 to 2020. Mar, 2021.

⁸ STATISTA Research Department. Number of bicycles and e-bikes sold in Germany from 2013 to 2020. Mar, 2021.

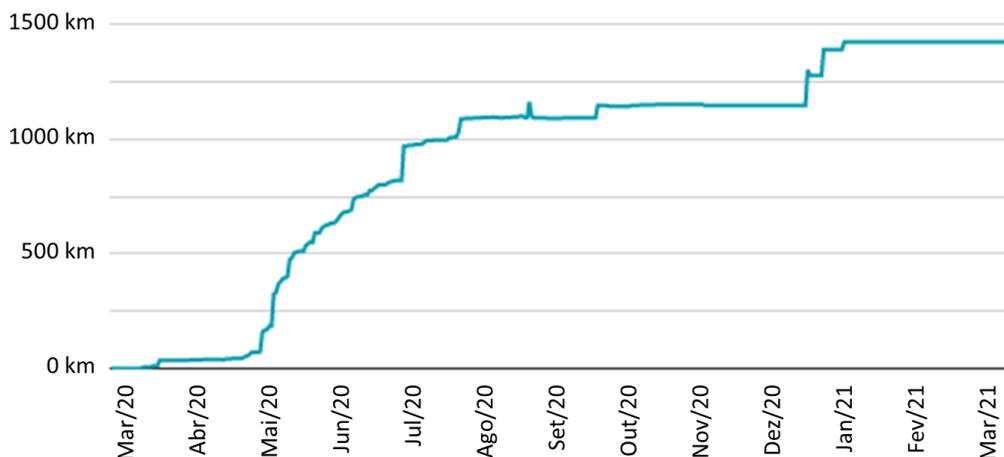


Figura 4: Infraestrutura cicloviária implantada na União Europeia em decorrência da pandemia.
[Fonte: European Cyclists Federation]

Também no Brasil, a pandemia de covid-19 teve impacto no uso de bicicletas⁹. De acordo com a Associação Brasileira do Setor de Bicicletas (Aliança Bike), o país teve um aumento nas vendas de bicicletas de 50% em 2020, comparado com 2019. Em São Paulo, este aumento foi ainda maior: 66%. As vendas de bicicletas elétricas também tiveram um importante aumento logo no início da pandemia; segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares (Abraciclo), as vendas em fevereiro de 2020 aumentaram em mais de 100%, se comparadas ao mesmo mês em 2019. O uso de bicicletas compartilhadas na cidade também teve aumento: foi de 150% no período de abril a novembro, segundo a Tembici, programa de compartilhamento ligado a um grande banco. No sentido contrário, a produção de bicicletas no Brasil caiu 27,7% em 2020, segundo a Abraciclo. O principal motivo foi a falta de peças, causada pelas dificuldades de importação durante a pandemia, já que grande parte da produção nacional de bicicletas depende de peças vindas da China, Taiwan e Indonésia.

Atualmente a Organização das Nações Unidas reconhece a existência de 193 países independentes. Com a ferramenta Bicycle Facilities¹⁰, da empresa francesa Geovelo, foi possível fazer o levantamento da evolução da estrutura cicloviária nestes países nos últimos anos. As vias cicláveis consideradas incluem ciclovias, vias compartilhadas com pedestres, ciclofaixas de mão única e mão dupla e faixas compartilhadas com ônibus. Nesta lista, há países com extensões cicloviárias muito pequenas, que poderiam levar a distorções na análise dos resultados. Por este motivo, consideramos relevantes apenas aqueles países com extensão superior a 500 km, resultando em uma lista de 64 países, relacionados na Tabela 1.

⁹ VIEIRA, Bárbara Muniz. Capital paulista tem aumento de 66% nas vendas de bicicletas em 2020, diz associação. 2021.

¹⁰ BICYCLE Facilities. Ferramenta online da empresa Geovelo.

Tabela 1: Os países com as maiores extensões cicloviárias. [Fonte: Geovelo, nov. 2022]

Posição	País	Extensão de vias (km)	Posição	País	Extensão de vias (km)
1	Estados Unidos	310 034	33	Irlanda	3 698
2	Alemanha	195 225	34	Portugal	3 430
3	Austrália	129 130	35	Colômbia	3 426
4	França	78 965	36	Lituânia	3 163
5	Holanda	72 039	37	Eslováquia	2 451
6	Canadá	54 827	38	Filipinas	2 068
7	Reino Unido	50 610	39	Belarus	2 058
8	Suécia	48 587	40	Equador	1 994
9	Finlândia	46 437	41	Romênia	1 968
10	Itália	38 513	42	Eslovênia	1 881
11	Polônia	37 081	43	Croácia	1 767
12	Bélgica	34 899	44	Índia	1 702
13	China	32 526	45	Turquia	1 680
14	Dinamarca	30 083	46	Letônia	1 643
15	Brasil	26 210	47	Ucrânia	1 622
16	Nova Zelândia	25 872	48	Tailândia	1 504
17	Espanha	22 581	49	Indonésia	1 466
18	Noruega	21 093	50	Catar	1 357
19	Japão	20 431	51	Islândia	1 294
20	Áustria	14 165	52	Sérvia	1 252
21	Coreia do Sul	10 992	53	Singapura	1 235
22	Chile	10 400	54	Peru	1 225
23	Hungria	9 794	55	Malásia	1 206
24	Suíça	9 357	56	Irã	964
25	Argentina	8 589	57	Luxemburgo	949
26	Rep. Checa	8 320	58	Emirados Árabes Un.	910
27	Israel	5 713	59	Bulgária	733
28	Rússia	4 881	60	Vietnã	711
29	Taiwan	4 662	61	Uruguai	678
30	México	4 592	62	Grécia	654
31	África do Sul	4 077	63	Bolívia	582
32	Estônia	3 797	64	Tanzânia	521

Se, no entanto, levarmos em conta a extensão territorial de cada país, a classificação fica bem diferente (por este critério, o Brasil passa da posição 15 em extensão total para a posição 51 de 64, considerando sua extensão territorial, com 3,1 km/1000 km²):

Tabela 2: Países com as maiores extensões de vias para ciclistas em relação ao tamanho do território.

[Fonte: Geovelo, nov. 2022]

Posição	País	Extensão de via por área (km/1000 km ²)
1	Holanda	1 721
2	Singapura	1 696
3	Bélgica	1 143
4	Dinamarca	698
5	Alemanha	547
6	Luxemburgo	367
7	Israel	275
8	Suíça	227
9	Reino Unido	209
10	Áustria	169
11	França	145
12	Finlândia	137
13	Taiwan	129
14	Itália	128
15	Polônia	119

Note-se que, dos oito primeiros, sete são países de pequena extensão territorial. Se levarmos em conta a população de cada país, a classificação será a seguinte (por este critério, o Brasil ocupa a 42ª posição em 64, com 0,123 km/1000 hab.):

Tabela 3: Países com as maiores extensões de vias para ciclistas em relação à população.

[Fonte: Geovelo, nov. 2022]

Posição	País	Extensão de via por 1000 habitantes (km/1000 hab.)
1	Finlândia	8,44
2	Dinamarca	5,15
3	Nova Zelândia	5,07
4	Austrália	5,02
5	Suécia	4,68
6	Holanda	4,11
7	Noruega	3,92
8	Islândia	3,52
9	Bélgica	3,02
10	Estônia	2,86
11	Alemanha	2,35
12	Áustria	1,59
13	Luxemburgo	1,52
14	Canadá	1,43
15	França	1,18

Podemos perceber que alguns países se repetem nas três listas: Alemanha, Holanda (Países Baixos), França, Finlândia, Suécia, Bélgica e Dinamarca. Não por coincidência, são países que há mais tempo iniciaram os esforços para adaptar as suas cidades à bicicleta, em detrimento do automóvel.

Também podemos observar sob o ponto de vista do crescimento da extensão da rede nos últimos cinco anos nos cinco países com as maiores extensões.

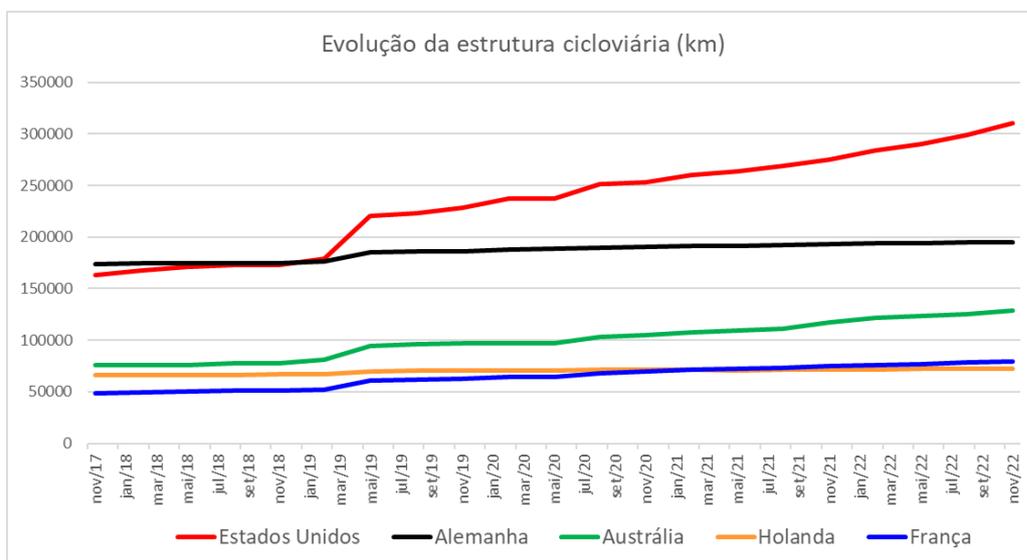


Figura 5: Extensão da rede cicloviária nos últimos 5 anos. [Fonte: Geovelo, nov. 2022]

Constatamos que Estados Unidos e Austrália passaram por um impulso a partir do início de 2019, enquanto os europeus se mantiveram mais ou menos estáveis, e que em novembro de 2018 os Estados Unidos ultrapassaram a Alemanha, assumindo a liderança mundial. Se, no entanto, em vez dos números absolutos, observarmos o crescimento proporcional, temos um resultado bem diferente:

Tabela 4: Crescimento proporcional da rede cicloviária em 5 anos. [Fonte: Geovelo, nov. 2022]

Posição	País	Crescimento entre 2017 e 2022
1	Islândia	1 291%
2	Catar	823%
3	Israel	402%
4	Belarus	358%
5	Turquia	306%
6	Bolívia	285%
7	Filipinas	257%
8	Nova Zelândia	201%
9	Peru	195%
10	China	174%
11	Letônia	173%
12	Rússia	149%
13	Brasil	149%
14	Sérvia	148%
15	Chile	133%

Podemos verificar que, ao contrário das tabelas anteriores, esta tem menor ocorrência de países europeus. A explicação pode estar na próxima tabela:

*Tabela 5: Crescimento proporcional da rede cicloviária em 5 anos – final da lista.
[Fonte: Geovelo, nov. 2022]*

Posição	País	Crescimento entre 2017 e 2022
50	Espanha	34%
51	Reino Unido	32%
52	Hungria	31%
53	Bélgica	29%
54	Áustria	27%
55	Suécia	26%
56	Croácia	25%
57	Tanzânia	22%
58	Dinamarca	15%
59	Finlândia	14%
60	Alemanha	12%
61	Holanda	9%
62	Luxemburgo	3%
63	Indonésia	2%
64	Equador	-3%

Com exceção de Tanzânia, Indonésia e Equador, todos são europeus. A explicação é simples: como muitos países europeus implantaram suas redes cicloviárias há mais tempo, já alcançaram uma certa estabilidade, como é o caso de países com longa tradição no uso de bicicletas, como Holanda, Dinamarca e Alemanha.

No Brasil, as capitais com as maiores malhas cicloviárias são:

*Tabela 6: Extensão da malha cicloviária nas capitais brasileiras.
[Fontes: MOBILIZE Brasil/G1, 2018].*

Posição	Cidade	Extensão de vias (km)
1	São Paulo	498,3
2	Brasília	465,0
3	Rio de Janeiro	458,0
4	Fortaleza	229,6
5	Salvador	213,5
6	Curitiba	204,5
7	Rio Branco	107,4
8	Goiânia	104,5
9	Florianópolis	96,2
10	Belém	90,5

Considerando-se a população de cada município, no entanto, a situação é bem diferente. É natural que cidades com grande população ocupem as posições mais baixas. São Paulo, por exemplo, ocupa a 19ª posição entre as 27 capitais, com 0,041 km de vias cicláveis por mil habitantes.

Tabela 7: Extensão da malha cicloviária nas capitais brasileiras em relação à população.
[Fontes: Mobilize Brasil/G1, 2018]

Posição	Cidade	Extensão de via por 1000 habitantes (km/1000 hab.)
1	Rio Branco	0,280
2	Florianópolis	0,198
3	Palmas	0,194
4	Brasília	0,153
5	Vitória	0,138
6	Boa Vista	0,120
7	Curitiba	0,107
8	Campo Grande	0,097
9	Aracaju	0,094
10	João Pessoa	0,088

1.1. EVOLUÇÃO DA INFRAESTRUTURA

Os aperfeiçoamentos tecnológicos das bicicletas no final do século XIX, antes da competição com os automóveis, fez aumentar o interesse por sua utilização em vias urbanas, apesar do preço ainda elevado. A bicicleta deixava de ser um passatempo para se tornar um meio de transporte. Mas seu uso crescente fez surgirem dúvidas quanto à segurança, especialmente em relação aos pedestres, o que gerou reações das autoridades locais. Em 1881, por exemplo, três ciclistas foram presos por trafegarem no Central Park de Nova York. Era um ato de protesto contra uma lei que proibia a circulação de bicicletas no parque. Uma testemunha chegou a afirmar que “aquela era a coisa mais perigosa já inventada, que assustava até os cavalos”¹¹. Esta preocupação fez com que várias cidades do mundo proibissem a circulação de bicicletas em algumas ruas. Por isso, em 1885, a pedido de ciclistas, a cidade de Utrecht construiu, na Maliebaan, a primeira ciclovia da Holanda e, provavelmente, do mundo. Ainda não se tratava da construção de uma ciclovia, mas uma antiga faixa de cascalho originalmente projetada para pedestres. A primeira via construída especificamente para ciclistas no país surgiria em 1896, na cidade de Nuenen. Em 1900, a Holanda já contava cerca de cem mil ciclistas.



Figura 6: Maliebaan, em Utrecht, a primeira ciclovia da Holanda, em 1900 (esq.) e em 2019.

Em junho de 1894, foi criada a primeira ciclovia dos Estados Unidos, ao se dividir uma via de pedestres da Ocean Parkway, na então cidade de Brooklyn (atualmente distrito de Nova York), com um limite de velocidade de 12 mph (19 km/h). A ciclovia ainda existe, mas é uma faixa compartilhada com os demais veículos. A primeira ciclovia construída especificamente para este fim no país, em 1900, era uma via elevada de madeira de 14 km construída ao longo de um rio sazonal. Ligava Pasadena a Los Angeles, na Califórnia, possuía iluminação em todo o seu curso e cobrava pedágio dos usuários. No entanto, a ciclovia não alcançou o sucesso esperado e foi demolida para a construção da via expressa Arroyo Seco Parkway, em 1940. Ainda no século XIX, foram construídas ciclovias em Bremen (1897) e Hamburgo (1899), na Alemanha. Em 1900, a cidade alemã de Lübek constrói ciclovias financiadas por uma taxa cobrada para a colocação de placas em bicicletas; a taxa foi extinta em 1919, mas a obrigação de usar placas permaneceu.

¹¹ GANELES, Jennifer; PRINGLE, Christopher; W Naomi. The Evolution of Bikes and Bike Lanes. 2014.

A popularização do automóvel nos anos seguintes tornou a disputa de espaço entre carros e bicicletas cada vez mais perigosa. O Poder Legislativo do estado de Nova Jersey, Estados Unidos, faz uma primeira tentativa de resolver conflitos entre bicicletas e outros veículos em 1888, no *Ato sobre o Uso de Bicicletas e Triciclos*¹², em que estabelece que bicicletas são “carruagens” e que ciclistas têm os mesmos direitos e estão sujeitos às mesmas restrições dos condutores de carruagem.



Figura 7: A California Cycle-Way, em 1900.

Uma observação do primeiro Congresso Viário Holandês, de 1920, diz: “Afim, a construção de ciclovias ao longo de ruas maiores alivia estas ruas de um elemento extremamente incômodo: o ciclista.”¹³ Na década de 1920 há uma grande expansão da rede cicloviária na Alemanha e, em 1926, seu uso torna-se obrigatório pelos ciclistas. Na década seguinte, redes de ciclovias são construídas na Holanda, Dinamarca, França, Suíça e Bélgica. Em meados da década de 1930, Londres constrói as primeiras ciclovias do Reino Unido.

Um comitê do Ministério dos Transportes britânico publicou, em 1938, o “Relatório de Acidentes com ciclistas” para tratar dos conflitos entre carros e bicicletas, com poucos resultados, como a exigência de luzes traseiras nas bicicletas à noite. O único ciclista membro do comitê chegou a se manifestar contra a construção de ciclovias, pois acreditava que sua construção iria induzir a um aumento da velocidade das bicicletas, aumentando o risco de acidentes, especialmente em cruzamentos com conversão para os veículos motorizados. No livro *Mixed Blessing*, de 1958, o professor e planejador urbano britânico sir Colin Buchanan (1907–2001) traça um cenário desalentador:

Os poucos esforços feitos para separar os ciclistas do tráfego motorizado falharam, as vias são inadequadas, o problema de como tratá-los em cruzamentos está completamente sem solução, e a atitude dos próprios ciclistas em relação a essas pistas reconhecidamente insatisfatórias não foi tão útil quanto poderia ter sido¹⁴.

Em 1965, o holandês Luud Schimmelpennink (1935) apresenta, em Amsterdã, a primeira tentativa de se introduzir um sistema de compartilhamento de bicicletas. O chamado Plano Bicicletas Brancas, arrecadou centenas de bicicletas pintadas de branco e espalhadas pela cidade para serem usadas gratuitamente por qualquer pessoa. O projeto, no entanto, teve pouco apoio governamental, mas serviu de inspiração para iniciativas semelhantes em várias cidades do mundo.

Em 1966, a cidade de Davis, na Califórnia, é a primeira no mundo a adotar a ciclofaixa, como um meio-termo entre proibir completamente os ciclistas e deixá-los inundar as ruas, atrapalhando os motoristas. Outras cidades de perfil universitário a seguiram, como Eugene e Madison (EUA), Groningen (Holanda), Odense (Dinamarca) e Stevenage (Reino Unido).

¹² ESTADO de Nova Jersey. An act in relation to the use of bicycles and tricycles, p. 184 (1.). 1888.

¹³ FRANKLIN, John. A History of Cycle Paths.

¹⁴ BUCHANAN, Colin. Mixed blessing: the motor in Britain. 1958.

Em Amsterdã, no início dos anos 1970, as bicicletas, que no começo do século dominavam a cidade, estavam fadadas a desaparecer, perdendo a batalha para os automóveis. E pagou um preço alto por isso. Em 1971, o número de mortos no trânsito da cidade chegou a 3 300, sendo 400 crianças. Movimentos de protesto surgiram no país, dos quais o mais célebre foi *Stop de Kindermoord* (parem com o massacre de crianças, em tradução livre). O movimento cresceu rápido, realizando protestos, ocupando locais de acidentes e fechando ruas para as crianças brincarem em segurança. Logo o movimento passou a ser subsidiado pelo governo e obteve resultados expressivos, como construção de ciclovias e fechamento de ruas para carros aos domingos, além de aumento de impostos e restrições à circulação e ao estacionamento de automóveis. Ter um carro passou a ser caro e inconveniente. Hoje a Holanda tem mais de 70 mil quilômetros de ciclovias e ciclofaixas¹⁵ um quarto das viagens é feito de bicicleta, chegando a 32% em Amsterdã e 33% em Groningen¹⁶. Movimentos semelhantes ocorreram em outros países, como a Dinamarca. Atualmente, 90% da população de Copenhague tem bicicleta e 37% a utilizam diariamente como meio de transporte. A capital dinamarquesa conta com 450 km de ciclovias e ciclofaixas e a prefeitura destina 25% do orçamento de transportes à manutenção destas vias.



Figura 8: Fotos da Sint Antoniesbreestraat em Amsterdã nos anos 1980, ainda dominada por carros, e em 2018.

Em São Paulo, a primeira ciclovia do Brasil foi implantada em 1976, na recém-inaugurada Av. Pres. Juscelino Kubitschek, mas foi desativada para a construção do túnel sob o rio Pinheiros em 1988. Tinha 1 800 metros de extensão, da rua Atílio Innocenti até a Marginal Pinheiros. Foi projetada originalmente para o lazer, mas também como alternativa de transporte diante dos choques do petróleo nos anos 1970. Nos anos 1980, vários projetos de redes cicloviárias foram elaborados, mas não executados, e as implantações na cidade só foram retomadas em meados dos anos 1990, passando por grande impulso cerca de vinte anos depois.



Figura 9: Primeira ciclovia de São Paulo, 1980.

¹⁵ GEOVELO, 2022.

¹⁶ Dados de Amsterdã: COYA, 2019; Groningen: FEIJTER/SCANMOVERS, 2019.; Copenhague: THE GUARDIAN, 2015.

1.2. EVOLUÇÃO DA SINALIZAÇÃO

Embora sinalizações de trânsito já existam desde o Império Romano, as primeiras placas de trânsito como conhecemos hoje (com exceção das usadas em ferrovias) surgiram no início do século XIX, e eram voltadas para ciclistas, já que as bicicletas surgiram antes dos automóveis. Em geral, serviam para alertar sobre curvas perigosas e ladeiras íngremes.

Semáforo veicular

Antes da invenção dos semáforos, o fluxo de veículos (de tração animal) era controlado por policiais. Em 1722, Londres já utilizava três policiais para manter o fluxo de veículos e animais no lado certo da Ponte de Londres.

Também em Londres, em dezembro de 1868, surge o primeiro semáforo de que se tem notícia¹⁷. Foi criado para organizar o fluxo de cavalos, carroças e carruagens na Ponte de Westminster, que forçavam os pedestres a caminhar próximo ao Parlamento. O projeto, adaptado da sinalização ferroviária pelo engenheiro britânico John Peake Knight (1828–86), combinava três braços semafóricos com lâmpadas a gás verdes e vermelhas para uso noturno, operados manualmente por policiais. O vermelho foi escolhido por representar perigo ou cautela; o verde era considerado uma cor tranquilizadora, associada emocionalmente à segurança. Antes de mudar o estado do semáforo, o policial soava um apito para alertar os transeuntes. Os braços estendidos na horizontal indicavam “Pare”, enquanto que, baixados num ângulo de 45°, sinalizavam “Atenção”. A experiência durou menos de um mês: um vazamento do gás de iluminação fez o semáforo explodir, ferindo o policial que o operava. Mais tarde, este tipo de semáforo ainda seria usado em várias cidades dos Estados Unidos, como Toledo, Filadélfia e Detroit, pelas primeiras duas décadas do século XX.

No início da era dos automóveis, trafegar pelas ruas das cidades americanas em constante crescimento era uma experiência caótica e perigosa, com a disputa de espaço entre pedestres, bicicletas, cavalos, carroças, bondes e os recém-chegados automóveis. Nas primeiras décadas do século XX já estava claro que algo precisava ser feito para organizar o fluxo e reduzir o número de acidentes nas ruas. A primeira



Figura 10: Cartaz da polícia de Londres de 1868 ensinando a usar o primeiro semáforo.

RICHARD MAYNE/ WIKIMEDIA COMMONS

¹⁷ PEDESTRIAN crossing. [Foto](#).

ilha central em vias foi implantada em San Francisco, em 1907, a primeira linha de divisão de pista em 1911, no estado de Michigan e a primeira placa de proibido virar à esquerda, na cidade de Buffalo, em 1916. Em 1908, o volante do lado esquerdo torna-se padrão nos carros americanos. Em 1912 um dispositivo de controle de tráfego é implantado em Paris; tratava-se de uma caixa de metal giratória de quatro lados, instalada no alto de uma torre, com os dizeres PARE em vermelho e SIGA em branco.

O semáforo com lâmpadas elétricas como conhecemos hoje foi desenvolvido em 1912, pelo policial americano Lester Wire (1887–1958) em Salt Lake City, Estados Unidos; era uma caixa de madeira feita a mão, com lâmpadas verdes e vermelhas, montada sobre um poste. Mas aquele que é considerado o primeiro a operar de forma regular foi implantado em Cleveland, em 1914. Tinha duas cores, vermelho e verde, e uma campainha para alertar sobre a mudança de cores e montado sobre quatro postes, um em cada esquina; era operado a partir de uma cabine, com circuitos construídos de forma a impedir verdes conflitantes. Em 1917, Salt Lake City já dispunha de semáforos conectados, que atuavam simultaneamente em seis cruzamentos a partir de um controle único, acionado por um policial em um dos cruzamentos. No mesmo ano, em Detroit, é patenteado o primeiro semáforo acionado automaticamente. Em 1922, a cidade de Houston já dispunha de semáforos automáticos interconectados e operando simultaneamente.



CLÁUDIO PIRES E A. DE SOUZA/ CET

Figura 11: Réplica do primeiro semáforo de Berlim, de 1924, na Potsdamer Platz. Era uma torre de cinco lados, para as cinco aproximações, com uma cabine no alto para o policial operador. À direita, é possível ver um grupo focal de pedestres com a figura tradicional do Ampelmann.

O semáforo de três cores e quatro lados sobre uma torre foi criado pelo policial americano William Potts (1883–1947) e instalado em Detroit e Nova York, em 1920. A ideia de incluir o amarelo, inspirada na sinalização ferroviária, foi para que o policial operador tivesse tempo de mudar os quatro lados do semáforo simultaneamente. O grupo focal ficava sobre uma cabine onde o operador se posicionava para poder observar todos os lados do complexo cruzamento. O Manual de Uniformização de Dispositivos de Controle de Tráfego para Ruas e Rodovias (*Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways* – MUTCD) da Administração Federal de Rodovias (*Federal Highway Administration* – FHWA) do Departamento de Transportes dos Estados Unidos (USDOT), em sua primeira edição, de 1935, estabelecia, nas seções 327 a 329, o grupo focal circular de três focos de oito polegadas (200 mm) de diâmetro como o padrão no país¹⁸.

¹⁸ MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways). Nov. 1935.

Nos anos seguintes, várias cidades passaram a adotar o sistema: Paris (1923), Berlim (1924), Milão (1925), Roma (1926), Londres (1927), Praga (1928), Barcelona (1930), Tóquio (1931) ...

Em São Paulo, o primeiro semáforo foi implantado em 1935, na chamada “Esquina da Porteira” (possivelmente avenida Rangel Pestana com atuais linhas 7 e 11 da CPTM), no Brás. Já contava com os três focos – verde, amarelo e vermelho –, e foi implantado pelo antigo Departamento de Serviço de Trânsito (DST).

Na época, havia várias *esquinas da porteira* ao longo dos cruzamentos em nível da antiga ferrovia São Paulo Railway (atual CPTM), construída no século XIX, com as várias ruas que começavam a se formar com a expansão da cidade para o leste. Quem quisesse passar, de carro, ônibus, bonde ou a pé, do centro da cidade para os distantes bairros “além porteira”, como Brás, Penha e São Miguel Paulista, teria que aguardar até dez minutos pela abertura das porteiras ou do semáforo. Como a Av. Rangel Pestana ficava perto da antiga estação Norte (atual Brás), era preciso esperar não apenas a passagem dos trens, mas também suas manobras na estação. O problema só começou a ser resolvido em 1949, com a construção do viaduto do Gasômetro, e em 1968, com a construção do viaduto Alberto Marino, na própria avenida Rangel Pestana sobre a ferrovia.

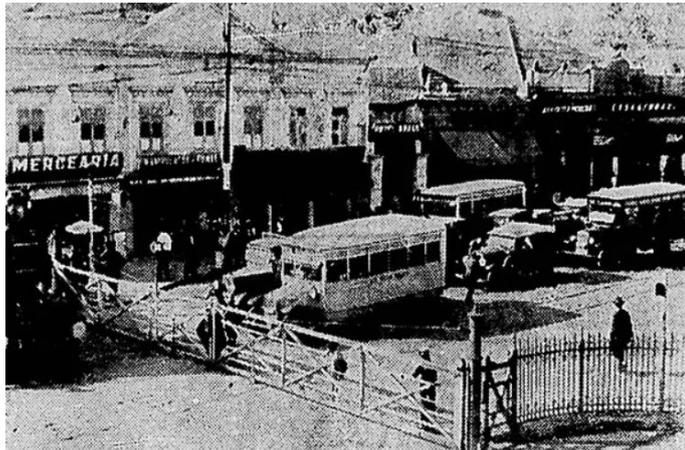


Figura 12: Porteira na Av. Rangel Pestana em 1934.

CORREIO PAULISTANO/ DOUGLAS NASCIMENTO

Em 1928, é implantado em Baltimore, Estados Unidos, um semáforo atuado por som, desenvolvido pelo engenheiro americano Charles Adler Jr. O motorista, parado no vermelho de uma transversal de uma via principal, usava a buzina do carro, captada por um microfone, para acionar a fase verde.

Nos anos 1950, surgem os primeiros sistemas computadorizados de detecção de veículos em cruzamentos semaforizados; os veículos eram detectados por meio de placas com sensores de pressão instalados no pavimento. Na década seguinte, nos Estados Unidos, computadores já conseguem monitorar o tráfego e controlar remotamente os tempos do semáforo de forma mais eficiente. Nos anos 1990, os grupos focais com contadores regressivos para pedestres popularizam-se. A partir da década de 2010, a chamada internet das coisas (IoT – Internet of Things), começa a ser utilizada na mobilidade urbana mundial, possibilitando que veículos possam se comunicar com outros elementos do viário, otimizando as viagens, e com potencial de transformar o setor de transportes, alterando profundamente a forma como os sistemas de trânsito coletam dados e informações, unindo as grandes tendências tecnológicas e comerciais para mobilidade, automação e análise de dados.

Semáforo de pedestre

Conforme mencionado anteriormente, o pioneiro semáforo de Knight, de 1868 foi criado para organizar os conflitos entre veículos e pedestres. Portanto, de certa forma, o primeiro semáforo veicular era também destinado a pedestres, apesar de que a informação de parar ou seguir era voltada para os veículos e não aos pedestres.



Figura 13: Semáforo de pedestre de 1914 em Cleveland, EUA.

No ano seguinte, a cientista irlandesa Mary Ward se tornaria a primeira vítima fatal de um acidente de automóvel. Não foi um atropelamento. Ward estava em um modelo experimental de carro a vapor quando foi lançada para fora em uma curva e atingida por uma das rodas do veículo. A primeira vítima fatal de atropelamento por automóvel de que se tem notícia foi Bridget Driscoll, em Londres, em 1896. Ela foi atingida por um carro a gasolina que fazia um percurso de demonstração a uma velocidade estimada entre 6 km/h e 12 km/h. Nas Américas, o primeiro caso documentado ocorreu em Nova York, em 1899. O corretor de imóveis Henry Bliss foi atropelado por um táxi com motor elétrico ao saltar de um bonde.

O primeiro semáforo criado especificamente para travessia de pedestres entrou em operação em Cleveland¹⁹, em agosto de 1914 e o primeiro da Europa foi instalado em Copenhague, em 1933. Em Berlim²⁰, em 1937, um semáforo veicular em escala reduzida foi adaptado para uso com pedestres.

Em 1920, é implantado, nos Estados Unidos, o primeiro semáforo sonoro para deficientes visuais, que usava uma campainha durante o verde do pedestre. Mas, seu uso nesta época foi esporádico, popularizando-se apenas a partir dos anos 1960 no Japão, Europa e Austrália.

Em 1929, Charles Adler Jr., o mesmo que criara o semáforo atuado por som no ano anterior, instala o primeiro semáforo de pedestre atuado por botoeira, em Baltimore, Estados Unidos. No ano seguinte, Adler Jr. também projetou um grupo focal para daltônicos, em que cada foco tinha uma forma geométrica diferente. Versões modernas deste grupo focal podem ser encontradas atualmente no Canadá (Figura 15).



Figura 14: Semáforo de pedestre em Berlim, década de 1930 ou 1940, já com pictograma.



Figura 15: Moderno semáforo para daltônicos em Halifax, Canadá, com foco quadrado (vermelho), losango (amarelo) e circular (verde).

¹⁹ DEKRA - On the safe side. History - Milestones in passenger transportation. 2017

²⁰ AMPELMANN. The history of pedestrian crossing lights.

Até este momento, os semáforos de pedestres não diferiam muito dos semáforos veiculares, a não ser pela direção para a qual estavam voltados, no sentido do movimento dos pedestres. Alguns tinham placas indicativas, mas não pictogramas ou outras indicações específicas nos focos. Um dos métodos adotados era acrescentar uma lâmpada ao semáforo veicular; quando estava acesa, todo o tráfego de veículos parava para que os pedestres pudessem atravessar em todas as direções, inclusive diagonalmente. Um artigo da revista *Public Safety*, de 1934, descrevia um semáforo experimental desenvolvido pelo Dr. John Harriss, um antigo funcionário da Polícia, encarregado do tráfego de Nova York, e instalado em alguns cruzamentos da cidade. A Figura 16 mostra o desenho original do Dr. Harriss e a descrição dos seus quatro estágios de funcionamento:

- 1 - O tráfego veicular na via principal tem o direito de passagem (60 segundos);
- 2 - A travessia de pedestres acontece no cruzamento em todas as direções (20 segundos);
- 3 - O direito para o início da travessia é interrompido, mas permite que os pedestres na pista conclua a travessia (5 segundos);
- 4 - A transversal recebe seu direito de passagem e a travessia de pedestres é interrompida (35 segundos).

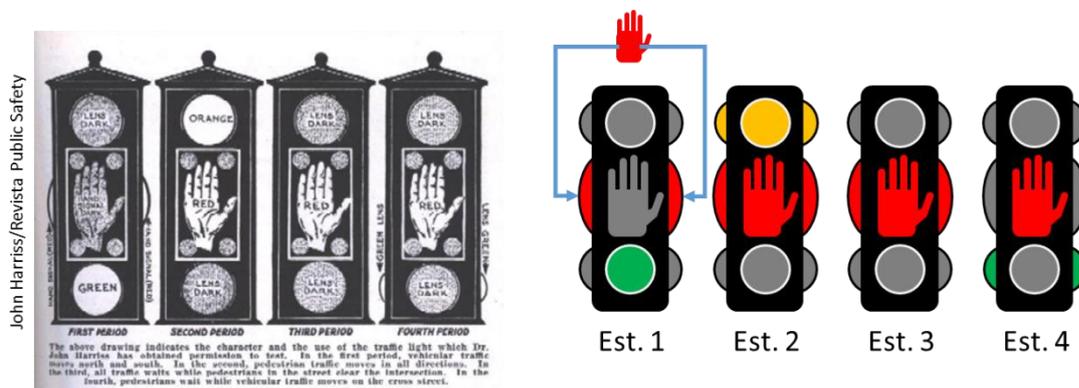


Figura 16: Semáforo de pedestre do Dr. John Harris, 1934. Esq. Desenho enviado à Prefeitura de Nova York para a solicitação de uso em teste; dir. Sequência de estágios. [Fonte: *Public Safety Magazine*]

Note-se que o pictograma da mão era direcionado ao motorista, e não aos pedestres, que deveriam seguir o foco amarelo. O terceiro estágio tem função semelhante ao atual vermelho intermitente.

Em dezembro do mesmo ano, a mesma revista informava sobre a implantação em Chicago de um sistema “revolucionário”, que incluía a indicação “WALK” (siga), geralmente branca ou roxa, para os pedestres, e a sincronização de semáforos em onda verde, o que, no entanto, só era possível em um dos sentidos da via. O já citado manual MUTCD de 1935, na seção 324, estabelecia o foco circular de oito polegadas com a inscrição “WALK” em branco sobre fundo preto. Algumas publicações da época mencionam o uso das indicações “WALK” e “WAIT” (aguarde) em 1938, mas, no ano seguinte, um artigo do jornal *The Evening Star*, de Washington menciona, pela primeira vez as famosas indicações “WALK” e “DON’T WALK” (não siga)²¹. Curiosamente, a palavra “DON’T” aparece escrita sem apóstrofo, pois os focos eram moldados com lâmpadas neon, o que dificultava a inclusão do símbolo. Em 1952, quando a cidade de Nova York passou



Figura 17: Foco WALK - DON'T WALK de Nova York.

²¹ WEINGROFF, Richard F. Where was the First Walk/Don't Walk Sign Installed? 2017.

a substituir os antigos focos de neon por lâmpadas incandescentes, as inscrições sem apóstrofo permaneceram e tornaram-se um dos símbolos da cidade. A partir da virada do século XXI estes grupos focais começaram a ser substituídos, em Nova York e em todo o país, por pictogramas de LED com uma mão vermelha ou laranja e um boneco branco, por razões econômicas e para facilitar a compreensão de não falantes de inglês.

Em 1949, a Convenção de Genebra para Sinalização Viária apresenta, pela primeira vez, a faixa de travessia de pedestres zebraada. O Reino Unido adota a faixa de travessia em 1951; desde 1934 até o final da década de 1960, vários países de influência britânica adotavam o “*Belisha beacon*”, um globo de luz amarela sobre uma coluna que alertava os motoristas sobre os pontos de travessia de pedestres. Em 1969, o país passa a adotar o semáforo de pedestre do tipo *pelican* (antes *pelicon*, **PE**destrian **L**ight **CON**trolled **C**rossing), um sistema de botoeira e grupo focal de pedestres.

Em outubro de 1961, em Berlim Oriental (antiga República Democrática da Alemanha), o psicólogo de trânsito e desenhista técnico alemão Karl Peglau (1927–2009) cria os semáforos de pedestre com os icônicos pictogramas do *Ampelmann*. Como psicólogo, Peglau sabia da importância do efeito emocional e deu aos seus bonecos um nariz achatado e uma barriguinha, afinal, segundo ele, estamos inclinados a confiar mais em alguém de quem gostamos ou que se pareça conosco. A ideia de criar um homenzinho rechonchudo e de chapéu (contribuição de sua secretária) e braços abertos no foco vermelho não tinha apenas a intenção de criar uma figura carismática e simpática, mas também tinha uma finalidade técnica: um pictograma mais volumoso emite mais luz e chama mais a atenção do pedestre. Com a queda do Muro de Berlim e a subsequente reunificação da cidade, os Ampelmännchen foram sendo gradualmente aposentados, até que campanhas de moradores e da imprensa no final dos anos 1990 conseguiram resgatá-los, e hoje vários ainda podem ser vistos no centro histórico de Berlim e de outras cidades da antiga Alemanha Oriental.



THE AMPELMANN COMPANY

Figura 18: Grupo Focal de pedestres Ampelmann

O primeiro semáforo de pedestre com botoeira do Brasil e da América do Sul foi implantado em outubro de 1966, na esquina da avenida Nove de Julho com a alameda Lorena²². Segundo o jornal Diário Popular da época,

O aparelho é dotado de controle destinado a interromper o tráfego sempre que o transeunte pretender cruzar o leito carroçável. A ação do semáforo se verificará segundos depois de acionado o botão, dando tempo suficiente para movimentação e posterior paralisação do trânsito.

O tempo de travessia era de 40 segundos e só poderia ser repetida depois de um ciclo de dois minutos e meio. Este seria o primeiro de um conjunto de nove semáforos de pedestres a serem implantados dentro de um projeto que previa a instalação do primeiro grupo de semáforos sincronizados, na rua Augusta.



DIÁRIO POPULAR/ ALEXANDRE GIESBRECHT

Figura 19: primeiro semáforo com botoeira de São Paulo.

²² GIESBRECHT, Alexandre. O primeiro semáforo com botoeira de São Paulo faz 50 anos. 2016.

Semáforo de ciclista

A evolução de semáforos veiculares e de pedestres é relativamente bem documentada. O mesmo não ocorre com relação aos semáforos de ciclistas. Há poucos dados históricos objetivos disponíveis, a maioria, indiretos e imprecisos. Como já vimos, as primeiras ciclovias surgiram ainda no século XIX e as ciclofaixas nos anos 1960. Antes disso, não havia uma preocupação das autoridades em dar ao ciclista um tratamento específico nos cruzamentos, que realizavam a travessia seguindo o semáforo veicular comum. Conforme mostrado na Figura 3, em meados do século XX houve uma redução considerável na participação das bicicletas entre os demais modos, principalmente o automóvel. Como o número era reduzido, os planejadores urbanos não viam necessidade de dar ao ciclista um tratamento diferenciado.

Em seu estudo²³ cobrindo a história da infraestrutura de ciclovias na Alemanha de 1897 a 1940, o Dr. Volker Briese não faz menção a semáforos específicos para ciclistas, mesmo considerando a extensa rede cicloviária existente no país. Ao contrário, no capítulo 10 sugere que não há necessidade de se impor mais leis às ciclovias, mesmo levando-se em conta os acidentes ocorridos nelas. Segundo ele, grande parte destes acidentes ocorria fora dos cruzamentos e muitos envolviam pedestres e não ciclistas.

A Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário²⁴, um tratado internacional criado em 1949 com a intenção de padronizar certas regras no tráfego internacional, faz poucas referências a bicicletas. Em seu artigo 26 trata especificamente de bicicletas, mas determina apenas a obrigatoriedade de certos equipamentos, como freios, campainha e luzes de posicionamento. O artigo 53 trata de semáforos, mas não faz qualquer menção a ciclistas. O artigo 16 determina que ciclistas devem usar as ciclovias, onde houver, que devem seguir em fila única e não podem ser rebocados por outros veículos. O Anexo I define que bicicletas providas de motor a combustão de até 50 cm³ não devem ser considerados veículos motorizados. As únicas referências a sinalização para bicicletas constam dos artigos 31 e 36 do Protocolo de Sinalização Viária, mas referem-se apenas a placas de sinalização vertical.

A Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário de 1949 foi sucedida pelas Convenções de Viena sobre Trânsito Viário²⁵ e sobre Sinalização Viária²⁶, de 1968. A Convenção sobre Sinalização Viária diz, em seu artigo 23, parágrafo 13:

Nos casos em que os semáforos se apliquem apenas a ciclistas, esta restrição precisa ser clara e, se for necessário para evitar confusão, deve-se incluir a silhueta de uma bicicleta no próprio grupo focal ou utilizando-se um grupo focal de tamanho menor acompanhado de uma placa retangular exibindo uma bicicleta.

Em seu Anexo 3, no entanto, onde são exibidas as ilustrações com os modelos de sinalização, a figura A, 17 exhibe apenas grupos focais veiculares simples, sem pictograma de bicicleta. Uma importante inovação da Convenção de Viena em relação à de Genebra é a definição de bicicleta como veículo, em seu artigo 1-(j): “ ‘ciclo²⁷’ designa qualquer veículo que tenha pelo menos duas rodas e que seja movido unicamente pela energia muscular das pessoas neste veículo, em particular por meio de pedais ou manivelas”. A Convenção, da qual o Brasil é signatário, só entrou em vigor em junho de 1978.

²³ BRIESE, Volker. Separating bicycle traffic. Towards a history of bikeways in Germany up through 1940. 1940.

²⁴ CONVENÇÃO de Genebra sobre Trânsito Viário. Set. 1949.

²⁵ CONVENÇÃO de Viena sobre Trânsito Viário. Nov. 1968.

²⁶ CONVENÇÃO de Viena sobre Sinalização Viária. Nov. 1968.

²⁷ No original “cycle”. Em documentos internacionais, o termo *cycle* é amplamente utilizado por ser mais abrangente do que *bicycle*. Neste texto, usamos indistintamente *ciclo* e *bicicleta*, apesar de o primeiro designar também veículos com mais de duas rodas e propulsão humana.

O fato de a Convenção de Viena citar o foco com pictograma de bicicleta indica que a ideia pode ter surgido antes. Porém, não foi localizada nenhuma menção à sua utilização na prática antes disso e nem mesmo até a sua ratificação, em 1978. A inspiração para o uso de um pictograma sobre o foco pode ter sido os primeiros semáforos veiculares americanos, que tinham as inscrições STOP, CAUTION e GO sobre os focos vermelho, amarelo e verde, respectivamente. Na época, julgou-se necessário utilizar estas inscrições, pois os motoristas ainda não estavam acostumados com as cores dos semáforos. Estas inscrições, porém, foram abandonadas já na edição de 1935 do MUTCD (seção 332), que considerava que o brilho das lâmpadas tornava difícil a visualização das inscrições, exceto nos semáforos de pedestre. Lembrando que, ao contrário do que ocorre hoje com a maioria dos pictogramas, as inscrições eram em negativo, isto é, letras opacas sobre fundo iluminado.

A cidade de Davis, Califórnia, foi a pioneira nos Estados Unidos a adotar o uso extensivo de bicicletas com ciclofaixas. Um estudo²⁸ de 1972 sobre segurança e circulação de bicicletas na cidade, cobrindo o período de 1966 a 1971, faz algumas recomendações de melhorias na circulação de bicicletas, entre elas a implementação de semáforos específicos, indicando que, até aquele momento, eles não existiam. De fato, o estudo informa na página 31 que “programações semaforicas especiais e grupos focais separados para controlar o movimento de bicicletas nos cruzamentos são frequentemente encontrados em países europeus, particularmente a Holanda”. Isto nos permite concluir que, no mínimo, desde 1972 já havia grupos focais específicos para ciclistas na Holanda (e possivelmente na Dinamarca e Alemanha). Neste mesmo ano já é possível encontrar interseções protegidas para ciclistas na Holanda e outros países do norte da Europa, embora interseções protegidas possam ser construídas com ou sem semáforo (mais informações sobre interseções protegidas no item 2.3.2).

Um extensivo relatório²⁹ de 1978 do Dr. Kenneth Cross sobre acidentes envolvendo carros e bicicletas na Califórnia trata, em sua Seção V, especificamente de acidentes em cruzamentos, inclusive semaforizados, mas não faz qualquer menção a semáforos específicos de ciclistas. Isto é, o ciclista deveria obedecer ao semáforo veicular (pelo menos nos Estados Unidos).

Um estudo³⁰ de 1986 da cidade de San Diego, Estados Unidos, sobre semáforos com detecção de bicicletas propõe que todos os cruzamentos com laços indutivos sejam capazes de detectar bicicletas da mesma forma que detectam os demais veículos. Porém, o texto refere-se apenas a semáforos veiculares e não semáforos específicos para bicicletas. O texto ressalva que as alterações na programação dos semáforos com o objetivo de beneficiar ciclistas não devem ser feitas à custa da maioria dos usuários da via. Também prevê que os ciclistas possam atuar nos semáforos por meio de botoeira.

Em um boletim³¹ de 1992 da Universidade de Lund, na Suécia, um semáforo de ciclista implantado em Oxford, Reino Unido, é



Figura 20: Grupos focais de ciclista e de pedestre. Barcelona, Espanha, 2004.

²⁸ DE LEUW, Cather & Company. Bicycle Circulation and Safety Study: City of Davis, University of California. 1972.

²⁹ CROSS, Kenneth D. Bicycle – Safety Education – Facts and Issues. Aug. 1978

³⁰ CITY of San Diego. Traffic Signal Bicycle Detection Study - Final Report. 1986.

³¹ LINDERHOLM, Leif. Traffic Safety Evaluation of Engineering Measures - Development of a Method and its Application to How Physical Lay-Outs Influence Bicyclists at Signalized Intersections. 1992.

apresentado como exemplo. É representado por um grupo focal veicular comum ao lado de uma placa com o pictograma de uma bicicleta à altura da linha de retenção veicular, destinado aos ciclistas. Um segundo grupo focal com placa de orientação é instalado mais adiante, à altura da linha de retenção exclusiva do ciclista, mas destinado a ciclistas e motoristas (Figura 21).

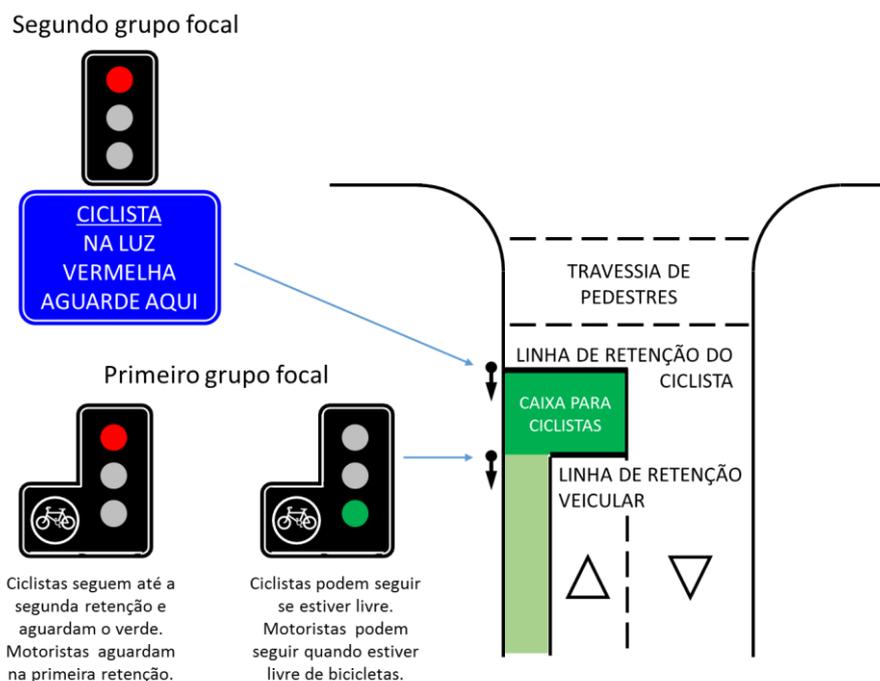


Figura 21: Semáforo de pedestres utilizado em Oxford em 1992. Fonte: LINDERHOLM, Leif.

Numa pesquisa apresentada nesse boletim de 1992, há uma discussão sobre o posicionamento do grupo focal, em que mais da metade dos ciclistas pesquisados reprovava o local escolhido para o grupo focal – ao lado da linha de retenção. Os ciclistas preferiam que o grupo focal fosse posicionado após o cruzamento ou no canteiro central em frente. Em 2008, o mesmo cruzamento mantinha a ciclofaixa, mas usava apenas um grupo focal veicular comum. Em 2016, o semáforo veicular também foi desativado.

No Brasil, o primeiro Código Nacional de Trânsito foi decretado em 28 de janeiro de 1941 e não faz nenhuma menção a bicicletas ou ciclistas, apenas a motocicletas e motociclos. Este código teve vida curta, sendo substituído em 25 de setembro do mesmo ano. Este novo Código teve poucas mudanças em relação ao anterior, mas estava inserido em um conjunto de leis, entre as quais a que criou o CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito). Em 21 de setembro de 1966 é criado o novo Código Nacional de Trânsito. Este código menciona bicislos, triciclos e bicicletas motorizadas, equiparando seus condutores aos de veículos motorizados no que diz respeito aos seus deveres (Art. 87), inclusive o de respeitar a sinalização (Art. 83-VII), mas não prevê uma sinalização semafórica específica.

O Código Nacional de Trânsito de 1966 foi substituído pelo **Código de Trânsito Brasileiro**, de 23 de setembro de 1997, atualmente em vigor. Este Código já prevê a existência de ciclovias e ciclofaixas (Anexo I), define *bicicleta* como “veículo de propulsão humana, dotado de duas rodas, não sendo, para efeito deste Código, similar à motocicleta, motoneta e ciclomotor” (Anexo I)³², equipara o ciclista desmontado a pedestre (Art. 68, § 1º) e bicicleta a veículo [Art. 96, II-a)-1]. Não há menção, porém, à

³² BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro, Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.

travessia de ciclistas em cruzamentos. Seu Anexo II, aprovado em abril de 2004, que trata especificamente de sinalização, em seu item 4, define os focos de ciclista e pedestre com a mesma forma (quadrada) e tamanho (200 mm). O item 4.1 define os tipos de semáforos para controle de fluxo de veículos [4.1.3 a)] e pedestres [4.1.3 b)], mas não informa qual deles o ciclista deverá obedecer. Sendo bicicleta um veículo, o ciclista deveria obedecer ao semáforo veicular, que é circular e não quadrado. Esta contradição é dissipada pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V, criado pela resolução nº 483, de 9 de abril de 2014. O Art. 3º desta Resolução altera especificamente o item 4 do Anexo II do CTB, unindo os semáforos de veículos automotores e bicicletas num mesmo tipo, circular e de 200 mm a 300 mm de diâmetro. O Manual exibe os pictogramas de bicicleta em focos vermelho e verde em suas tabelas 3.1 (item 3.2.1) e 3.4 (item 3.2.2), com a seguinte definição: “Os grupos focais de ciclistas são compostos por focos vermelho, amarelo e verde, com os pictogramas respectivos, dispostos nesta ordem, de cima para baixo, na posição vertical”³³. No Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume VIII – Sinalização Cicloviária, aprovado pela Resolução – Contran de 13/09/2021, e instituído dentro do Regulamento de Sinalização Viária aprovado pela Resolução – Contran nº 973, de 18/07/2022, já revisado, foi incluído o pictograma da bicicleta ao foco amarelo, bem como os procedimentos a serem adotados pelo ciclista quando da aproximação em sinalização a ele destinada, que ao se deparar com a indicação amarela deve adotar a seguinte ação:

“O ciclista deve parar o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança”.

No estudo apresentado no Capítulo 4 – Pesquisa Internacional – envolvendo 150 cidades, mais de cem dispunham de algum tipo de semáforo específico para ciclistas. Dentro de certas limitações, foi possível apurar o ano de implantação do primeiro semáforo de ciclista em cada cidade. Esta apuração foi baseada na foto mais antiga onde é possível identificar um semáforo de ciclista, comparada com outra anterior sem o semáforo. Desta forma, foi possível cobrir um período de dez anos, mostrado no gráfico da Figura 22. Como, para algumas cidades não foi possível estabelecer a data de implantação dentro de um intervalo de tempo estatisticamente significativo, a base de dados ficou restrita a 96 cidades. Mesmo dentre estas 96 cidades, há um certo grau de imprecisão por dois motivos: primeiro, para cada cidade, foram pesquisados de cinco a vinte cruzamentos semaforizados e a foto escolhida como a mais representativa pode não fazer parte do grupo de implantação mais antigo. Segundo, em 34 das 96 cidades não foi possível identificar o ano exato de implantação, mas um intervalo entre dois e quatro anos; neste caso, adotamos o ano mais antigo como referência.

³³ CONSELHO Nacional De Trânsito - CONTRAN. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V. 2014.

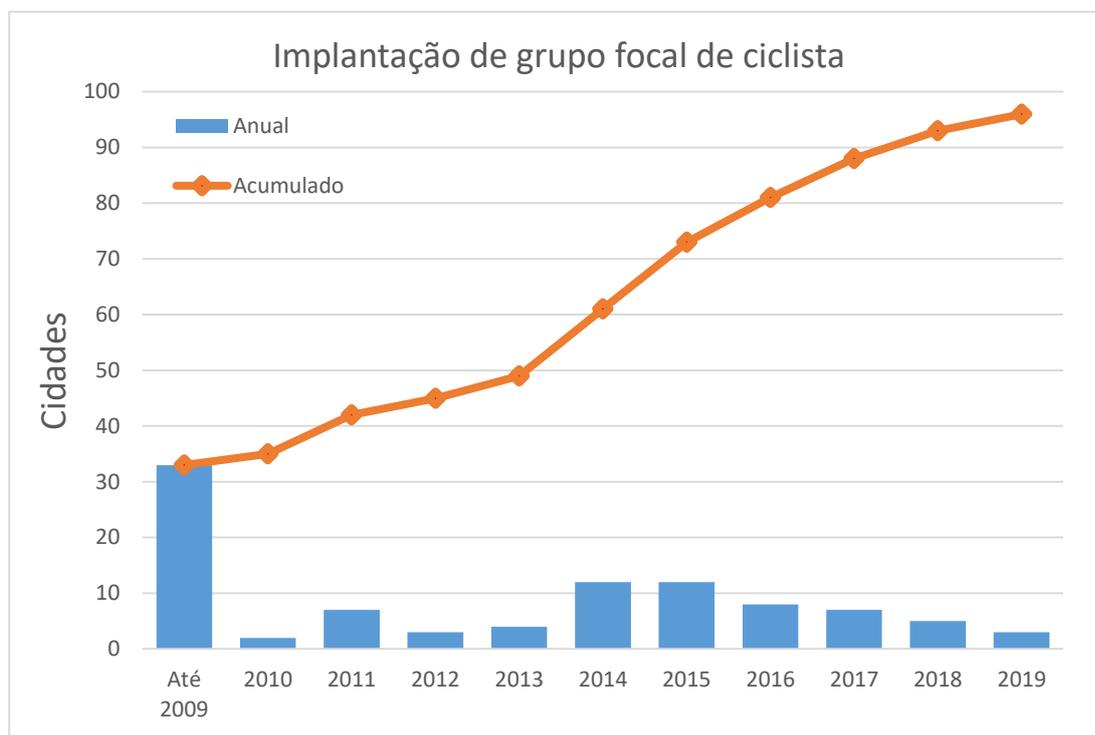


Figura 22: Implantação de semáforos de ciclista no período de 10 anos.

Consideradas as ressalvas citadas, podemos observar, mais de um terço das cidades pesquisadas, quase todas europeias, já havia implantado semáforo de ciclista antes de 2009. Nos anos seguintes, outras cidades foram adotando gradualmente este tipo de semáforo, com uma concentração maior no período entre 2014 e 2017. O que o gráfico não mostra, é que, das 150 cidades pesquisadas, 41 ainda não haviam implantado semáforo de ciclista até 2020, e muitas delas nem pretendem fazê-lo, pois este tipo de semáforo não está previsto em sua legislação.

2. INFRAESTRUTURA

Ciclistas, pedestres e motoristas possuem características próprias de deslocamento, exigindo diferentes demandas nos projetos viários, o que pode levar a conflitos. O tratamento dado ao ciclista varia muito entre as diversas cidades e países, conforme as prioridades adotadas – tanto para veículos motorizados, pedestres ou ciclistas.

Como, de modo geral, as vias foram projetadas no passado para veículos e pedestres, a introdução de vias para ciclistas exige alterações ou, no mínimo, adaptações às vias existentes, especialmente nas interseções.

Cidades da Alemanha, Dinamarca e Holanda, com sua larga experiência, definem algumas políticas e medidas inovadoras para promover o ciclismo seguro e eficiente³⁴:

Sistemas abrangentes de separação da infraestrutura ciclável:

- Vias com boa manutenção e totalmente integradas dentro das cidades e no seu entorno;
- Sistema de sinalização direcional codificado por cores totalmente coordenado;
- Atalhos fora das ruas, como conexões no meio do quarteirão e passagens através de ruas sem saída para carros.

Modificações nas interseções e semáforos prioritários:

- Verde antecipado para ciclistas na maioria das interseções;
- Linhas de retenção avançadas para tornar as travessias e conversões mais rápidas e seguras;
- Atalhos para ciclistas nas conversões à direita antes das interseções e isenção da fase vermelha do semáforo em interseções em T, de forma a aumentar sua velocidade e segurança;
- Ciclofaixas com cores mais brilhantes na travessia de interseções;
- Semáforos sincronizados com a velocidade do ciclista para assegurar uma sequência de verdes consecutivos (onda verde);
- Balizadores com luzes piscantes ao longo das rotas para sinalizar ao ciclista a velocidade certa para chegar na próxima interseção na fase verde (Figura 23).

Moderação de tráfego (*traffic calming*)

- Moderação de tráfego em todos os bairros residenciais por meio de limite de velocidade de 30 km/h com infraestrutura física para dissuasão do trânsito de carros;
- Ruas para bicicletas, vias estreitas onde as bicicletas têm absoluta prioridade sobre os carros;
- Zonas residenciais, com limite de 7km/h, onde carros devem sempre dar prioridade a pedestres e ciclistas³⁵.

Estacionamento de bicicletas:

- Grande oferta de estacionamentos de bicicletas pela cidade;
- Melhoria da iluminação e segurança dos locais de estacionamento, oferecendo vigias, câmeras de vídeo e prioridade de estacionamento para mulheres.

³⁴ PUCHER, John; BUEHLER, Ralph. Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany. 2008 – Tabela 1. 2008.

³⁵ A aplicação desta velocidade no Brasil, no entanto, torna-se impraticável se observados os limites estabelecidos no Art. 61 do CTB para vias locais de 30 km/h, que, se subordinado ao Art. 62, se limitaria a 15 km/h.



WEINREICH E VESTERGAARD/ PREFEITURA DE ODENSE

Figura 23: Balizadores piscam com a mesma velocidade da onda verde. Odense, Dinamarca.

Interação com transporte público:

- Grandes estacionamentos de bicicletas em estações de metrô e trem;
- Aplicativos de celular para aluguel de bicicletas compartilhadas em estações e terminais;
- Aluguel de bicicletas nas principais estações;
- Estacionamentos VIP para bicicletas em algumas estações, com segurança por câmeras, iluminação especial, música, serviços de manutenção e aluguel de bicicletas.

Educação de trânsito e treinamento:

- Cursos abrangentes para ciclistas em todas as escolas infantis com avaliação das autoridades de trânsito locais;
- Pistas especiais de teste para treinamento de crianças;
- Treinamento rigoroso de motoristas para respeitarem pedestres e ciclistas e evitarem acidentes.

Leis de trânsito

- Proteção legal especial a ciclistas idosos e crianças;
- Motoristas responsabilizados por lei por quase todos os acidentes com ciclistas;
- Fiscalização estrita dos direitos dos ciclistas pela polícia e tribunais.

2.1. PROJETO VIÁRIO

As vias para ciclistas no mundo são geralmente classificadas em três principais tipos, cujas definições podem não coincidir exatamente com as adotadas no Brasil:

- **Ciclovía.** Pista para ciclistas separada da via de veículos motorizados, geralmente no mesmo nível do passeio, com sentido de circulação (duplo ou único) independente dos veículos motorizados. A travessia é geralmente feita ao lado dos pedestres.
- **Ciclofaixa.** Faixa exclusiva para ciclistas, implantada no mesmo nível da pista de rolamento, separada apenas por pintura de solo, geralmente na lateral da via. O tráfego dos demais veículos é proibido e, geralmente, seguem o mesmo sentido dos demais veículos, embora também haja ciclofaixas de duplo sentido de circulação. As travessias geralmente são feitas junto aos demais veículos.
- **Faixa segregada.** Uma combinação das duas anteriores, é construída no mesmo nível da via de veículos motorizados, mas totalmente separada das demais faixas por barreiras físicas, como balizadores, e da calçada, mais elevada. Do ponto de vista do deslocamento, assemelha-se às ciclovias, pois mantém os ciclistas afastados dos veículos motorizados, proporcionando maior segurança. Porém, nos cruzamentos, assemelham-se às ciclofaixas, pois a travessia é feita junto aos demais veículos.

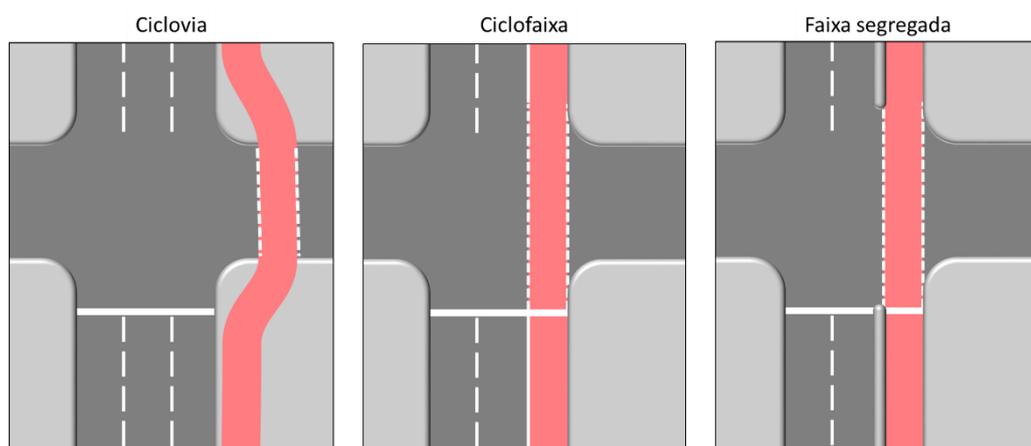


Figura 24: Ciclovía, ciclofaixa e faixa segregada, conforme critérios internacionais.

Com frequência a distinção entre os diversos tipos não é rígida, podendo variar ao longo de sua extensão ou em diferentes locais na mesma cidade (v. Figura 25). Há casos em que é permitida a circulação de outros veículos não motorizados de duas rodas ou motorizados de baixa potência (skates, patinetes elétricas, bicicletas elétricas). Há locais em que a ciclovía pode ser compartilhada com pedestres e as ciclofaixas podem ser compartilhadas com veículos motorizados. Esta última é conhecida em países como Estados Unidos, Canadá, Austrália e Nova Zelândia como *shared lane marking* ou *sharrow*, onde o ciclista tem prioridade, mas não exclusividade de circulação em faixas identificadas com sinalização específica (Figura 26).

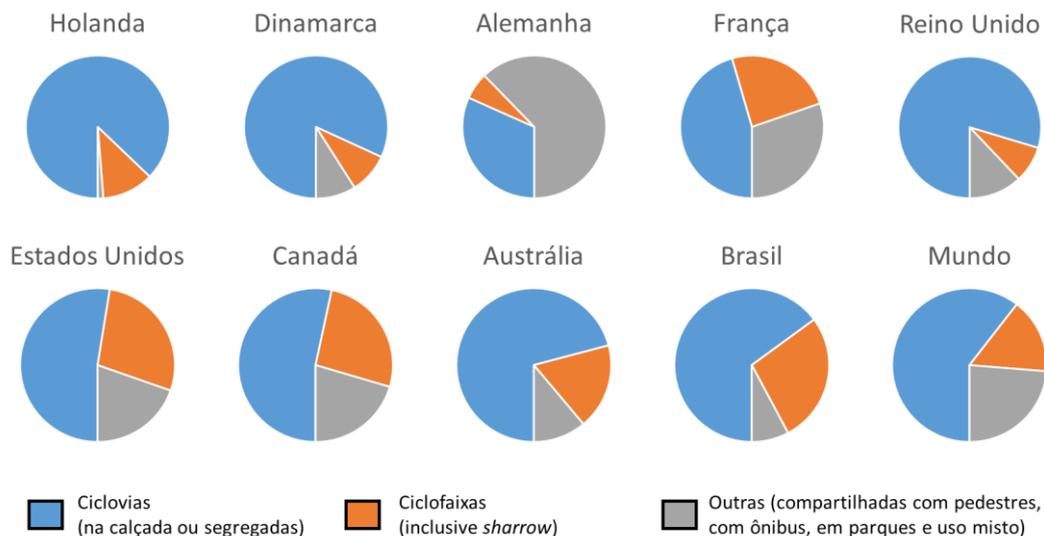


Figura 25: Distribuição de ciclovias e ciclofaixas em alguns países do mundo. [Fonte: Geovelo, nov. 2022]

O compartilhamento de parte da pista de rolamento entre bicicletas e veículos motorizados é conhecido como **sharrow** (*shared lane + arrow*; faixa compartilhada + seta), por ser representado na sinalização horizontal por uma bicicleta dentro de uma seta ou, mais frequentemente, pelo símbolo *chevron* duplo (») sobre um pictograma de bicicleta. Seu uso é comum nos Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia, Austrália, Espanha, Coreia do Sul, entre outros.



Figura 26: Pictogramas de sharrow mais comuns em sinalização horizontal: "bike-in-house" (esq.) e "bike-and-chevron". [Fonte: Alta Planning + Design]

Esta sinalização foi implantada pela primeira vez na cidade de Denver em 1993, e ganhou sua forma e nome atuais em 2004, na cidade de San Francisco. Entre os benefícios apontados para o uso de sharrow estão:

- Auxiliar o ciclista a se posicionar lateralmente em relação à faixa de estacionamento de veículos, a fim de reduzir o risco de impacto durante a abertura de porta do veículo estacionado;
- Auxiliar o ciclista no posicionamento lateral em faixas estreitas demais para comportarem carros e veículos trafegando lado a lado;
- Alertar os motoristas sobre a localização lateral que o ciclista pode ocupar na via;
- Incentivar a ultrapassagem segura dos carros sobre os ciclistas;
- Reduzir a incidência de ciclistas na contramão.



Figura 27: Sinalização horizontal do tipo sharrow. [Fonte: NACTO]

Pontos negativos sobre o uso de sharrow são descritos no item 2.5, subitem **Compartilhamento com veículos motorizados**.

Do ponto de vista do conforto (sensação de segurança), a Prefeitura da cidade americana de Boston propõe uma classificação, de acordo com os diversos tipos de vias para ciclistas (Figura 28). Os tipos de vias exibidas na figura serão mostrados em mais detalhes ao longo deste Boletim.



Figura 28: Graus de conforto para diferentes tipos de vias cicláveis. [Fonte: BOSTON (Cidade)]

As vias e rodovias destinadas à circulação de bicicletas (vias e faixas compartilhadas, ciclovias e ciclofaixas) são estabelecidas e regulamentadas também por meio de sinalização vertical e horizontal, além de semafórica, com o objetivo de ordenar os fluxos e de oferecer maior segurança aos usuários do sistema viário como um todo.

Segundo Troels Andersen³⁶, do ponto de vista da segurança, um projeto cicloviário pode ser auditado em cinco passos:

- **Passo 1: Fase de concepção.** Exame da concepção básica do projeto na fase de planejamento antes que o plano seja aprovado e tornado público.
- **Passo 2: Fase de projeto conceitual.** Exame da rota, perfil de travessia, interseções etc. antes da aprovação política do projeto.
- **Passo 3: Fase de planejamento da construção.** Exame dos detalhes do projeto de interseção, sinalização horizontal, iluminação, objetos fixos etc., antes da publicação das propostas.
- **Passo 4: Fase de comissionamento.** Exame do projeto concluído quanto à visibilidade, pavimento, sinalização horizontal etc., imediatamente antes ou depois da abertura.
- **Passo 5: Fase de monitoramento.** Exame da funcionalidade da construção, dados de acidentes etc. cerca de um ano após o início da operação.

Ainda segundo Andersen, deve-se seguir a seguinte lista de verificação para a auditoria da segurança com foco no ciclismo:

- O posicionamento do ciclista em conversões à esquerda em interseções foi levado em consideração?
- O sistema de sinalização semafórica levou em conta suficientemente o ciclista (tempo de limpeza com vento contrário, em subida, e a possibilidade de travessia em uma única etapa)?
- Há a necessidade de estágios especiais para ciclistas (tempos máximos de espera? Verde antecipado para conversão à direita de veículos motorizados deve ser evitado? Os ciclistas podem, total ou parcialmente, ser desobrigados a seguir o semáforo, por exemplo em conversões à direita?) (v. itens 2.2.1, 2.3.1.7, 2.3.1.10 e 0)
- A colocação de detectores eletrônicos na aproximação está correta e suficiente?
- A coordenação com semáforos próximos está correta?
- Foi escolhido o tipo mais adequado de interseção e, no caso de interseção em nível, foi prevista a faixa de travessia de ciclista?
- A rota dos usuários da interseção aparece claramente em todas as direções e para todas as manobras?
- Há alguma ilha de refúgio e ela é larga o suficiente para o ciclista em espera?
- Há valetas ou grelhas de drenagem na rota do ciclista?
- Os motoristas estarão bem alertados de que cruzarão uma ciclofaixa ou ciclovia de mão dupla?
- São necessárias barreiras ou lombadas na ciclofaixa ou ciclovia para deixar claro o direito de passagem? Estas barreiras e lombadas podem representar algum risco de colisão para os ciclistas?
- Existem áreas de espera seguras para passageiros em paradas de ônibus? Elas são largas o suficiente? As plataformas de ônibus devem ter no mínimo 1,5 metro de largura e ser projetadas de forma a deixar claro que não são parte da rota dos ciclistas (v. item 2.3.3.3).
- São necessárias medidas especiais para indicar de quem é a preferência entre passageiros de ônibus e ciclistas, por exemplo, pisos elevados, refletores, cores especiais nos pisos, sonorizadores de superfície etc.?
- A superfície da pista está em condições aceitáveis em interseções e áreas de ciclistas adjacentes?

³⁶ ANDERSEN, Troels. Traffic safety audits and service levels, 2019.

- São permitidos ciclomotores nas ciclovias/ciclofaixas? Caso positivo, são necessárias medidas especiais para a redução da sua velocidade?
- É necessária uma separação adicional entre a ciclofaixa e carros estacionados para a redução de risco na abertura de portas?
- Ciclofaixas de mão dupla ao longo da via devem ser evitadas, a não ser que haja muito poucas ruas laterais ou entradas de garagem.

Nos itens a seguir trataremos de sinalização horizontal e vertical voltada especificamente para ciclistas, com ênfase àquela posicionada em interseções ou suas aproximações.

2.1.1. SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical é constituída de sinais (placas) posicionados verticalmente, fixados em colunas ou outros tipos de suportes, ao lado ou suspensos sobre a via. Esses sinais apresentam mensagens escritas, legendas e símbolos, e têm a finalidade de regulamentar, advertir e indicar direções e sentidos no uso do sistema viário.

Com relação à sinalização de advertência, existe uma certa padronização ao redor do mundo, dividida em dois grandes grupos: placa em forma de losango amarelo com borda preta, usado na maior parte das Américas, Oceania, Irlanda, parte do sudeste asiático e Japão; o outro grupo usa placas triangulares com fundo branco e bordas vermelhas, adotado na maior parte da Europa, África e Ásia. Outros países como China, Vietnã, Coreia do Sul, Polônia, Suécia, Finlândia, Islândia e Grécia também usam placas triangulares, mas com outras combinações de cores.

Para a sinalização de regulamentação, há um grande grupo de países formado por Europa, África e quase todos da Ásia e Oceania que usa o padrão circular azul com borda branca. Nas Américas, há menos padronização. Na maior parte da América Latina – Brasil incluído – usa-se o modelo circular branco com borda vermelha. Alguns países, como Argentina, Bolívia, Chile e Peru usam uma combinação dos dois padrões. Nos Estados Unidos e Austrália, não há um padrão geométrico, mas placas retangulares brancas com texto indicativo da regulamentação ou, eventualmente, um pictograma.

Nas situações de uso para a circulação de bicicletas, apresentamos alguns tipos de sinalização vertical mais utilizados na Figura 29.



* Na Holanda, não há vias compartilhadas entre ciclistas e pedestres, mas há zonas de pedestres onde são permitidos ciclistas.

Figura 29: Exemplos de sinalização vertical para ciclistas no mundo.

[Fontes: WAGENBUUR, Mark. Road signs for cycling in the Netherlands Bicycle Dutch, 2012; COMPARISON of European road signs. Wikipedia, 2021; COMPARISON of traffic signs in English-speaking countries. Wikipedia, 2021; CONSELHO Nacional De Trânsito - CONTRAN. Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro, 2004]

A Figura 30 mostra alguns exemplos de placas de sinalização vertical em São Paulo.



Figura 30: Exemplos de sinalização vertical em São Paulo. [Fotos: Google Maps].

Outras fotos com exemplos de sinalização vertical ao redor do mundo podem ser vistas nas próximas figuras. Na Figura 31 são apresentados alguns exemplos, entre inúmeros existentes no mundo, de sinalização voltada ao ciclista. Na foto ①, vemos uma placa indicativa de ciclovia compartilhada com pedestre (no destaque). Em ②, as placas orientam os caminhos das ciclorrotas. A placa em destaque na foto ③ indica a preferência de ciclistas e pedestres sobre os veículos em conversão; a placa em ④ tem a mesma indicação, mas na versão americana. No sentido contrário, a placa destacada em ⑤ indica que pedestres e ciclistas devem dar preferência ao bonde. A ciclovia em ⑥ é interrompida pouco antes do cruzamento e a placa em destaque informa que o ciclista deve desmontar para atravessar como pedestre.

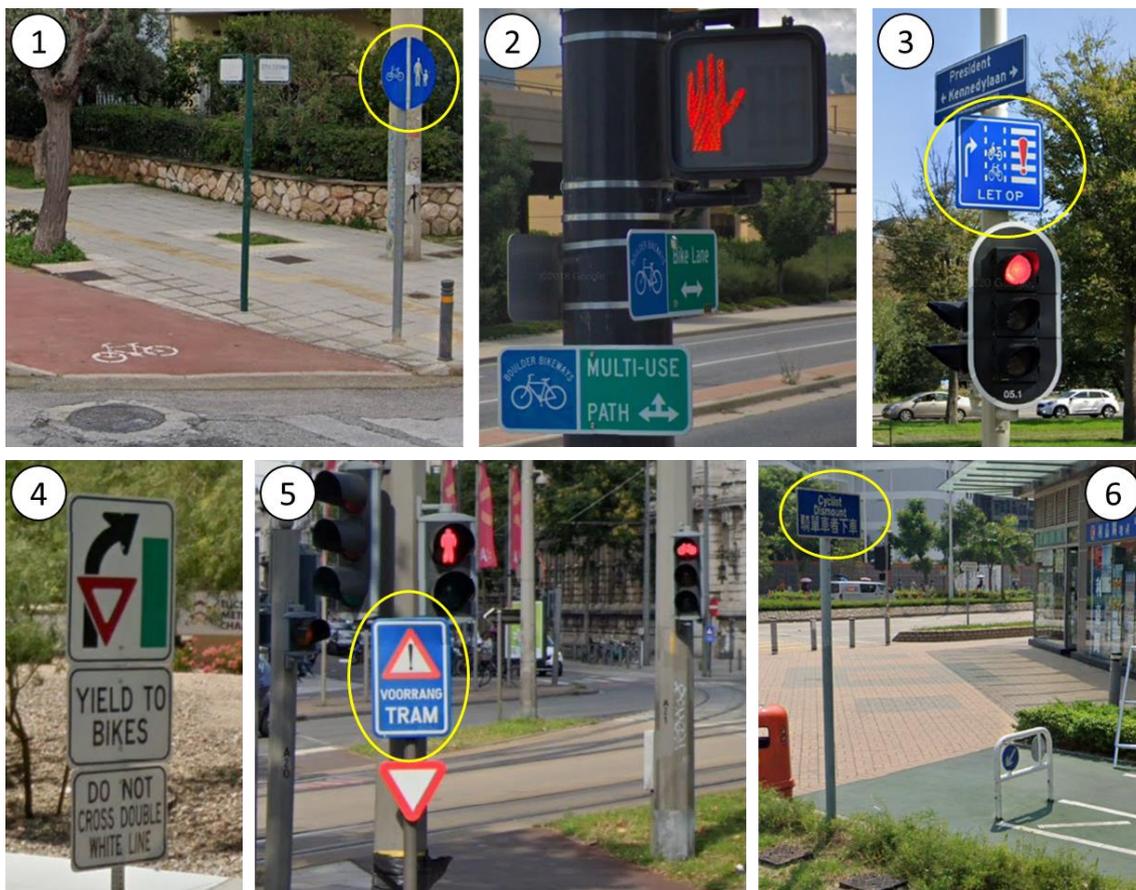


Figura 31: Exemplos de sinalização vertical em Atenas, Grécia ①; Boulder, EUA ②; Haia, Holanda ③; Tucson, EUA ④; Antuérpia, Bélgica ⑤ e Hong Kong, China RAE ⑥. [Fotos: Google Maps]

A Figura 32 mostra a interação entre alguns tipos de sinalização vertical com grupo focal de ciclista. Na foto ① há um grupo focal de ciclista regulando o movimento, porém, a placa em destaque autoriza a conversão à direita do ciclista, independentemente da indicação semafórica. Em ②, a placa informa ao motorista que deve dar preferência a ciclistas e pedestres na conversão. Na foto ③ há um grupo focal específico de ciclista sobre uma placa que proíbe o estacionamento de veículos sobre a ciclofaixa. Em ④ há uma travessia de pedestres, mas a placa indica que os ciclistas podem fazer a mesma travessia seguindo o grupo focal do pedestre. A placa da foto ⑤ indica que o ciclista deve fazer a conversão à esquerda em duas etapas (tipo Hook, v. item 2.3.1.10). O conjunto de placa e grupos focais em ⑥ fazem parte de um semáforo do tipo HAWK (v. item 2.3.1.11). Placas como a da foto ⑥, para indicar o compartilhamento de travessia entre pedestres e ciclistas, são pouco comuns e ocorrem geralmente nos Estados Unidos (na Europa é mais comum o foco dividido com pictogramas de ciclista e pedestre ou grupos focais de pedestre e ciclista lado a lado – v. item 2.2.5). Mesmo nos EUA, o pictograma da placa é acompanhado de texto explicativo como o da foto (“Ciclista, use o semáforo de pedestre”), em vez de apenas pictogramas, para não deixar dúvidas quanto à interpretação.



Figura 32: Exemplos de sinalização vertical para ciclistas associadas a um grupo focal: Bremen, Alemanha ①; Denver, EUA ②; Austin, EUA ③; Lyon, França ④ e ⑤ e Tucson, EUA ⑥.
[Fotos: Google Maps, exceto ① Mapillary]

2.1.2. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

No caso da sinalização horizontal são utilizados linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados e/ou sobrepostas sobre o pavimento. Essas demarcações objetivam definir os espaços viários, organizar o fluxo geral, orientar os deslocamentos e reforçar a sinalização vertical.



Figura 33: Exemplos de sinalização horizontal em ciclovias e ciclofaixas em São Paulo.

Diferentemente do que ocorre com a sinalização vertical, há pouca padronização da sinalização horizontal de ciclovias e ciclofaixas no mundo. Embora os pictogramas de bicicletas e setas sejam facilmente identificáveis, apenas com variações no estilo do desenho, as demais marcações e cores variam muito entres os países e mesmo entre cidades do mesmo país. Há casos de pinturas apenas nos bordos da via, e outros por toda a superfície, alguns usam pinturas apenas nas aproximações, outros apenas nas travessias. Há cidades que adotam uma determinada cor para travessias normais e outra para travessias maiores ou mais perigosas. Os padrões de desenhos para travessias também variam muito de uma cidade para outra.

Adiante, são mostrados alguns exemplos de marcações usualmente utilizadas na execução da sinalização horizontal para os projetos ciclovitários. Outros exemplos em interseções poderão ser vistos no item 2.3.1.9.

Na Figura 34 vemos alguns exemplos de sinalização horizontal em ciclovias pelo mundo. Na foto ①, o piso da ciclovia é destacado da calçada e da pista de rolamento pela cor avermelhada, feita pelas próprias pedras do calçamento, de forma a não haver desgaste, como ocorreria no caso de pintura sobre o pavimento (a sinalização convencional, feita por pintura no solo, não está visível na foto). Nas demais fotos, vemos sinalização horizontal em ciclovias de duplo sentido. Em ④ é possível ver a transição entre a ciclovia na calçada e a travessia da rua (em azul). Em ⑤ e ⑥ é possível ver a interação entre a ciclovia e a travessia de pedestres.

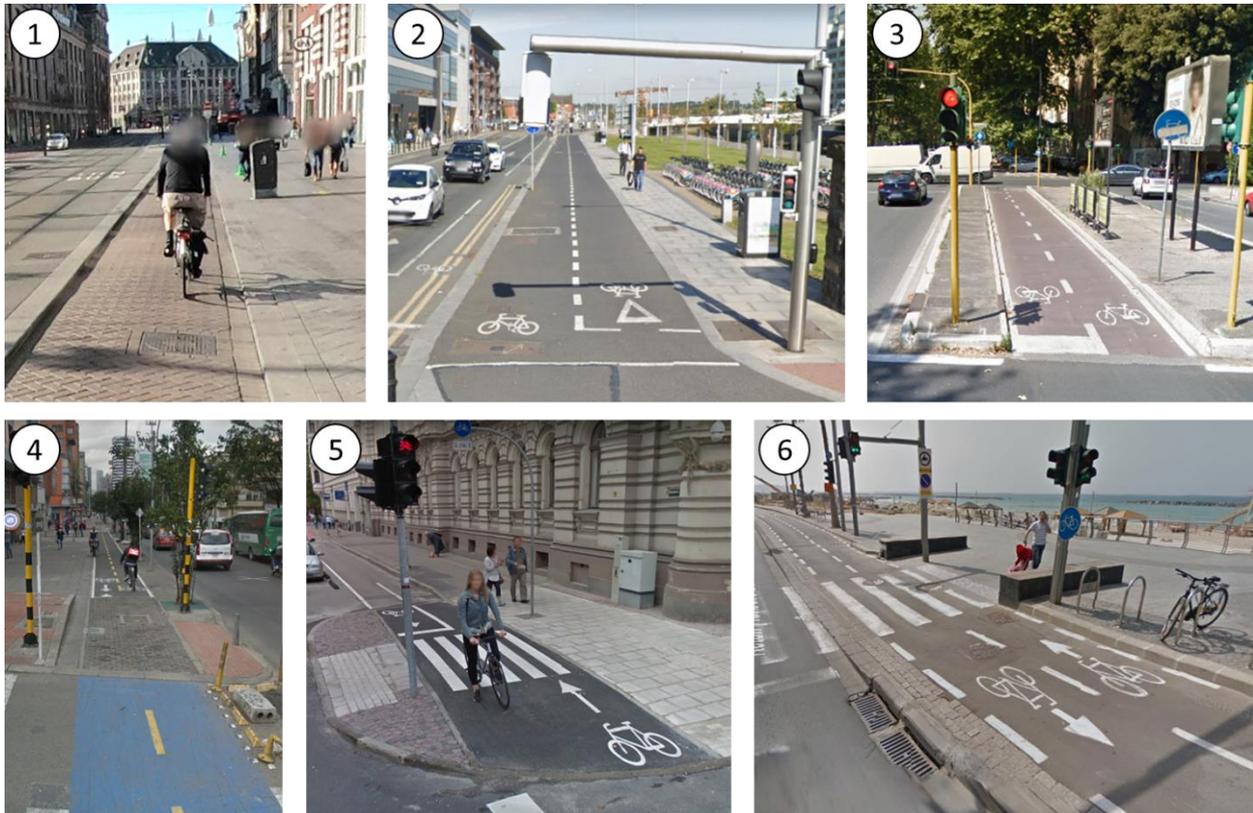


Figura 34: Exemplos de ciclovias em Amsterdã, Alemanha ①; Dublin, Irlanda ②; Roma, Itália ③; Bogotá, Colômbia ④; Riga, Letônia ⑤ e Tel Aviv, Israel ⑥. [Fotos: Mapillary ①; Google Maps ②③④⑤⑥]

Na Figura 35 vemos alguns exemplos de sinalização de ciclofaixas no bordo da pista. Na foto ① há uma ciclofaixa de duplo sentido parcialmente segregada. Em ②, a cor azul é usada apenas nos últimos metros antes da aproximação (com linha de retenção avançada para o ciclista), enquanto em ③ a ciclofaixa é inteiramente pintada. Em ④, a ciclofaixa foi feita ao longo do rio, uma solução utilizada com muita frequência no mundo. Em ⑤ e ⑥ é possível ver ciclofaixas compartilhadas com veículos motorizados; este tipo de faixa, conhecida nos Estados Unidos e Canadá como *sharrow* (v. item 2), é representada por um pictograma de bicicleta e o símbolo ».

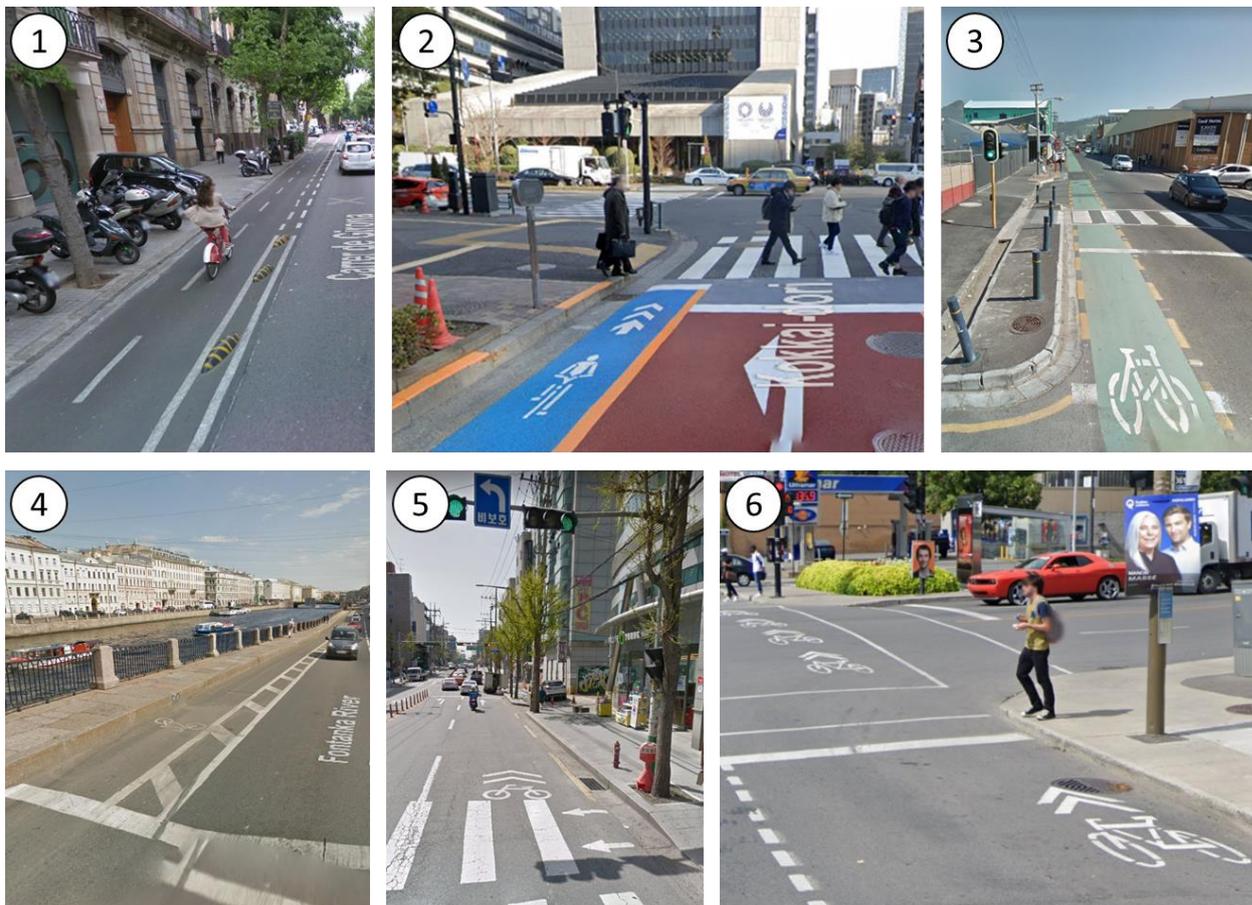


Figura 35: Exemplos de ciclofaixas no bordo da pista: Barcelona, Espanha ①; Tóquio, Japão ②; Cidade do Cabo, África do Sul ③; São Petersburgo, Rússia ④; Seul, Coreia do Sul ⑤ e Montreal, Canadá ⑥. [Fotos: Google Maps]

Na Figura 36 podemos ver alguns exemplos de ciclofaixas fora do bordo da pista. Em ① e ②, a ciclofaixa foi separada do bordo por uma pista de rolamento para conversão à direita, sendo que em ② esta faixa também é reservada para ônibus e táxis. Em ③, a ciclofaixa é separada do bordo da pista por uma faixa de estacionamento de veículos. Estas faixas são geralmente (mas nem sempre) pintadas com cores vivas para chamar a atenção dos motoristas, mas costumam ser vistas como inseguras pelos ciclistas. Esta alternativa também pode ser encontrada em cidades como Auckland (Nova Zelândia), Montreal, San Diego e diversas outras dos Estados Unidos e Canadá.



Figura 36: Exemplos de ciclofaixas fora do bordo da pista: Berna, Suíça ①; Genebra, Suíça ② e Miami, EUA ③.

[Fotos: Google Maps]

Na Figura 37, nas fotos de ① a ⑤, são mostrados alguns exemplos de ciclofaixas segregadas da pista de rolamento por meio de vários tipos de barreiras físicas. Na foto ⑥ podemos ver, ainda, uma ciclofaixa segregada que é desviada para a calçada pouco antes do cruzamento; o objetivo é propiciar ao ciclista uma travessia mais segura, ao lado do pedestre (mais informações, v. *interseções protegidas*, item 2.3.2).

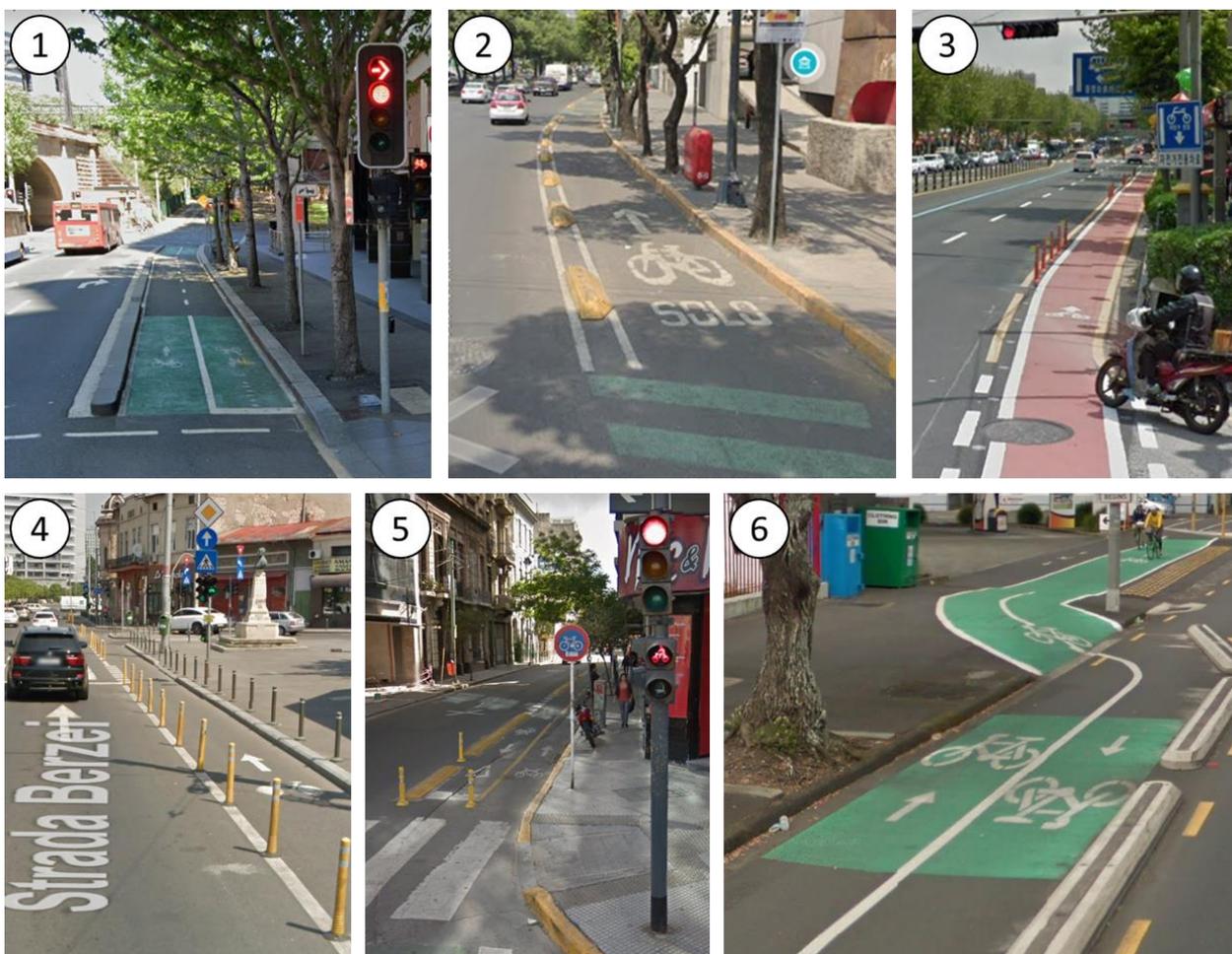


Figura 37: Exemplos de Faixa segregada para ciclistas: Sydney, Austrália ①; Cidade do México, México ②; Seul, Coreia do Sul ③, Bucareste, Romênia ④; Buenos Aires, Argentina ⑤ e Auckland, Nova Zelândia ⑥. [Fotos: Google Maps]

Na Figura 38 vemos vários exemplos de como é feita a travessia de uma ciclofaixa ou ciclovia numa interseção. Geralmente, a área de conflito na pista de rolamento recebe uma pintura no pavimento com grande destaque, por meio de cores e formas variadas que chamem a atenção tanto do motorista na transversal quanto do próprio ciclista que executa a travessia.



Figura 38: Exemplos de ciclofaixas e ciclovias em travessias: Copenhague, Dinamarca ①; Medellín, Colômbia ②; Barcelona, Espanha ③; Osaka, Japão ④; Stuttgart, Alemanha ⑤; Boston, EUA ⑥ e Cidade do México, México ⑦.
[Fotos: Google Maps, exceto ⑤ Mapillary]

A Figura 39 mostra diversas formas de interação do ciclista com o pedestre. Em ① e ②, pedestres e ciclistas andam lado a lado em espaços distintos, mas em ③ precisam partilhar o mesmo espaço na calçada. As três últimas fotos mostram travessias de pedestres e ciclistas lado a lado, sendo que em ④ e ⑥ o ciclista segue o foco do pedestre, enquanto em ⑤, o grupo focal é compartilhado, com pictogramas de ciclista e pedestre no mesmo foco.

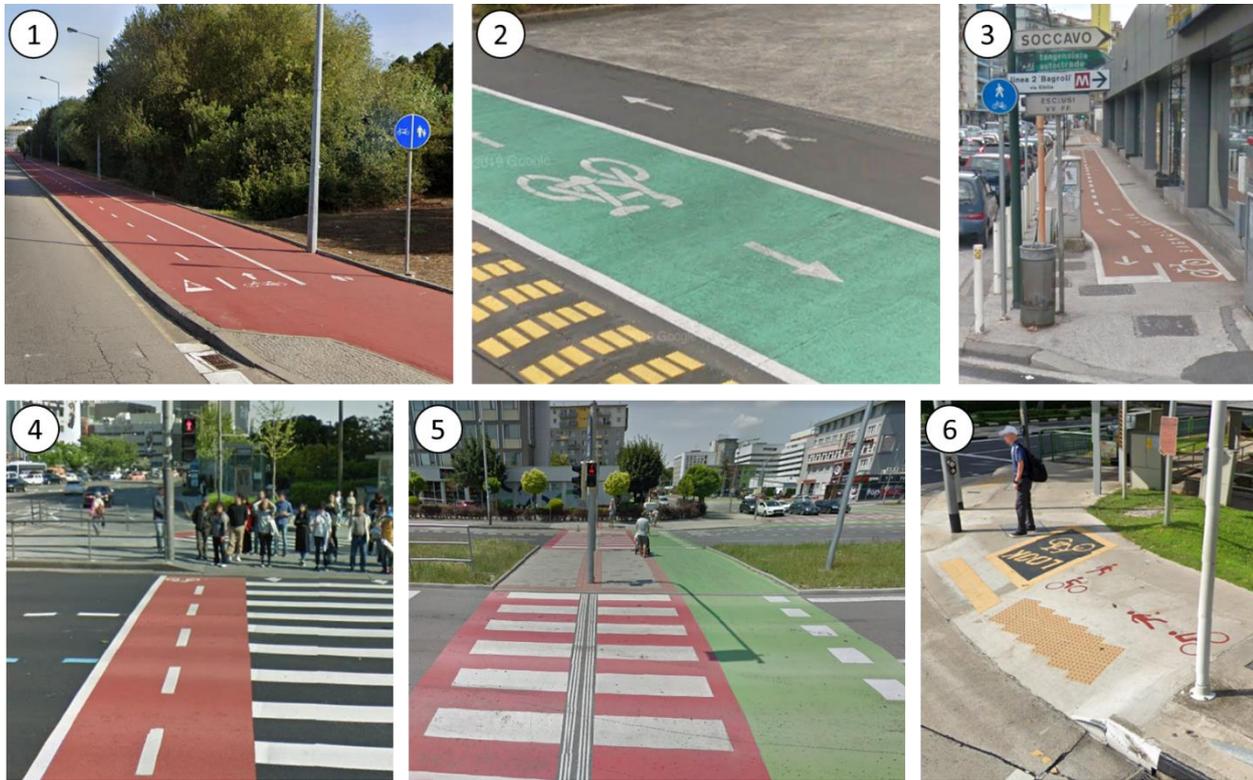


Figura 39: Exemplos da interação de ciclovias e ciclofaixas com o pedestre: Porto, Portugal ①; Auckland, Nova Zelândia ②; Nápoles, Itália ③; Seul, Coreia do Sul ④; Bratislava, Eslováquia ⑤ e Singapura, Singapura ⑥. [Fotos: Google Maps]

A Figura 40 mostra diversos outros exemplos de sinalização horizontal em ciclofaixas. Em ①, ②, ③ e ④ vemos diversos tipos de sinalização de conversão para o ciclista. Em ⑤ há uma conversão em duas etapas (v. item 2.3.1.10) e em ⑥ a ciclofaixa faz uma transição do bordo direito para o centro da via, para poder prosseguir o movimento em frente.

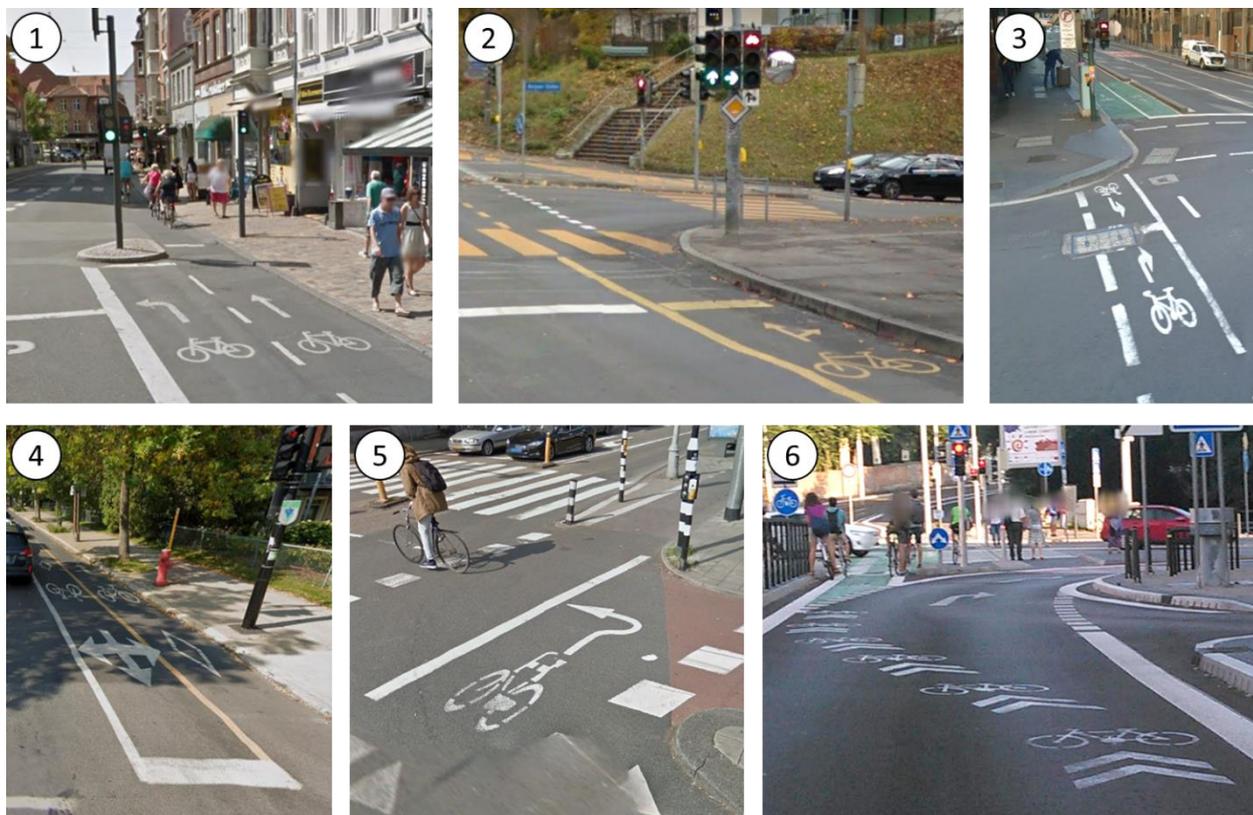


Figura 40: Outros exemplos de sinalização horizontal em ciclovias e ciclofaixas: Odense, Dinamarca ①; Berna, Suíça ②; Sydney, Austrália ③; Montreal, Canadá ④; Amsterdã, Holanda ⑤ e Bratislava, Eslováquia ⑥.
[Fotos: Google Maps, exceto ⑥ Mapillary]

2.1.3. INTERSEÇÕES

Interseções e pontos de travessia são locais críticos para qualquer modo de deslocamento, mas especialmente para pedestres e ciclistas, que são os mais vulneráveis; são o ponto de conexão entre pessoas dirigindo, usando transporte público, caminhando e pedalando. As interseções têm a maioria dos pontos de conflito potencial ao longo de um corredor de transportes ativos, pois envolvem interações complexas entre todos os modos e também são os locais onde ocorre a maioria das colisões.

Trataremos neste item de interseções envolvendo ciclistas de forma geral. As interseções semaforizadas serão tratadas especificamente no item 2.2. Os princípios³⁷ a seguir devem ser considerados a fim de fornecer uma interseção segura, confortável e acessível:

- **Projetar para todas as idades e habilidades.** Todas as pessoas devem ser capazes de passar com segurança por uma interseção, travessia ou área de transição.
- **Minimizar conflitos entre os usuários.** Conflitos podem ser minimizados no espaço e no tempo com o fornecimento de espaços dedicados e programação semaforizada específica.
- **Garantir clareza no direito de passagem.** Devem ser implantados dispositivos de controle de tráfego consistentes e indicadores visuais para deixar claro qual usuário da via deve ceder a preferência do direito de passagem.
- **Reduzir a velocidade nos pontos de conflito.** A redução da velocidade relativa entre os usuários da via ajuda a reduzir o risco de acidentes e a gravidade dos ferimentos no caso de colisão. Pode ser feita por sinalização vertical e horizontal e elementos do projeto geométrico, como a redução do raio de curvatura em esquinas e elevação das faixas de travessia.
- **Assegurar boa visibilidade.** Uma visibilidade desimpedida nas interseções e aproximações oferece aos usuários da via mais tempo de decisão e reação, além de mais tempo para reduzir a velocidade e parar ao dar a preferência.
- **Fazer a interseção o mais compacta possível.** Interseções compactas podem aumentar a segurança dos transportes ativos ao aumentar a visibilidade para todos os usuários, minimizar a exposição de pedestres e ciclistas aos veículos motorizados e reduzir a sua velocidade nos pontos de conflito. Isto pode ser feito pela redução do raio em esquinas, limitação do uso de faixas de conversão e remoção da canalização de faixas de conversão onde for possível.

Quanto ao tipo de cruzamento entre ciclistas e demais veículos, os mais comuns são:

- **Interseção.** Convergência de duas ou mais vias. Compostas de elementos de projeto geométrico e controle de tráfego, incluindo sinalização vertical e horizontal, que são cruciais para a circulação segura de todos os usuários da via.
- **Travessia de vielas e entradas de garagem.** São pontos menores de travessia de veículos motorizados e, em certas situações, pode requerer sinalização específica.
- **Cruzamentos em meio de quadra.** São instalados em locais onde há demanda de travessia de pedestres fora das interseções. Devem ser tomadas medidas para assegurar uma boa visibilidade por parte dos motoristas.
- **Travessia em desnível.** Usada para transpor ferrovias, rodovias largas e barreiras naturais, são realizadas por meio de vias elevadas ou subterrâneas, exigem maior custo e espaço para construção.

³⁷ BRITISH Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure (Província de Colúmbia Britânica. British Columbia Active Transportation Design Guide - 2019 Edition.

Finalmente, quanto à forma de controle, podem ser:

- Não controladas;
- Controladas por meio de placas como PARE ou DÊ A PREFERÊNCIA;
- Controladas por semáforo.

2.2. SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA — GRUPOS FOCAIS DE CICLISTA

Um grupo focal específico para ciclistas pode ser usado para melhorar a segurança e as operações em interseções sinalizadas onde os ciclistas necessitam de uma orientação específica. Segundo critérios internacionais, a utilização de grupo focal específico para ciclistas deve ser considerada nos seguintes cenários, além de outras situações excepcionais não previstas³⁸:

- Em interseções com movimentos específicos de ciclistas, como em ciclofaixas no contrafluxo ou em vias segregadas, um grupo focal de ciclistas pode ser necessário para indicar seu direito de passagem;
- Em interseções onde o movimento de bicicletas deve ser separado no tempo de um movimento veicular conflitante, como em cruzamentos com alto volume de conversões à direita ou à esquerda. Nestes casos, a programação semafórica deve prever que o movimento de ciclistas e os movimentos veiculares conflitantes andem em estágios diferentes;
- Em locais com alto volume de conversão de veículos, os ciclistas poderão se beneficiar de uma estratégia de programação denominada Intervalo Prioritário de Bicicletas (*Leading Bicycle Interval* – LBI), que permite que o ciclista saia à frente dos demais veículos em interseções ao receber a indicação verde alguns segundos antes dos demais veículos. Isto reduz o risco de conflitos entre ciclistas e veículos na conversão, além de dar ao ciclista a chance de mudar de faixa ou fazer a conversão à esquerda (mais detalhes no item 2.3.1.3).
- Em interseções com alto volume de bicicletas onde normalmente o ciclista deveria seguir junto a uma travessia de pedestres. O tempo de verde do pedestre não é apropriado para o ciclista, que é mais rápido; assim, um grupo focal específico para ciclista permitiria uma programação semafórica com um tempo de verde para ciclista diferente do tempo de verde do pedestre, possibilitando que o ciclista efetue a travessia legalmente na maior parte do tempo do vermelho intermitente do pedestre.
- Em interseções onde ciclistas normalmente seguiriam grupos focais veiculares, um grupo focal de ciclistas permite a programação de um intervalo de limpeza mais longo, mais adequado à velocidade do ciclista, de forma que ele não seja surpreendido por um veículo em movimento conflitante.

Os critérios da cidade de São Paulo, segundo o Manual De Sinalização Urbana - Espaço Cicloviário³⁹, publicado pela Companhia de Engenharia de Tráfego, encontram-se no item 0 deste Boletim.

³⁸ PEDBIKEINFO – Pedestrian and Bicycle Information Center. Bicycle Signal Heads. 2012

³⁹ CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. Manual De Sinalização Urbana - Espaço Cicloviário (MSU 2020). 2020.

Existe uma grande variedade de configurações de grupos focais no mundo, já que não há uma padronização internacional. Em alguns casos não há uma padronização nacional e, às vezes, nem mesmo uma padronização dentro de uma mesma cidade. Há muitas cidades ou países que não adotam um grupo focal específico para ciclistas; em vez disso, o ciclista segue o grupo focal veicular ou o de pedestre. Há cidades em que podemos encontrar tanto cruzamentos em que o ciclista segue o grupo focal veicular quanto cruzamentos com grupos focais específicos para ciclistas. A Tabela 8 mostra alguns exemplos de diferentes significados dos focos de pedestre e ciclista em cidades da Europa.

Tabela 8: Exemplos de alguns grupos focais de pedestre e ciclista na Europa. [Fonte⁴⁰: HEBENSTREIT, Cornelia et al.]

Focos	Áustria	Alemanha	Reino Unido	Holanda	Itália	França/ Bélgica
	Atravesse	Atravesse	Atravesse com cuidado	Atravesse	Atravesse	Atravesse
	Continue a travessia, prepare-se para o fim da travessia	X	Continue a travessia se já estiver na interseção, mas não inicie a travessia	(voltado a pedestres) conclua a travessia, mas não inicie a travessia	X	X
	Cuidado	Atravesse com cuidado; Usado quando em falha	Cuidado	Atravesse com cuidado; Usado quando em falha	Atravesse com cuidado; Usado quando em falha	X
	X	X	X	(voltado a ciclistas) Foco ficará vermelho logo, pare se possível	Continue a travessia se já estiver na interseção, mas não inicie a travessia	Bélgica: (voltado a ciclistas) Foco ficará vermelho logo, pare se possível
	Não atravesse	Não atravesse	Não atravesse	Não atravesse	Não atravesse	Não atravesse
 	(voltado a ciclistas) Não atravesse, prepare-se para o verde	Não atravesse, prepare-se para o verde	Não atravesse	X	X	X

Obs.: ● - Foco fixo; ⚙ - Foco piscante

Detalhes sobre a programação semaforica para ciclistas encontram-se no item 2.2.1.

⁴⁰ HEBENSTREIT, Cornelia et al. Policy Definition and dynamic Policy Selection Algorithms. Projeto COLOMBO. Nov. 2015.

2.2.1. PROGRAMAÇÃO SEMAFÓRICA COM CICLISTA

A programação semafórica é um método fundamental pelo qual o semáforo acomoda os vários usuários de uma interseção de modo seguro e eficiente. Sob o controle de um grupo semafórico específico para bicicletas, o movimento do ciclista pode ocorrer em um estágio simultaneamente a outros movimentos veiculares compatíveis ou exclusivamente num estágio separado.

A programação para bicicletas pode fornecer estágios com movimentos simultâneos com veículos em frente, verde antecipado para bicicletas, um estágio protegido para bicicletas ou estágios de conversão para bicicletas, conforme sugerido⁴¹ na Tabela 9.

Tabela 9: Cenários de programação de semáforos de bicicleta. [Fonte: MASSACHUSETTS Department of Transportation]

Esquema de estágios	Descrição	Vantagens	Desvantagens
Movimento de ciclista simultâneo ao de conversão veicular (Figura 41)	Fornecer um estágio em que o movimento de ciclista anda simultaneamente com o movimento veicular paralelo	<ul style="list-style-type: none"> • Maior obediência em comparação com os próximos esquemas de estágios 	<ul style="list-style-type: none"> • Não é apropriado em locais com altos volumes de conversão de veículos
Estágio com verde antecipado para o movimento de ciclistas (Figura 42)	Fornecer uma indicação verde antecipada para o foco da bicicleta. O intervalo de antecipação pode fornecer de 3 a 7 segundos de tempo verde para bicicletas antes da indicação verde para o tráfego de veículos simultâneos.	<ul style="list-style-type: none"> • Permite que os ciclistas entrem no cruzamento antes dos veículos motorizados em conversão • Melhor visibilidade para veículos em conversão 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeno aumento dos atrasos e filas de veículos • Conversões simultâneas podem não ser adequadas com volumes maiores de veículos motorizados e/ou ciclistas
Estágio com movimento de ciclista protegido simultâneo com o movimento veicular paralelo (Figura 43 e Figura 44)	Fornecer um estágio em que o movimento de ciclista anda junto com o movimento veicular paralelo. As conversões veiculares à direita e à esquerda que conflitam com o movimento de ciclistas operam sob estágio protegido antes ou depois do movimento do ciclista em frente	<ul style="list-style-type: none"> • Fornece separação total entre veículos motorizados e ciclistas na conversão • Os motoristas não são obrigados a dar a preferência ao fazer conversões 	<ul style="list-style-type: none"> • O estágio semafórico adicional pode aumentar o atraso, exige um tempo de ciclo mais longo • Conversões à direita protegidas requerem a instalação de uma faixa para conversão à direita
Estágio de ciclista protegido (Figura 45)	Fornecer um estágio de ciclista protegido, onde todo o tráfego de veículos motorizados é interrompido. Isso pode ocorrer simultaneamente com um estágio de pedestres paralelo. Pode ser apropriado em locais com programação semafórica complexa para veículos e/ou geometria incomum para instalações de ciclovias, podendo resultar em conflitos inesperados entre os usuários	<ul style="list-style-type: none"> • Fornece separação máxima entre veículos motorizados e ciclistas • Permite conversões de ciclistas através das faixas de veículos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta o atraso para veículos motorizados • Aumenta o atraso para ciclistas

⁴¹ MASSACHUSETTS Department of Transportation – MassDOT. Separated Bike Lane Planning & Design Guide: Chapter 6, Signals. 2017.

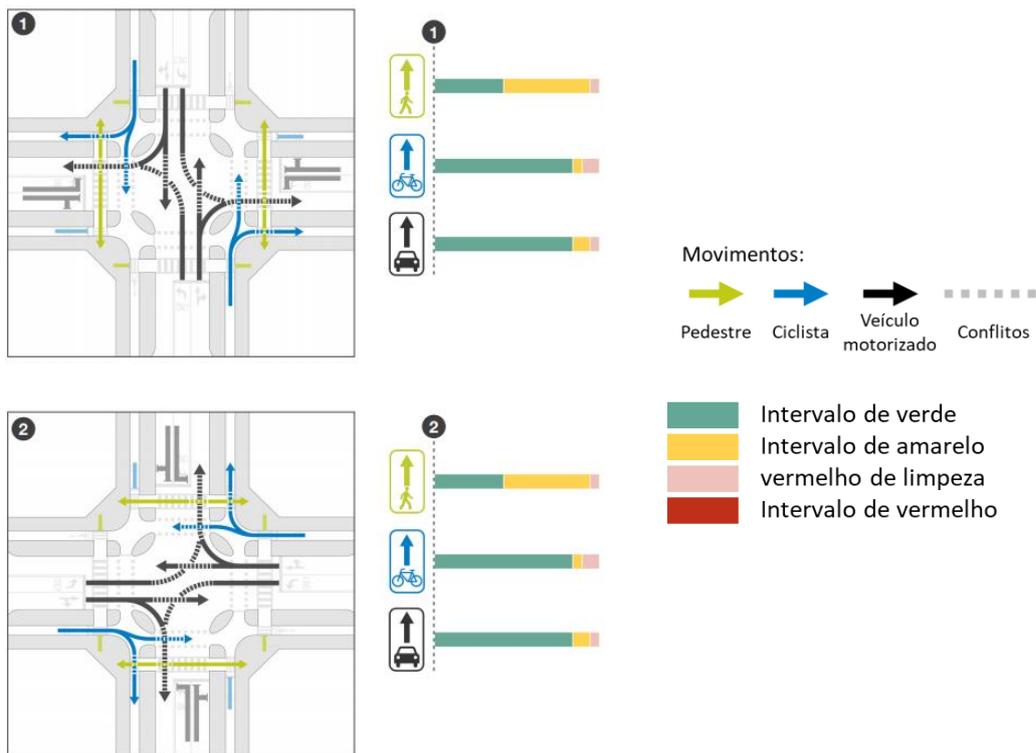


Figura 41: Estágio com o movimento de ciclistas simultâneo com o movimento de conversão veicular (Estágio 1). Obs.: a legenda à direita atende a esta e às próximas quatro figuras. [Fonte: MassDOT]

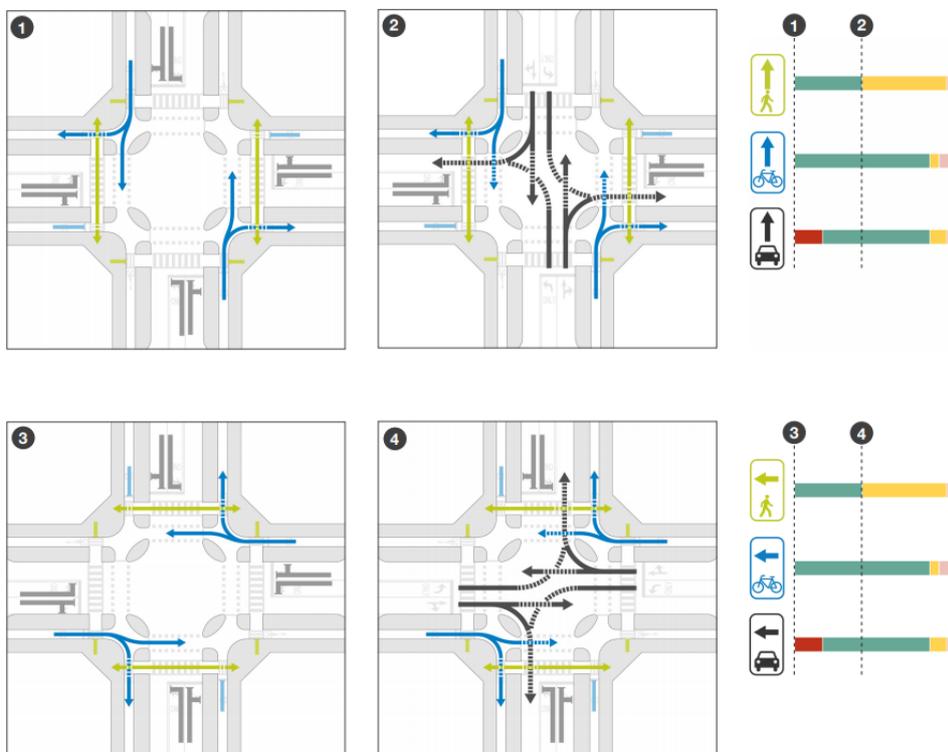


Figura 42: Estágio com verde antecipado para o movimento de ciclistas (Estágio 1). [Fonte: MassDOT]

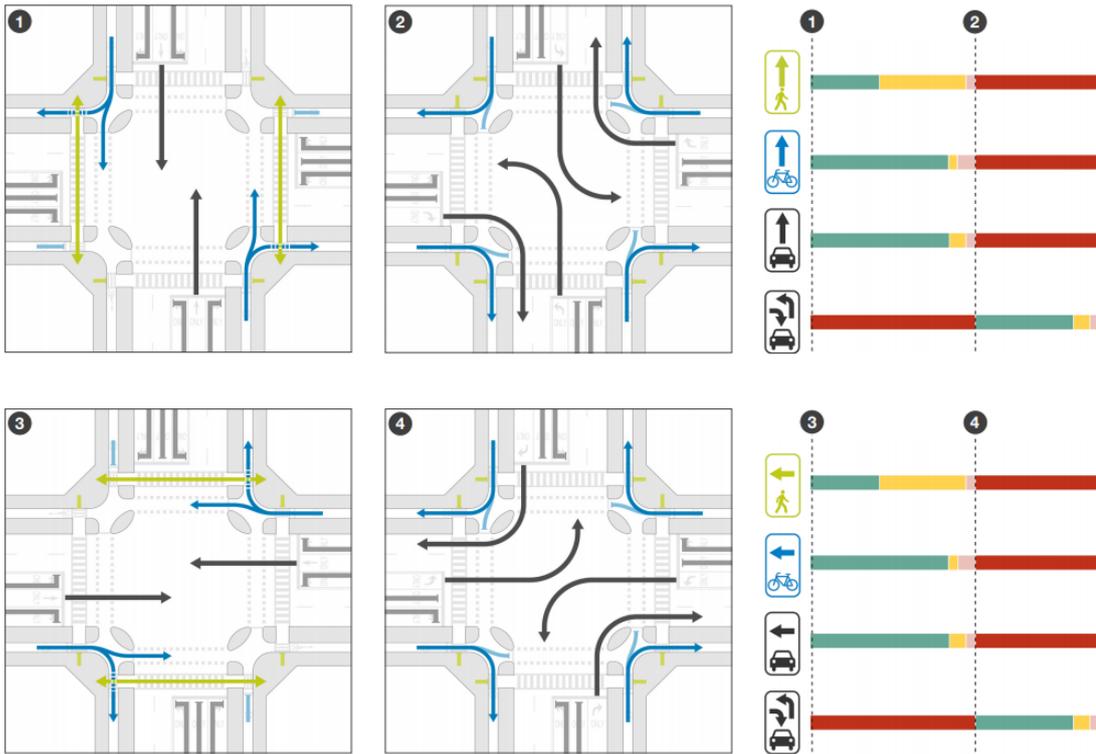


Figura 43: Estágio com movimento de ciclista protegido simultâneo com o movimento veicular paralelo (Estágio 1).
[Fonte: MassDOT]

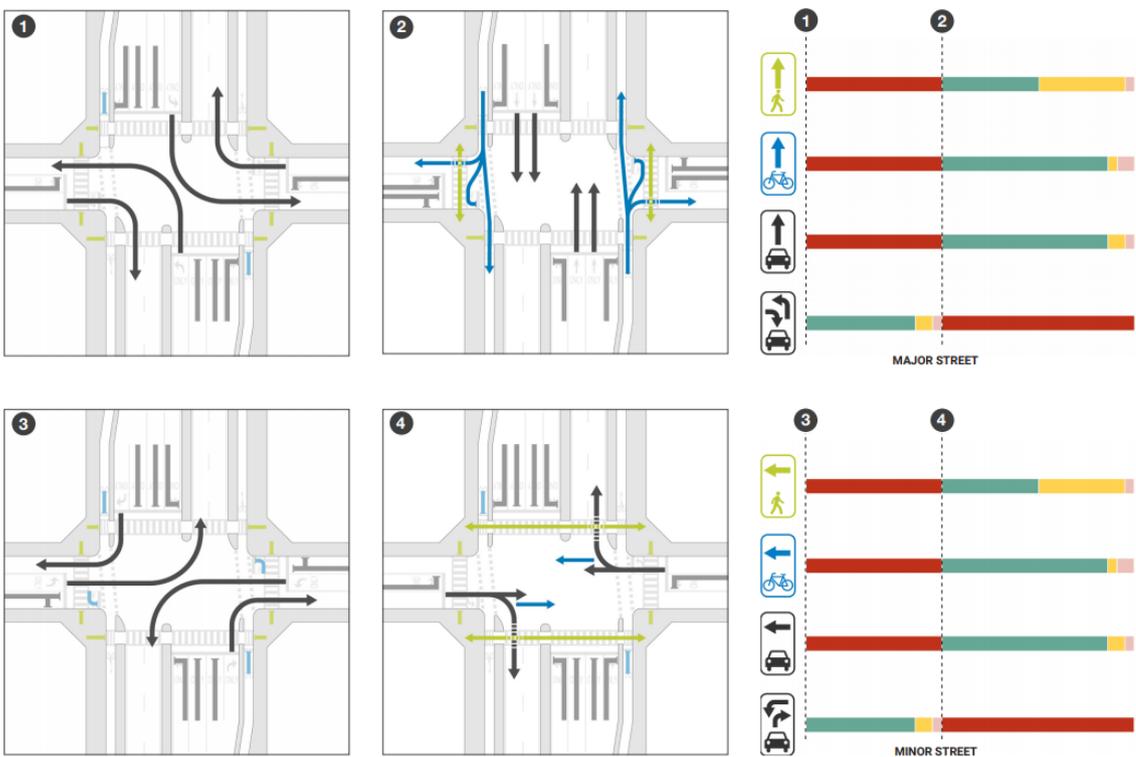


Figura 44: Estágio com movimento de ciclista protegido simultâneo com o movimento veicular paralelo (Estágio 2) para interseção de ruas principais e secundárias. [Fonte: MassDOT]

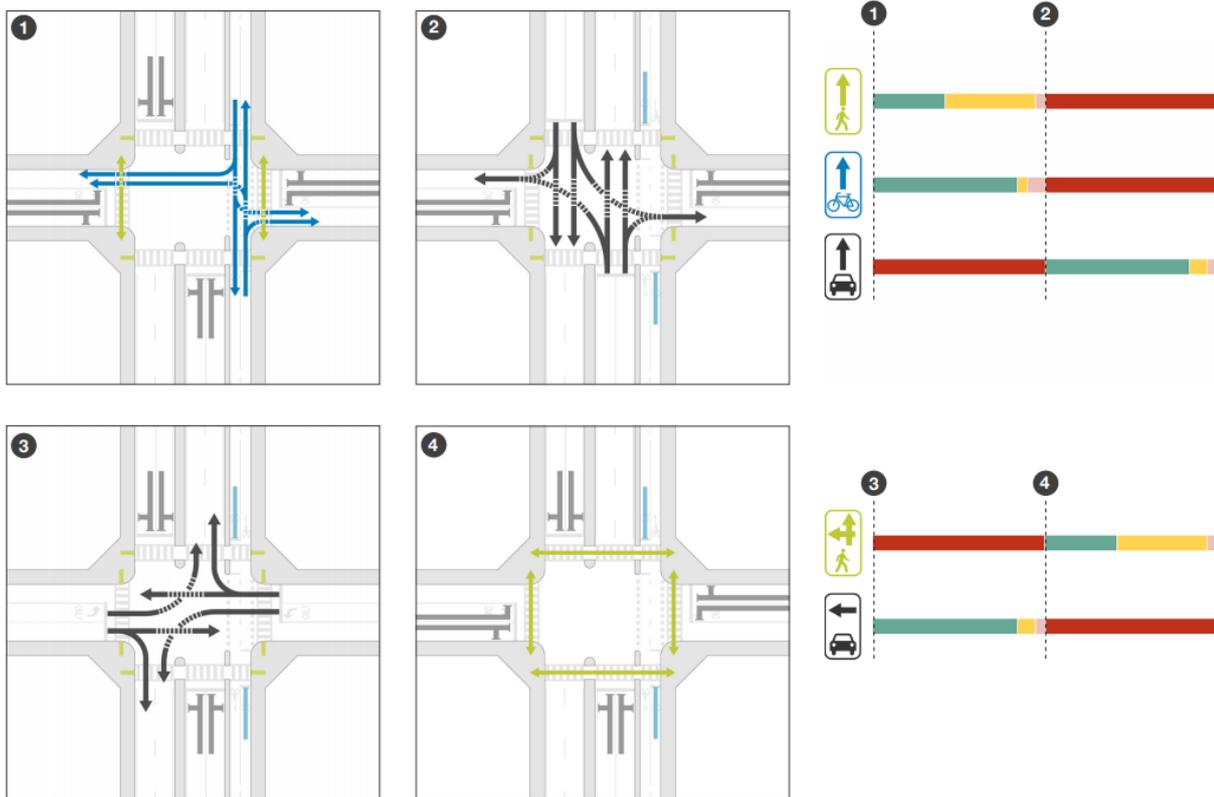


Figura 45: Estágio de bicicleta protegida (Estágio 1). [Fonte: MassDOT]

Os itens a seguir ilustram a variedade de tipos de grupos focais de ciclista no mundo. As estatísticas sobre as ocorrências dos diversos tipos de grupos focais de ciclista podem ser encontradas no Capítulo 4 – Pesquisa Internacional.

2.2.2. FOCO CIRCULAR

O foco circular é o mais comum entre os grupos focais de ciclista encontrados no mundo, mas apresentam uma grande variedade de composições, tamanhos e desenhos de pictogramas. A seguir, alguns exemplos:

- **Três focos de 200 mm⁴².** É o tamanho mais comum encontrado no mundo, assim como o grupo focal de três focos. A Figura 46 mostra vários exemplos, ilustrando também a variedade de estilos de pictogramas, como nas fotos ① a ⑥. Na foto ⑦, é possível ver no destaque um apoio de mão usado pelo ciclista enquanto aguarda a abertura do semáforo. Em ⑧, embora o cobre foco seja quadrado, o foco é circular. Nas três últimas fotos, vemos o grupo focal associado a uma placa de reforço, comum em cidades americanas, tanto que na foto ⑪ o pictograma é dispensado pelo uso da placa. O grupo focal horizontal mostrado em ⑩ não é raro nos Estados Unidos, embora a maioria seja vertical.

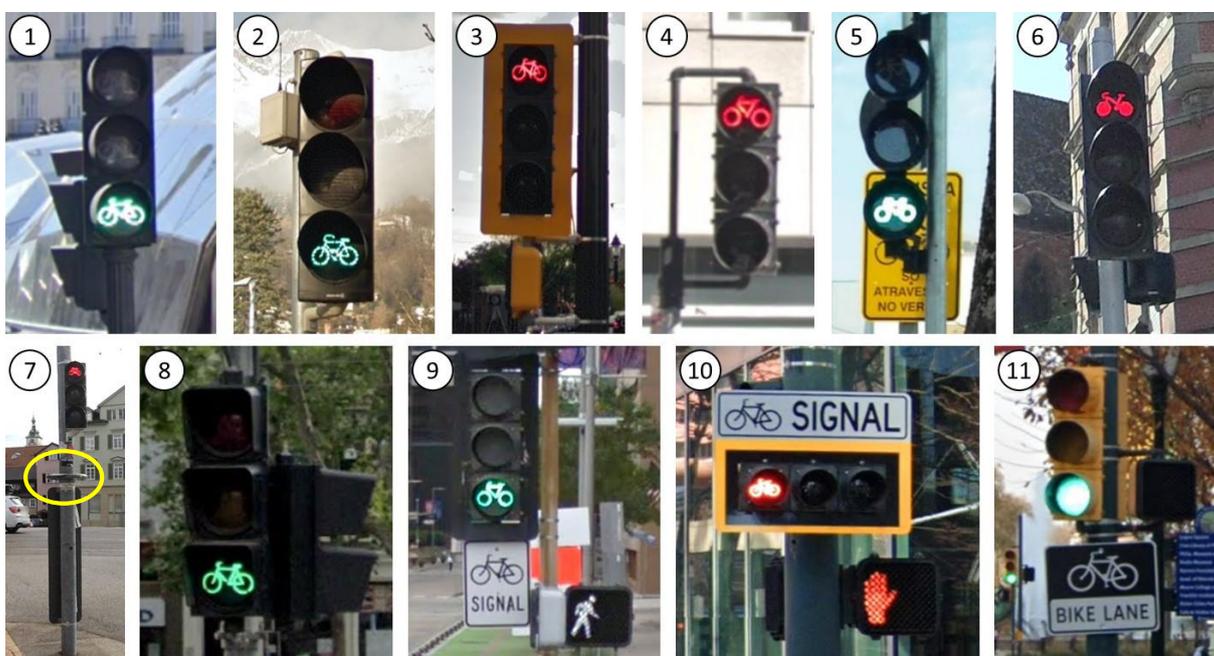


Figura 46: Exemplos de grupos focais com três focos circulares: Madri, Espanha ①; Innsbruck, Áustria ②; Edmonton, Canadá ③; San Francisco, EUA ④; São Paulo, Brasil ⑤; Estrasburgo, França ⑥; Stuttgart, Alemanha ⑦; Melbourne, Austrália ⑧; Houston, EUA ⑨; Denver, EUA ⑩ e Filadélfia, EUA ⑪.

[Fotos: Google Maps, exceto ⑥, ⑦ Mapillary e ⑤ CET São Paulo]

⁴² As medidas de 200 mm e 300 mm apresentadas aqui são aproximadas, já que, na maioria dos casos, não foi possível apurar a medida exata.

- **Dois focos de 200 mm.** Na Figura 47, são mostrados alguns exemplos de grupos focais de ciclista com dois focos. Geralmente são usados em travessias em que o ciclista atravessa ao lado do pedestre, embora haja casos em que são posicionados junto ao grupo focal veicular (Foto ⑤).



Figura 47: Exemplos de grupos focais com dois focos circulares: Santiago, Chile ①; Istambul, Turquia ②; Cidade da Guatemala, Guatemala ③; Colônia, Alemanha ④ e Varsóvia, Polônia ⑤. [Fotos: Google Maps, exceto ④ Mapillary]

- **Um foco de 200 mm.** Embora sejam raros, na Figura 48 vemos alguns exemplos de grupos focais com um único foco para ciclista. Geralmente, as cores verde e vermelha se alternam no mesmo foco, como em ① e ②. Em ② e ③ o grupo focal de ciclista está associado a um grupo focal de pedestre (v. item 2.2.5), mas as fases não são necessariamente coincidentes. Em ③ há um grupo focal do tipo *toucan* (v. item 2.3.1.11) em que o foco verde do ciclista se acende junto com a fase verde do pedestre, mas permanece apagado em sua fase vermelha. Grupos focais com um único foco de ciclista podem ser encontrados, entre outras, em Lima (Peru), Hangzhou (China), Sevilha (Espanha) e Taipé (Taiwan), e grupos focais do tipo *toucan* com um único foco de ciclista podem ser encontrados em várias cidades britânicas, como Birmingham, Edimburgo, Glasgow, Leeds e Southampton.



Figura 48: Exemplos de grupos focais de ciclista com um único foco em Sevilha, Espanha ①; Taipé, Taiwan ② e Edimburgo, Reino Unido ③. [Fotos: Google Maps]

- **Quatro focos de 100 mm.** Na Figura 49, é possível ver um exemplo de grupo focal de ciclista com quatro focos, sendo dois vermelhos, além de um sensor por aproximação para a travessia de pedestre deficiente visual (amarelo). Pode ser encontrado em algumas cidades europeias, como Hannover, Viena e Bordeaux; embora não seja o padrão nessas cidades, é usado em cruzamentos mais movimentados.



CLÁUDIO PIRES E. A. DE SOUZA/ CET

Figura 49: Grupo focal de 4 focos em Viena, Áustria.

- **Focos de 300 mm.** São mais comuns na Ásia, especialmente na China. Podem apresentar-se com dois ou três focos, podendo, em alguns casos, ter contador regressivo e seta. Em alguns casos, não têm pictograma, pois a segregação da ciclofaixa é bem nítida. Alguns exemplos nas imagens ①, ② e ③ da Figura 50.



Figura 50: Exemplos de focos de 300 mm: Kuala Lumpur, Malásia ①; Xangai, China ② e Pequim, China ③. [Fotos: Google Maps, exceto ② Mapillary]

2.2.3. GRUPO FOCAL PEQUENO

Consideramos grupo focal pequeno aquele que tem focos de aproximadamente 80 a 100 milímetros de diâmetro. São muito comuns na Europa, principalmente na Alemanha, Dinamarca e França. Nem sempre são específicos para ciclistas, pois, em muitos casos, são usados como repetidores de grupos focais veiculares, geralmente posicionados a baixa altura (entre 1,0 m e 1,2 m) e em ângulo de 45°, para poderem ser facilmente visualizados por motoristas e ciclistas parados logo atrás da linha de retenção. No caso de ciclistas, todos os casos verificados são circulares e com três focos; em alguns países, como a Holanda e Dinamarca, são repetidores baixos de outros grupos focais mais altos, na própria coluna ou em braço projetado (v. item 2.2.6). Em outros casos, são fixados apenas numa pequena coluna.

A Figura 51 mostra alguns exemplos de grupos focais pequenos para ciclistas com pictograma de bicicleta. Na foto ① o grupo focal é posicionado a uma altura média, para poder acomodar uma botoeira logo abaixo. Na foto ②, há um pequeno foco fixo logo acima do foco vermelho, com a mensagem “semáforo”. As fotos ③ e ④ mostram as configurações mais comuns, com o grupo focal baixo em coluna baixa. A foto ⑤ mostra um grupo focal pequeno excepcionalmente alto, compartilhando a coluna com um grupo focal veicular comum.

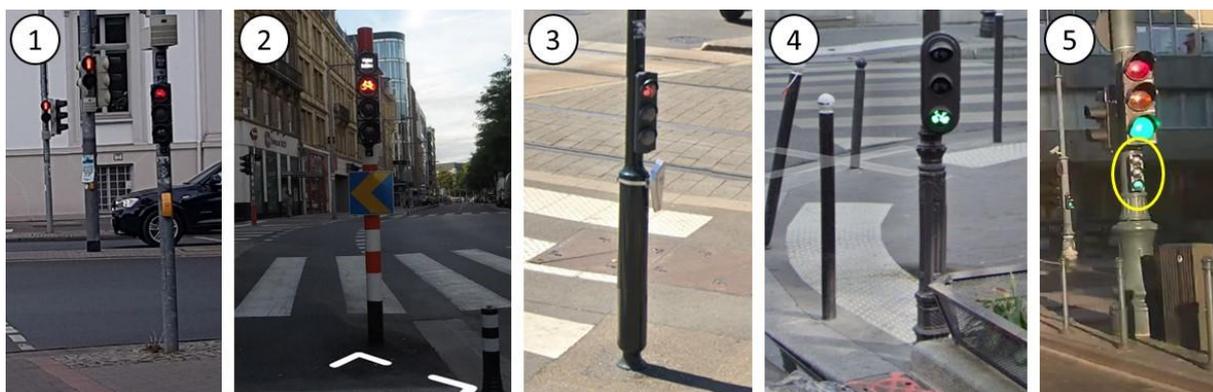


Figura 51: Exemplos de grupos focais de ciclista pequenos com pictograma: Hannover, Alemanha ①; Luxemburgo, Luxemburgo ②; Nantes, França ③; Paris, França ④ e Vilna, Lituânia ⑤.
[Fotos: Mapillary ①, ②, ⑤ e Google Maps ③, ④]

Em alguns casos, o grupo focal pequeno não possui pictograma no foco. A Figura 52 mostra alguns exemplos; nas fotos ①, ② e ③ é incluído um foco extra, fixo, geralmente azul com pictograma branco, usado comumente em países nórdicos, como Dinamarca, Suécia, Noruega e Finlândia. Na foto ④ vemos um caso excepcional, em que há dois focos vermelhos; não é específico de ciclistas, mas a placa triangular abaixo do grupo focal indica que o ciclista pode passar na fase vermelha em caso de conversão à direita (v. item 2.3.1.7).



Figura 52: Exemplos de grupos focais pequenos de ciclista sem pictograma: Copenhagen, Dinamarca ①; Helsinki, Finlândia ②; Oslo, Noruega ③ e Bordeaux, França ④.
[Fotos: Cycle Superhighway ①, Mapillary, ②, ③ e Google Maps ④]

2.2.4. GRUPO FOCAL QUADRADO

Os grupos focais com focos quadrados (ou retangulares) para ciclistas são minoria em relação aos circulares: cerca de 10% das cidades pesquisadas usam este tipo de grupo focal, quase sempre associado à travessia junto ao pedestre, com dois a três focos, dependendo do número de focos adotado para o grupo focal de pedestre.

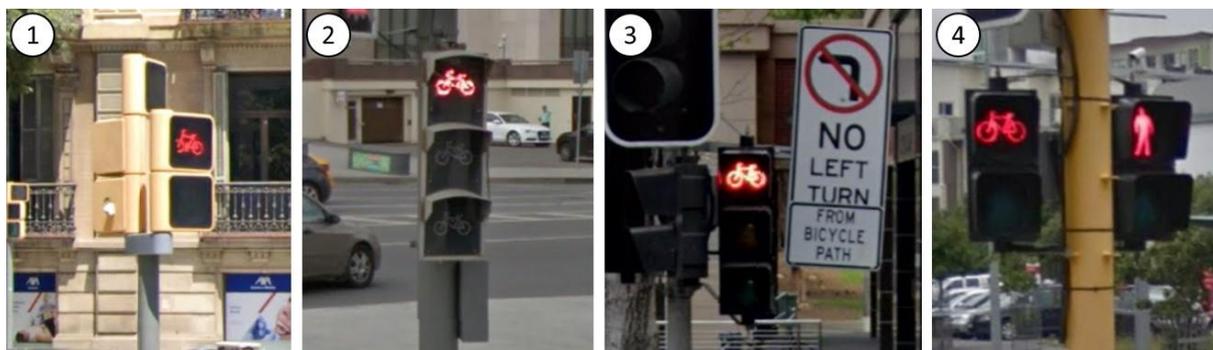


Figura 53: Exemplos de grupo focal quadrado de ciclista: Barcelona, Espanha ①; Moscou, Rússia ②; Sydney, Austrália ③ e Wellington, Nova Zelândia ④. [Fotos: Google Maps]

2.2.5. INTERAÇÃO DO CICLISTA COM PEDESTRE

A interação do grupo focal de ciclista com o de pedestre pode ocorrer de diversas formas; a mais comum, muito usada na Europa, usa pictogramas de pedestre e ciclista no mesmo foco. A Figura 54 mostra alguns exemplos com dois focos. As fotos ① a ④ mostram os tipos mais comuns, com dois focos circulares e o pictograma do pedestre acima do ciclista. As fotos ⑤ e ⑥ mostram exemplos de focos quadrados, e as fotos ⑥, ⑦ e ⑧ exemplificam pictogramas de pedestre e ciclista lado a lado.

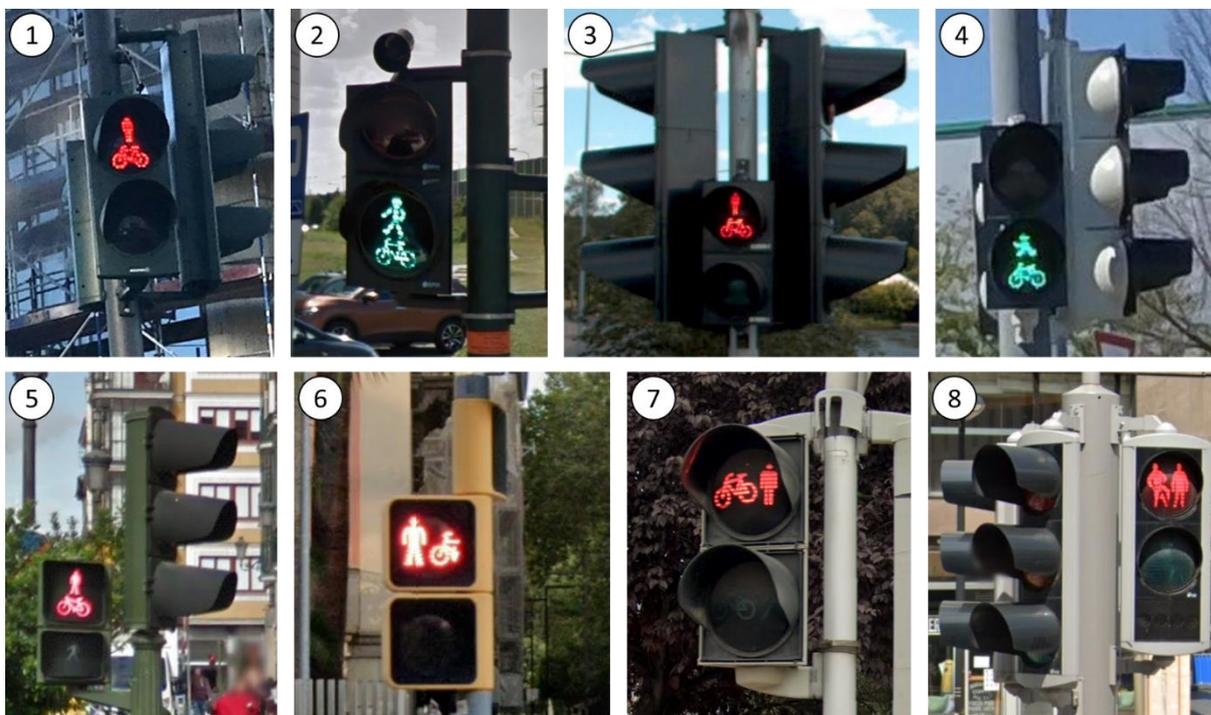


Figura 54: Exemplos de grupos focais de ciclista compartilhados com pedestre: Bonn, Alemanha ①; Cracóvia, Polônia ②; Vilna, Lituânia ③; Dresden, Alemanha ④; Madri, Espanha ⑤; Barcelona, Espanha ⑥; Budapeste, Hungria ⑦ e Bruxelas, Bélgica ⑧. [Fotos: Google Maps, exceto ①, ③, ④ Mapillary]

A Figura 55 mostra modelos mais raros. Nas fotos ① e ②, os grupos focais têm três focos, o que ocorre, geralmente, em cidades onde o grupo focal de pedestres também tem três focos. No caso de ②, há dois focos vermelhos. As duas últimas fotos mostram grupos focais do tipo toucan, sendo ③ o modelo mais antigo – embora ainda em uso em alguns locais – e ④ o tipo mais novo (mais informações sobre o grupo focal do tipo toucan no item 2.3.1.11).

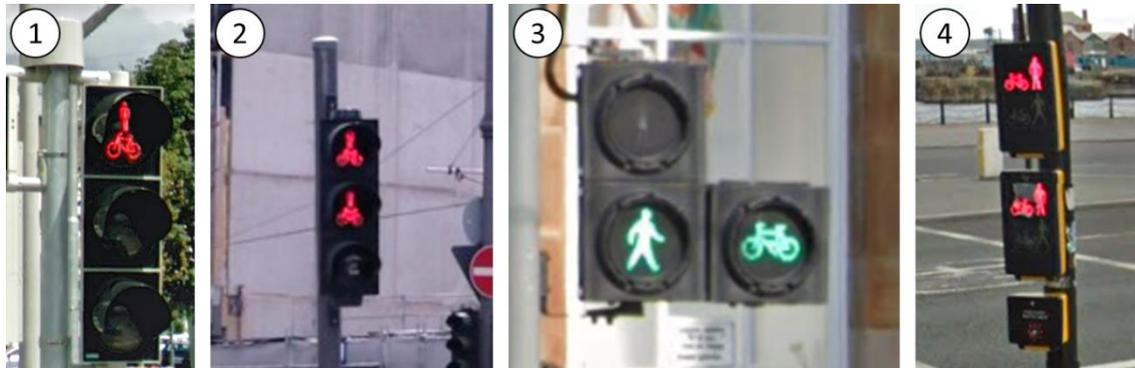


Figura 55: Outros exemplos de grupos focais compartilhados: Innsbruck, Áustria ①; Colônia, Alemanha ②; Edimburgo, Reino Unido ③ e Liverpool, Reino Unido ④. [Fotos: Google Maps exceto ② Mapillary]

Há casos em que os grupos focais de ciclista e pedestre funcionam lado a lado, seguindo a mesma programação ou programações independentes. A Figura 56 mostra alguns exemplos. As fotos ①, ③, ④ e ⑤ mostram grupos focais de ciclista com três focos circulares, sendo que a foto ① tem três focos de pedestres e as demais têm dois. A foto ② é semelhante às três seguintes, exceto pelo formato dos focos, que são quadrados. A foto ⑤ mostra um grupo focal de ciclista com o pictograma apenas no foco fixo azul. Nas fotos ⑥ e ⑦, os grupos focais de ciclista têm dois focos. As fotos ⑦, ⑧ e ⑨ mostram os grupos focais de ciclista e pedestre alinhados verticalmente, o que é menos comum do que a configuração lado a lado. Em ⑧ e ⑨ há um único foco de ciclista, que se alterna entre vermelho e verde. A foto ⑩ mostra o grupo focal de ciclista com a mensagem “BIKES WAIT” ao lado de um grupo focal de pedestre, em um conjunto semafórico do tipo HAWK (mais informações no item 2.3.1.11).

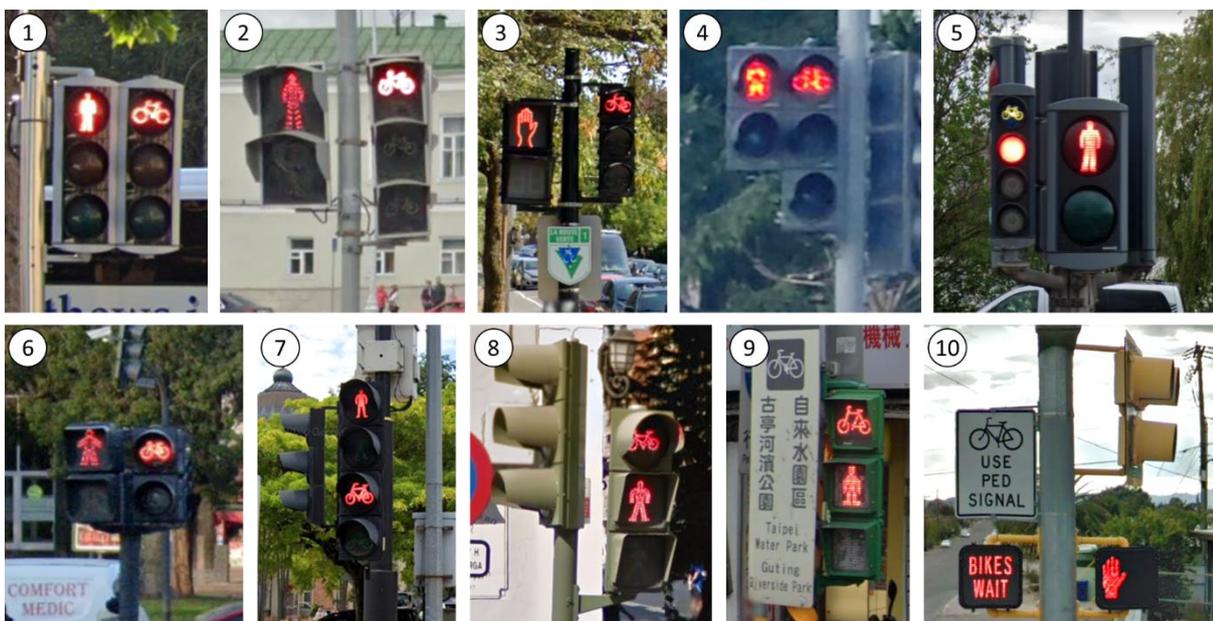


Figura 56: Exemplos de grupos focais de ciclista associados a pedestres: Dublin, Irlanda ①; Moscou, Rússia ②; Montreal, Canadá ③; Liubliana, Eslovênia ④; Copenhague, Dinamarca ⑤; Buenos Aires, Argentina ⑥; Kuala Lumpur, Malásia ⑦; Sevilha, Espanha ⑧; Taipé, Taiwan ⑨ e Tucson, EUA ⑩. [Fotos: Google Maps exceto ④ Mapillary].

2.2.6. COLUNA COM DOIS GRUPOS FOCAIS

São relativamente comuns as instalações de semáforos para ciclista com dois grupos focais na mesma estrutura, conforme exemplificado na Figura 57. As fotos ① a ⑤ mostram os casos mais comuns, em que há dois grupos focais na mesma coluna, sendo o mais baixo com focos pequenos. A foto ① mostra também uma botoeira para travessia e dois grupos focais pequenos de ciclista voltados para aproximações diferentes. Geralmente, todos os focos possuem o pictograma de bicicleta, mas há casos em que isto não é necessário, pois o contexto não deixa dúvidas de que são direcionados a ciclistas, conforme pode ser visto na foto ⑤ e em várias cidades holandesas. Outro exemplo é o da foto ⑥, em que o pictograma existe apenas em um foco fixo azul, acima dos outros três; no exemplo da foto, há uma configuração comum na Dinamarca, mas raro em outros países, em que há dois grupos focais de ciclista pequenos, um na coluna e outro no braço projetado. Configuração semelhante, mas com grupos focais maiores, pode ser vista na foto ⑦.

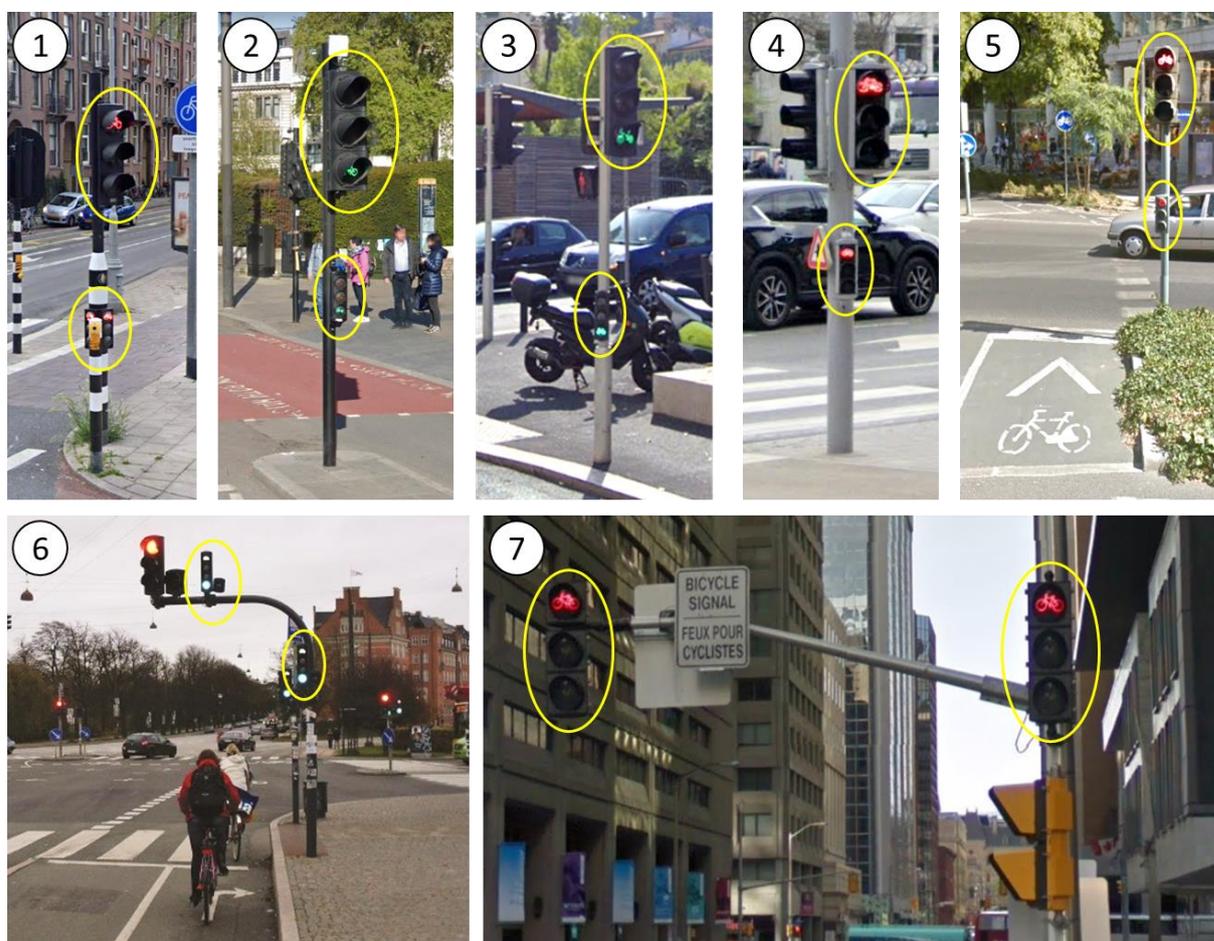


Figura 57: Exemplos de configurações com dois grupos focais de ciclista: Amsterdã, Holanda ①; Londres, Reino Unido ②; Nice, França ③; Bruxelas, Bélgica ④; Lisboa, Portugal ⑤; Copenhague, Dinamarca ⑥ e Ottawa, Canadá ⑦.
[Fotos: Google Maps, exceto ⑥ Troels Andersen/ Cycling Solutions]

2.2.7. INTERAÇÃO COM OUTROS GRUPOS FOCAIS

A Figura 58 mostra a interação de grupos focais de ciclista com outras sinalizações semaforicas. Na foto ①, com um grupo focal veicular com contador regressivo; em ②, com um grupo focal veicular comum; em ③, um grupo focal de ciclista pequeno com um grupo focal veicular com seta (destaque) e um grupo focal de pedestre; em ④ com um grupo focal de pedestre. A foto ⑤ mostra a interação com um grupo focal veicular com seta (destaque) em um cruzamento com verde simultâneo para ciclista, conforme se verifica pela sinalização vertical (mais informações no item 2.3.1.4).

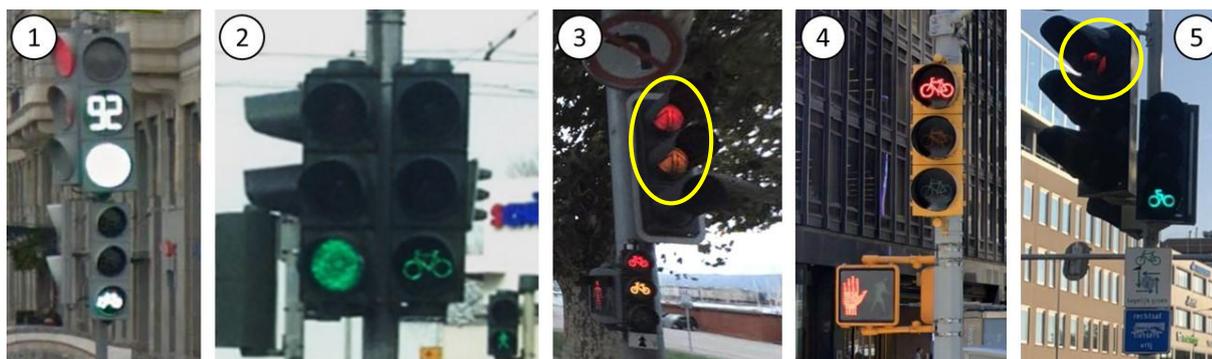


Figura 58: Exemplos de interação com outros grupos focais: Moscou, Rússia ①; Nuremberg, Alemanha ②; Genebra, Suíça ③; Nova York, EUA ④ e Groningen, Holanda ⑤. [Fotos: Google Maps ①, ④ e Mapillary ②, ③ e ⑤].

2.2.8. GRUPO FOCAL COM SETA

Da mesma forma que ocorre com os grupos focais veiculares, os grupos focais de ciclistas também podem apresentar pictograma de seta para indicar os movimentos permitidos ou proibidos. A Figura 59 mostra alguns exemplos. O pictograma de seta pode vir no mesmo foco do pictograma da bicicleta, como em ①, ③, ④ e ⑤ ou em focos separados, como em ②, onde o foco com a bicicleta é fixo. A seta também

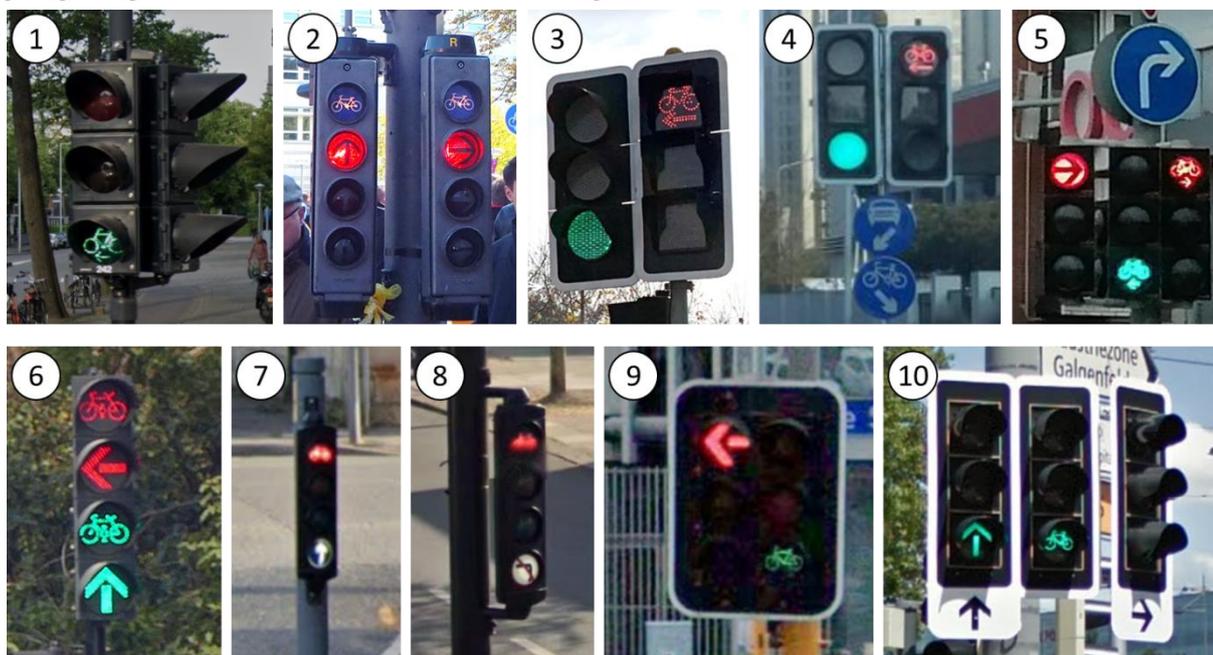


Figura 59: Grupos focais com seta pelo mundo: Amsterdã, Holanda ①; Berlim, Alemanha ②; Xangai, China ③ e ④; Dortmund, Alemanha ⑤; Hangzhou, China ⑥; Glasgow, Reino Unido ⑦; Londres, Reino Unido ⑧; Auckland, Nova Zelândia ⑨ e Berna, Suíça ⑩. [Fotos: Google Maps ① ⑦ ⑧ ⑨ ⑩, Cláudio P. e A. de Souza/CET ②, Mapillary ③ ④ ⑤, Paul Starkey/Ashden ⑥]

pode ser fixa, indicando sentido obrigatório (⑦) e conversão proibida (⑧). Em ⑥, cada pictograma de seta e bicicleta ocupa um único foco, que alterna entre verde e vermelho. Os grupos focais de ciclista também podem ser montados ao lado de grupos focais veiculares funcionando de forma independente, com a seta no grupo focal do ciclista (③ e ④) ou no grupo focal veicular (⑨ e ⑩).

2.2.9. OUTROS

Com contador Regressivo

A Figura 60 mostra exemplos de grupos focais de ciclista com contador regressivo. O grupo focal em ① é composto por um único foco para ciclista, que se alterna entre vermelho e verde na parte inferior e um display numérico que também se alterna entre vermelho e verde na parte superior. No grupo focal ②, o display fica entre os focos vermelho e verde, que não têm pictograma pois são voltados diretamente para uma ciclofaixa; estes focos têm cerca de 250 mm de diâmetro. O grupo focal ③ é semelhante ao ②, mas possui pictograma de bicicleta nos focos, que têm cerca de 300 mm. O contador ④, implantado na cidade dinamarquesa de Gentofte em 2017, não é um grupo focal, mas um contador com barras que diminuem de tamanho durante a fase vermelha do semáforo. A coluna com o contador é posicionada vários metros antes do cruzamento para que o ciclista ajuste sua velocidade com a devida antecedência. A mensagem no painel diz “tempo até o verde”. É usado em áreas urbanas pouco densas. Em 2019 foi implantado o grupo focal mostrado em ⑤. Diferentemente do anterior, é mais indicado em áreas urbanas mais densas, onde não há espaço para a instalação de uma coluna antes do cruzamento. O contador é instalado na própria interseção, ao lado do grupo focal de ciclista. Consta de um círculo de LEDs que vão se apagando à medida que a fase vermelha transcorre. A mensagem no centro diz “aguarde”.

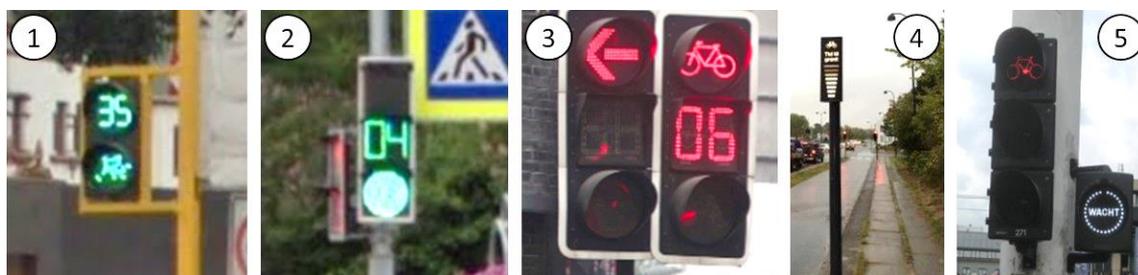


Figura 60: Grupos focais de ciclista com contador regressivo em Lima, Peru ①; São Petersburgo, Rússia ②, Xangai, China ③, Gentofte, Dinamarca ④ e Copenhague, Dinamarca ⑤.
[Fotos: Google Maps ① ②, Reuters/ Voanews ③ e Super Cykelstier ④ ⑤]

Pictograma Negativo

Há raras cidades que adotam o pictograma negativo, isto é, o foco tem as cores convencionais de fundo, mas os pictogramas são pretos. Embora as cores dos focos sejam mais visíveis a distância, é mais difícil identificar os pictogramas. Utiliza uma máscara sobre a lente de foco com lâmpada convencional, mas é impraticável com focos de LED. Em Bratislava (Eslováquia) e Budapeste (Hungria) é possível ver focos de ciclista com pictograma negativo. Em Genebra (Suíça), os pictogramas de setas são negativos.



Figura 61: Pictograma negativo de bicicleta em Bratislava, Eslováquia.

Prioridade na conversão

Assim como no caso dos contadores regressivos, outros dispositivos auxiliares podem ser instalados em conjunto com o grupo focal. O exemplo da Figura 62 mostra um foco extra, ao lado do grupo focal veicular, instalado em um cruzamento da cidade de Haia, na Holanda. O foco, que se acende simultaneamente com o foco verde, alerta o motorista em conversão à direita, que deverá dar preferência aos pedestres e ciclistas que atravessam a via transversal, pois não há um estágio de travessia separado para estes.



Figura 62: Foco de prioridade na conversão em Haia, Holanda.

Cor do grupo focal

A forma mais comum de se diferenciar os grupos focais de ciclista dos demais grupos focais é por meio de pictogramas de bicicleta nos focos. Também é possível identificá-los por tamanho e altura reduzidos, ou uma combinação de tudo isso, conforme exemplificado nos itens 2.2.2 a 2.2.8. Em alguns países, é possível ainda adotar mais um recurso para chamar a atenção dos usuários da via sobre a presença de um grupo focal de ciclista e destacá-lo dos demais: a cor da caixa do foco ou do anteparo. No caso do Canadá, por exemplo, a caixa do foco semafórico veicular é normalmente amarela, enquanto algumas cidades adotam a caixa preta somente para o grupo focal de ciclista, como na Figura 63.



Figura 63: Grupo focal canadense com caixa amarela (veicular) e preta (ciclista).

2.3. ESTRATÉGIAS

Não há uma solução única para o tratamento de ciclistas nas vias e cruzamentos das grandes cidades do mundo. Cada cidade e cada país têm as suas características próprias, sua cultura ciclística, sua história de relacionamento com as bicicletas, sua maior ou menor consciência ambiental e até características topográficas e climáticas. Holanda e Dinamarca, por exemplo, que têm uma longa história de relacionamento com bicicletas, além de cultura, geografia e clima semelhantes, nem sempre adotam as mesmas soluções. As cidades holandesas dão preferência a vias cicláveis totalmente segregadas, no passeio ou na pista de rolamento, enquanto nas cidades dinamarquesas é comum vermos ciclofaixas disputando espaço com as faixas de rolamento. Não há como afirmar qual é a melhor. A solução holandesa parece mais segura para os ciclistas, enquanto a dinamarquesa é de implantação mais viável na maioria das cidades, pois não requer grandes e caras adaptações em vias feitas para carros.

As cidades americanas, canadenses e australianas, por sua vez, com seu projeto mais moderno e ruas largas ainda dominadas por automóveis, preferem vias segregadas na pista de rolamento nas áreas mais centrais e faixas compartilhadas nos subúrbios residenciais. Outras cidades adotam soluções mais simples, com pouco impacto na malha viária, como a implantação de ciclovias em parques (Ottawa, Praga, Sydney), às margens de rios (Genebra, Roma, São Paulo) e na orla marítima (Istambul, Marselha, Rio de Janeiro) ou aproveitando o leito de antigas ferrovias (Liverpool, Miami, Seattle). Naturalmente, estas soluções não são exclusivas; uma cidade pode adotar várias ao mesmo tempo.

A seguir, apresentamos algumas ideias e estratégias relativas a estruturas urbanas para ciclistas que têm sido adotadas no mundo. Estas descrições são apenas de caráter informativo e de formação de conhecimento, não devendo ser interpretadas como propostas ou sugestões de implantação nas cidades brasileiras sem às devidas adaptações à nossa cultura ciclística e à nossa legislação.

2.3.1. OTIMIZAÇÃO DA INTERSEÇÃO

Automóveis, pedestres, ciclistas, ônibus, bondes, motocicletas, todos são modos legítimos de deslocamento que precisam compartilhar espaço na via pública e nos cruzamentos. Cada segundo de direito de passagem no cruzamento dado a um, geralmente precisa ser tirado do outro. Por isso, é preciso encontrar soluções para minimizar o tempo perdido de cada um em interseções. A Figura 64 ilustra alguns exemplos de medidas que serão mostradas nos próximos itens.

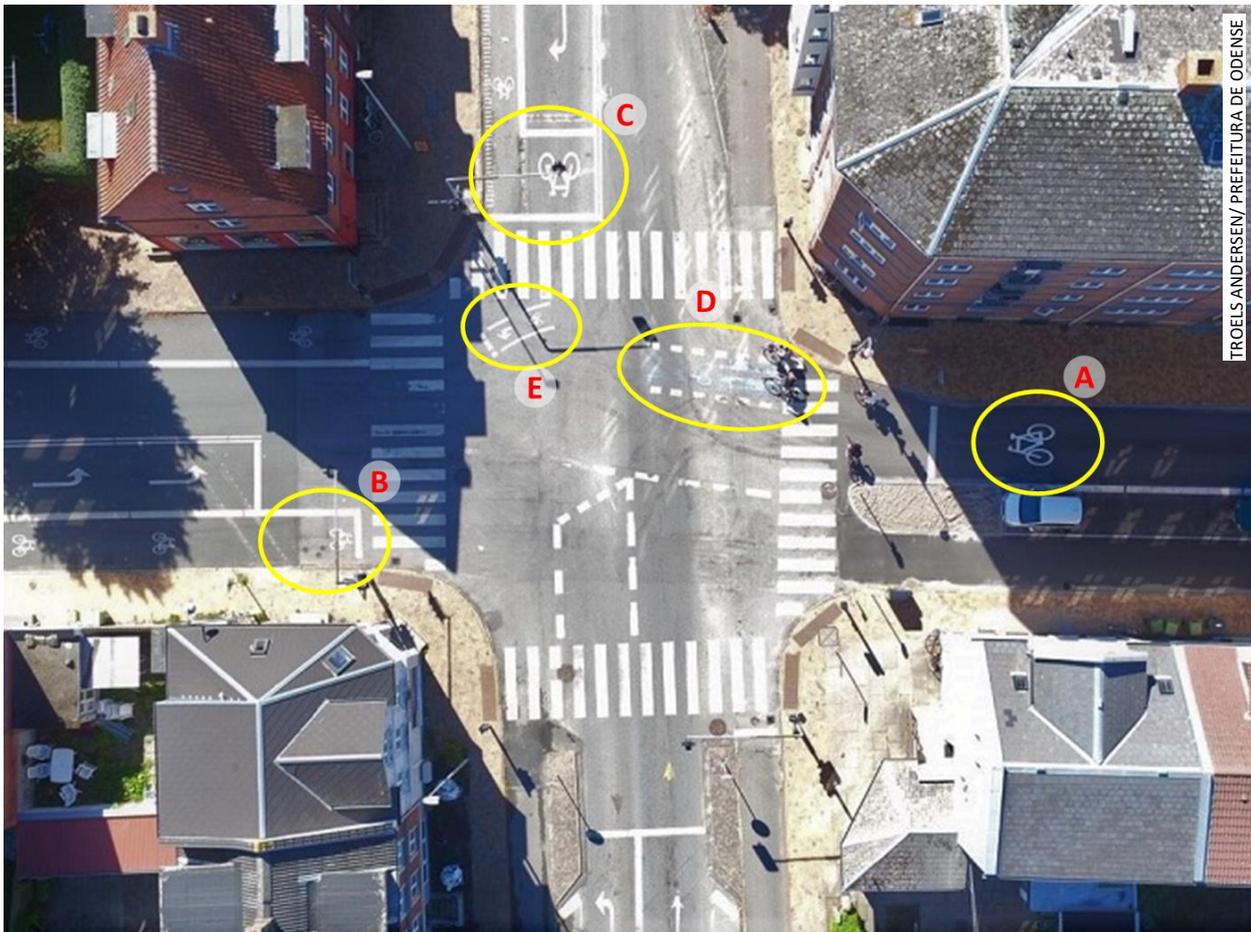


Figura 64: Interseção na cidade de Odense, Dinamarca.

No destaque (A) vemos uma rua exclusiva para ciclistas. Em (B), uma retenção avançada de ciclistas. Em (C), uma área de espera (*bike box*). Em (D), há um prolongamento da demarcação de ciclofaixa ao longo da interseção. Em (E), vemos uma área de espera para conversão à esquerda do ciclista.

A seguir, são apresentadas essas e outras opções adotadas no mundo.

2.3.1.1. RETENÇÃO AVANÇADA PARA CICLISTAS (ADVANCED STOP LINE)

A linha de retenção do semáforo é avançada para o ciclista em relação à retenção dos veículos motorizados. Esta opção dá ao ciclista que seguirá em frente uma maior segurança na abertura do semáforo, especialmente em relação aos veículos motorizados que precisarão cruzar a ciclofaixa no movimento de conversão. Esta medida é especialmente recomendada para se evitar acidentes entre bicicletas e caminhões na conversão, pois, sem ela, o ciclista se posiciona no ponto cego do motorista de caminhão. É comum a retenção avançada estar associada com uma área de espera do tipo *bike box* (v. item 2.3.1.2). Alguns exemplos podem ser encontrados nas cidades de Berna (Suíça), Helsinki (Finlândia), Odense (Dinamarca) e Riga (Letônia).



Figura 65: Retenção antecipada em Riga, Letônia.

2.3.1.2. ÁREA DE ESPERA PARA CICLISTAS (BIKE BOX OU CYCLE POCKET)

A área de espera para ciclistas, ou *bike box*, é uma área reservada para ciclistas demarcada entre a linha de retenção veicular e a linha de retenção avançada para ciclistas, sinalizada por pintura no pavimento. Diferentemente do que ocorre com motos, no entanto, as áreas de espera de ciclistas raramente ficam isoladas, mas conectadas a uma ciclofaixa. Esta solução permite que os ciclistas aguardem com mais segurança a abertura do semáforo à frente dos demais veículos. Sem esta medida, há o risco de os ciclistas pararem fora da ciclofaixa, na pista de rolamento, ou além da linha de retenção, sobre a travessia de pedestres. Deve ser evitada, porém, em vias com tráfego de veículos pesados, pois ciclistas parados exatamente à frente de um caminhão podem não ser visíveis ao motorista.

Segundo Barnabé⁴³,

Para os acidentes nos cruzamentos, a CET iniciou em 24 de abril de 2013, um projeto simples e de baixo custo denominado “Área de Espera para Motos e Bicicletas” inserido entre a faixa de travessia de pedestres e a linha de retenção. A origem desse projeto está simultaneamente na observação do comportamento dos próprios motociclistas na cidade e na experiência internacional.

[...] Por outro lado, em 2011, Barcelona divulgava a experiência positiva das ZAMs (Zonas Avançadas para Motocicletas) que, segundo as autoridades locais, reduzem em 90% as situações de risco pra motocicletas. As ZAMs melhoravam a visibilidade dos motociclistas, dos pedestres e dos motoristas além de garantir um início de marcha sem interferência para as motocicletas.

Esta sinalização foi originalmente usada no Brasil, de forma experimental pela CET de São Paulo, dentro do projeto chamado de Frente Segura, que foi posteriormente regulamentado pela Res. CONTRAN 550/15 e posteriormente pela Lei 14.071/20.

⁴³ BARNABÉ, Sérgio. Frente Segura - Motocicletas e Bicicletas – Nota Técnica 255. 2017.

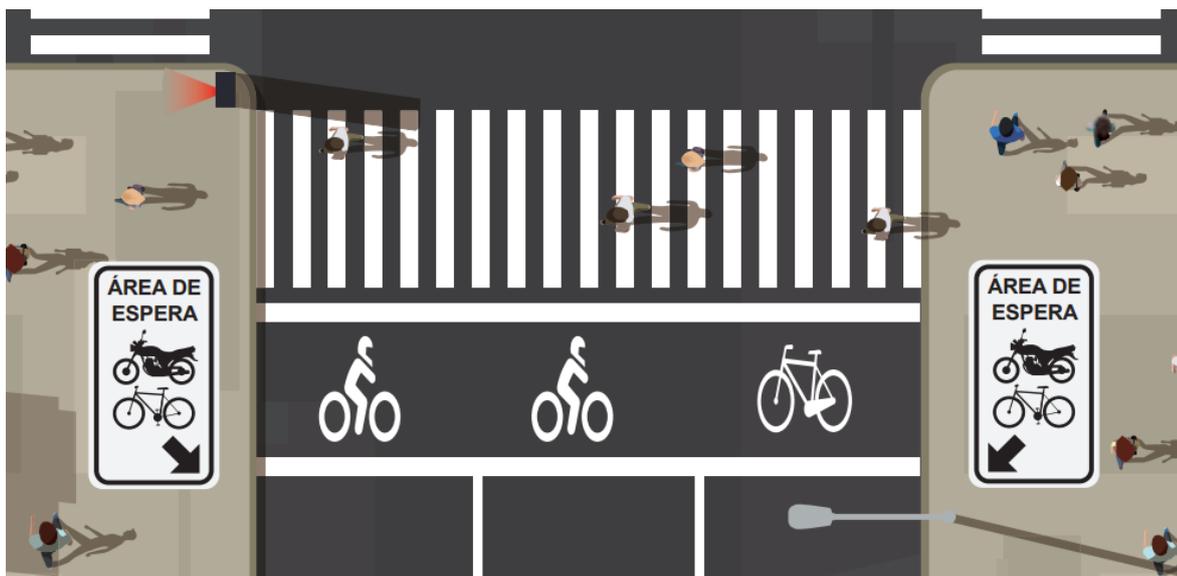


Figura 66: Área de espera para motos e bicicletas. [Fonte: BRASIL – Ministério das Cidades. Cartilha do Ciclista]

É comum em diversas cidades americanas, assim como em muitas outras pelo mundo, como Edimburgo (Reino Unido), Odense (Dinamarca), Praga (Rep. Tcheca), Saragoça (Espanha), Wellington (Nova Zelândia), entre outras.



Figura 67: Da esquerda para a direita, exemplos de área de espera para ciclista em Edimburgo (Reino Unido), Praga (Rep. Tcheca) e Boston (Estados Unidos).



Figura 68: Exemplos de área de espera para ciclista em Seattle (EUA) e Odense (Dinamarca).

2.3.1.3. VERDE ANTECIPADO PARA CICLISTAS

Também chamado de Intervalo Prioritário de Bicicletas ou *Leading Bicycle Interval (LBI)*, frequentemente é utilizado em conjunto com a linha de retenção avançada. A programação semafórica exibe a indicação verde para o ciclista momentos antes de fazê-lo para os demais veículos (Figura 69). Como bicicletas têm uma inércia maior do que os veículos motorizados, especialmente em subidas, esta providência oferece maior segurança ao ciclista que inicia a travessia. É uma solução adotada, por exemplo, na cidade americana de Minneapolis e em várias cidades da Europa. Esta estratégia também é usada em travessias de pedestres sinalizadas, num esquema de verde compartilhado com veículos que fazem conversão. Neste caso, a estratégia é denominada *Leading Pedestrian Interval*.

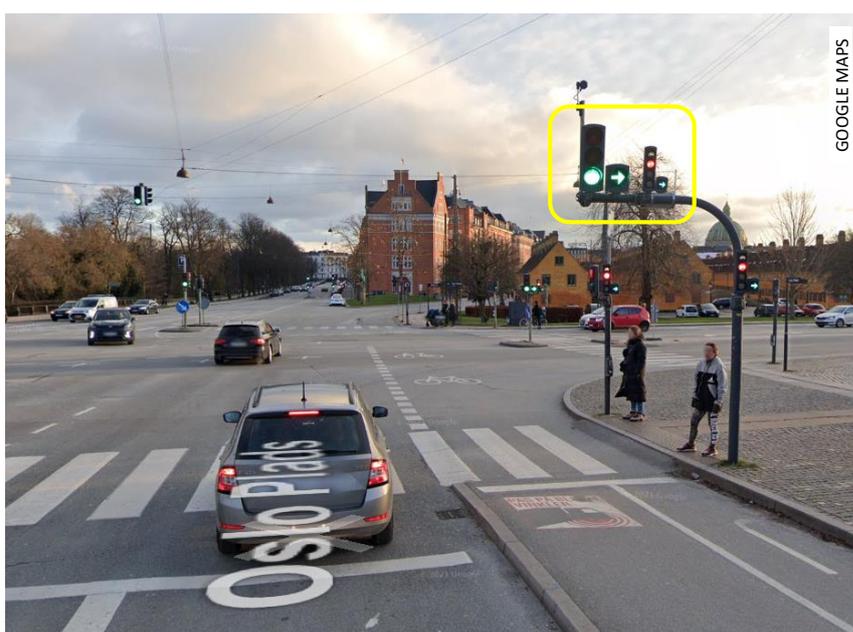
Os benefícios do verde antecipado para ciclistas podem ocorrer em locais onde o volume de ciclistas e/ou o volume de motoristas na conversão são menores do que o limite para a implantação de estágio exclusivo de bicicletas ou em locais onde a implantação de estágio exclusivo não é factível. O verde antecipado do ciclista permite que este entre no cruzamento antes do movimento de conversão dos carros, melhorando assim a sua visibilidade. Em alguns casos, o verde antecipado para bicicletas pode permitir que o ciclista conclua a travessia antes da entrada do veículo motorizado. Um exemplo deste tipo de configuração pode ser visto na Figura 42.

A aplicação mais comum do verde antecipado para ciclistas é no caso de interseção com alto volume de conversão de veículos motorizados à direita, como mostrado no exemplo da Figura 70, em Copenhague.



PETER KOONCE

Figura 69: Verde antecipado para ciclistas em Amsterdã. O semáforo veicular permanece vermelho, enquanto os ciclistas recebem o foco verde.



GOOGLE MAPS

Figura 70: Verde antecipado de ciclista com conversão à direita em Copenhague.

Os grupos focais destacados na Figura 70 exibem a sequência de indicações luminosas mostrados na Figura 71, cujos intervalos de verde antecipado para ciclistas são mostrados no destaque (o grupo focal grande é veicular e o pequeno é de ciclista, indicado pelo pictograma no foco azul fixo). No sentido horário, o sétimo intervalo mostra a indicação luminosa destacada na Figura 70. Note-se que na Dinamarca e em vários países como o Reino Unido, Suécia, Noruega, Áustria, Alemanha e Argentina adota-se o intervalo de vermelho e amarelo simultâneo antes da indicação verde⁴⁴.

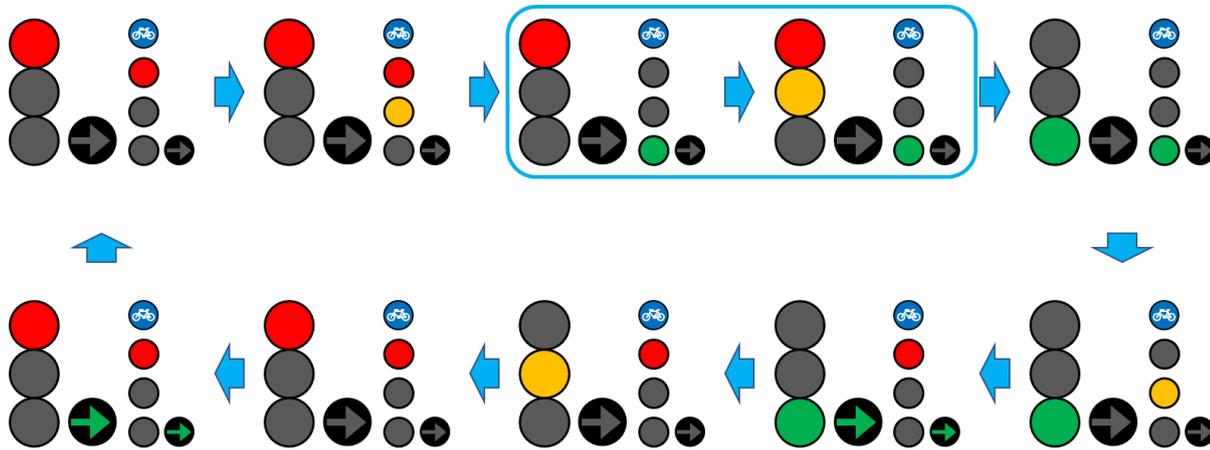


Figura 71: No sentido horário, sequência de indicações luminosas em uma aproximação com conversão à direita (setas verdes) e verde antecipado para o ciclista (no destaque).

2.3.1.4. VERDE SIMULTÂNEO PARA CICLISTAS

Nesta solução, a indicação verde para o ciclista é exibida em todas as aproximações do cruzamento ao mesmo tempo, enquanto é exibida a indicação luminosa vermelha para os demais veículos. Como o movimento do ciclista na diagonal do cruzamento é permitido, é possível reduzir o tempo de verde, comparado com a travessia em duas etapas. Um tempo de verde de vinte segundos é suficiente para escoar os ciclistas num grande cruzamento com dez faixas de rolamento, por exemplo, e pode ocorrer duas vezes no mesmo ciclo semafórico. Os conflitos entre os movimentos dos ciclistas em diversas direções são resolvidos pelos próprios ciclistas. A experiência em várias cidades da Holanda, como Groningen e Assen, mostra que os incidentes são raros e de pouca gravidade. Isto ocorre porque as ciclovias são de sentido único, afastadas umas das outras, e as curvas podem ser feitas com raios de curvatura maiores, e não em ângulo de 90 graus. Além disso, os ciclistas são educados desde cedo a sinalizarem com as mãos qualquer mudança de direção. O projeto geométrico também não permite conflitos entre ciclistas e pedestres, pois estes sempre têm prioridade sobre os primeiros e recebem a indicação verde simultaneamente aos ciclistas (Figura 72, dir.). Um vídeo com exemplo de funcionamento pode ser encontrado [aqui](#).

⁴⁴ O principal objetivo desta medida é permitir que o motorista desligue o motor do carro no semáforo vermelho para economizar combustível e ter tempo para ligá-lo novamente antes da mudança para o verde.

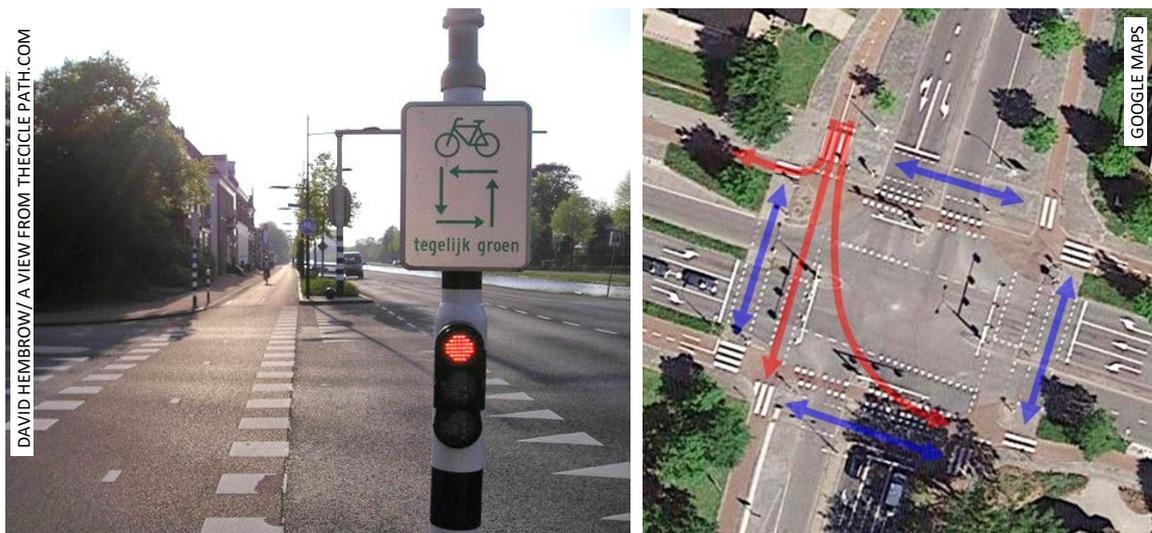


Figura 72: Semáforo do tipo “verde simultâneo” (indicado pela placa) para ciclistas na cidade de Assen, Holanda (esq.), e a geometria de uma interseção em Groningen, Holanda, mostrando a ausência de conflitos entre ciclistas (vermelho) e pedestres (azul), apesar de receberem indicação verde de forma simultânea.

2.3.1.5. BOTOEIRA E LAÇOS PARA CICLISTAS

A exemplo do que ocorre com pedestres, algumas travessias de ciclistas podem ser demandadas e atuadas por meio de botoeira ou laços detectores específicos para bicicletas. Geralmente, os laços para ciclistas funcionam alterando-se os tempos dos semáforos veiculares comuns; já as botoeiras, são usadas quase sempre com grupos focais específicos de ciclistas. As botoeiras mais comuns são compostas por botões eletromecânicos (contato seco), mas também há botoeiras acionadas pela aproximação da mão.



Figura 73: Exemplo de travessia de ciclista com botoeira em Amsterdã, Holanda ①, Bratislava, Eslováquia (a placa diz: “Aperte para demanda!”) ② e com sensor por aproximação da mão em Bremen, Alemanha ③.

Alguns exemplos de botoeiras ou sensores de mão para ciclistas podem ser encontrados em Amsterdã, (Holanda), Viena (Áustria), Roma (Itália), Auckland (Nova Zelândia), Bratislava (Eslováquia) e Hannover (Alemanha) e de laços detectores em Edmonton e Victoria (Canadá) e diversas cidades americanas e holandesas.

Nas cidades americanas, há uma sinalização específica para informar ao ciclista da existência de um laço detector, mostrada da Figura 74. A imagem ① mostra a pintura no pavimento feita exatamente sobre o laço; em ②, é mostrada a placa de orientação, que informa ao ciclista o local em que deve se posicionar para ser detectado; a placa em ③ é chamada de **bike flash** e é usada em alguns locais para informar que o ciclista foi detectado. Algumas legislações locais permitem que o ciclista passe no semáforo vermelho, caso não seja detectado e informado pelo bike flash.

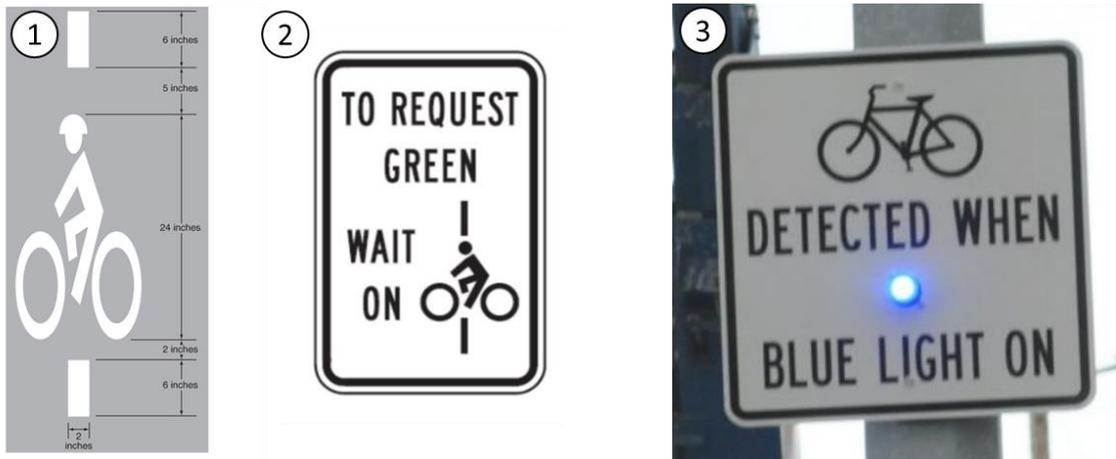


Figura 74: Laço detector de ciclista: pintura no pavimento ①, placa informativa ② e placa com bike flash em Portland, EUA ③. [Fontes: MUTCD, 2009 ①; Joshua Putnam/MUTCD ②; Jonathan Maus/Bikeportland ③]

Há casos em que o laço de bicicletas opera de forma combinada com a botoeira⁴⁵. Neste caso, quando o ciclista passa sobre o laço, a luz do bike flash se acende, informando ao ciclista que ele foi detectado. Caso o laço não o detecte, a luz não se acenderá, e o ciclista poderá acionar a botoeira manualmente.



Figura 75: Botoeira de ciclista com bike flash em Victoria, Canadá.

⁴⁵ CRESCENZI, Nicole. New bike sensor lights installed at Fort and Wharf Streets. Site Victoria News. 2020.

2.3.1.6. DESCANSO DE MÃO E PÉ

Um ou mais gradis implantados na área de espera servem de apoio ao ciclista enquanto ele aguarda a abertura do semáforo, pois dispensa a necessidade de apoiar um pé no chão. O objetivo não é apenas o conforto do ciclista, mas também a sua segurança. Ao oferecer esta facilidade, o ciclista é automaticamente induzido a aguardar a abertura do semáforo *antes* da linha de retenção e com boa visualização do grupo focal, como pode ser visto na foto ① da Figura 76. A foto ② mostra também a botoeira para a travessia do ciclista (caixa laranja). No caso da foto ③ há uma dupla utilidade: os descansos de mão e pé são afixados a floreiras – na verdade barreiras de concreto para proteção do ciclista. Além disso, um dos motivos do desrespeito do ciclista ao semáforo vermelho é o esforço para iniciar o movimento após uma parada no semáforo (v. item 2.4.1). O descanso de mão e pé ajuda o ciclista num impulso inicial para vencer a inércia. Algumas cidades que utilizam este recurso são Auckland (Nova Zelândia), Budapeste (Hungria), Malmö (Suécia), Melbourne (Austrália), Montreal (Canadá) e Stuttgart (Alemanha).



Figura 76: Descanso de mão e pé em Copenhague, Dinamarca ①; Malmö, Suécia ② e Minneapolis, EUA ③.

2.3.1.7. TRATAMENTO NA FASE VERMELHA

Em geral, as regras para o ciclista diante de um semáforo veicular são as mesmas dos demais veículos, assim como as regras de conversão à direita ou à esquerda. Porém, há exceções, com alternativas de tratamento diferenciado ao ciclista, seja para lhe dar mais segurança, seja para otimizar o tempo de parada no semáforo. Nos Estados Unidos, por exemplo, existe o **Idaho Stop**, adotado inicialmente no estado homônimo em 1982. O Idaho Stop é uma lei segundo a qual o ciclista pode interpretar a placa PARE (●) como se fosse uma placa DÊ A PREFERÊNCIA (▽), chamado de *stop-as-yield*, e a fase vermelha como se fosse uma placa PARE (*red-as-stop*). Esta medida, porém, é legal apenas em uns poucos estados americanos. Um número maior de estados permite que o ciclista passe na fase vermelha caso não seja detectado pelo laço indutivo; esta medida é chamada de *dead red*.

Na Alemanha e na Holanda, nos anos 1990, e na França, em 2015, um método semelhante foi adotado. No caso francês, uma pequena placa triangular sob o grupo focal veicular indica que o ciclista poderá fazer a conversão, ou mesmo seguir em frente, caso o semáforo esteja vermelho, desde que o faça com cuidado e dando preferência ao pedestre (Figura 77).

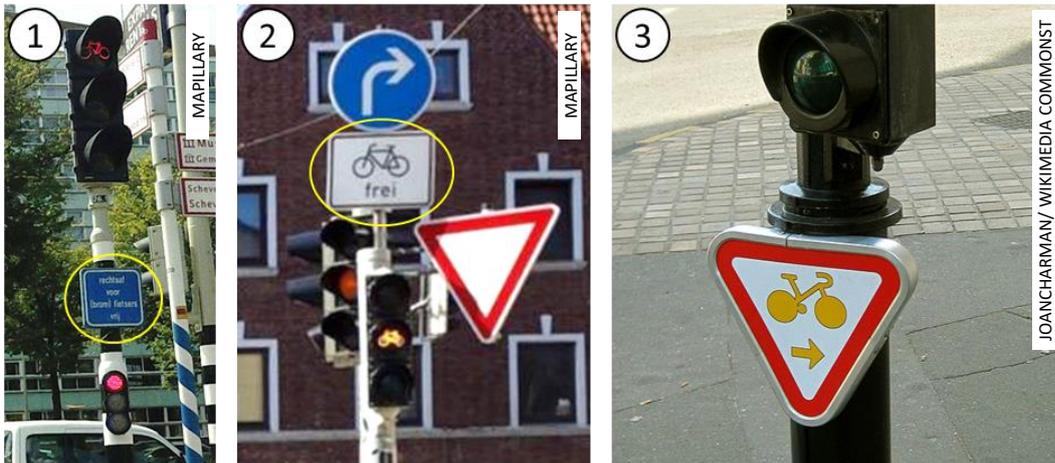


Figura 77: Semáforo com conversão permitida a ciclistas em Haia, Holanda (a placa diz “Direita livre para bicicletas e ciclomotores”) ①; em Bremen, Alemanha (placa: “livre”) ② e Paris, França ③.

Importante ressaltar que, no caso de movimentos em frente, esta sinalização⁴⁶ é permitida apenas em entroncamentos em T ou travessia de pedestres em meio de quadra, mas não em cruzamentos completos de duas ou mais vias (Figura 78). Estas soluções são uma forma de admitir que, como muitos ciclistas não param no semáforo vermelho, era preciso fazer algo para melhorar a sua segurança.

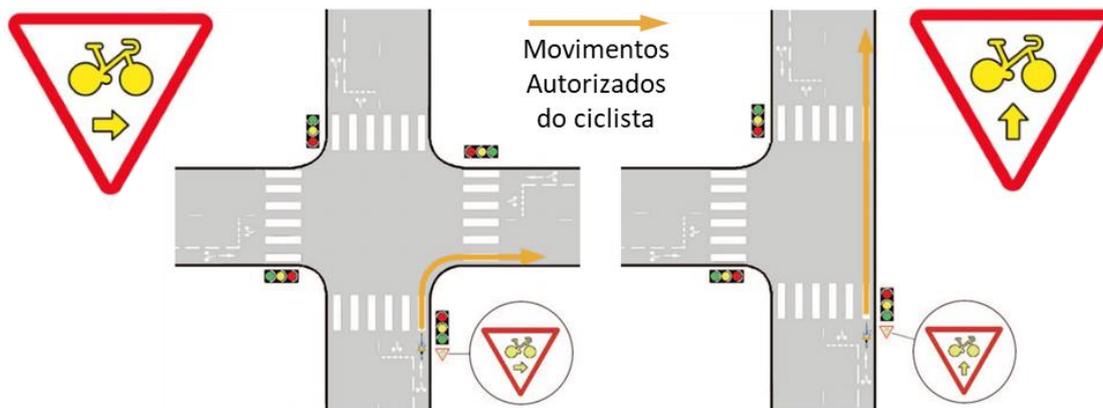


Figura 78: França: placa triangular indica permissão ao ciclista na conversão (esq.) e em frente em cruzamento em T (dir.) mesmo na fase vermelha para o ciclista. [Fonte: CEREMA, 2016]

⁴⁶ CEREMA (Center for Expertise and Engineering on Risks, Urban and Country Planning, Environment and Mobility). Extension du domaine d'emploi du «cédez-le-passage cycliste au feu rouge». 2016.

Alternativamente à placa triangular, os franceses também adotam o grupo focal com foco amarelo piscante extra para o ciclista (Figura 79). Neste caso, porém, o ciclista só é autorizado a passar no vermelho quando o foco piscante amarelo é ativado (por exemplo, quando o ciclista cruza uma linha de bonde).

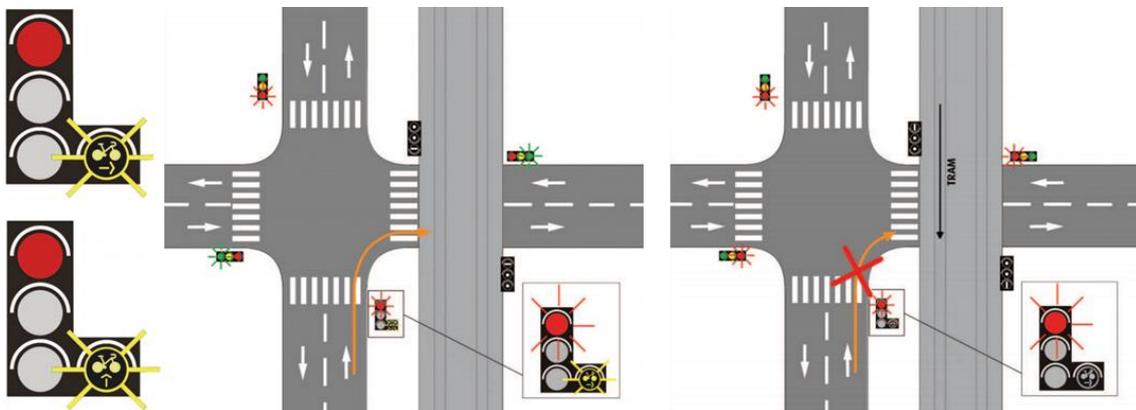


Figura 79: Conversão livre do ciclista com foco amarelo piscante. [Fonte: CEREMA, 2016]

Um estudo⁴⁷ na Dinamarca mostrou que cerca de metade dos ciclistas que chegam na interseção durante a fase vermelha faz a conversão à direita durante esta fase, o que levou os legisladores a permitir este movimento, desde que devidamente sinalizado. A medida não resultou em alterações nos índices de acidentes.

Em cidades da Alemanha e da Holanda, entre outros, também é possível encontrar semáforos em que o ciclista não é autorizado a passar na fase vermelha para seguir em frente, mas é livre para fazer conversões à direita, desde que haja alguma sinalização específica. Na Europa, também são comuns os cruzamentos em que a conversão é indicada por um grupo focal específico, com pictograma de bicicleta e de seta no próprio foco (Figura 80).



Figura 80: Esq. cruzamento em T, em que o ciclista é livre para seguir em frente, mas usa grupo focal com seta para a travessia em Odense, Dinamarca. Dir: grupos focais veicular e de ciclista com seta em Dortmund, Alemanha.

⁴⁷ ANDERSEN, Troels. Signal controlled intersections – cycle friendly solutions. 2019.

2.3.1.8. DESVIOS EM VIAS CICLÁVEIS

São soluções relativamente simples, em que a trajetória do ciclista é intencionalmente desviada ao se aproximar do cruzamento, seja para chamar sua atenção, seja para obrigá-lo a mudar de comportamento na travessia. Uma maneira de se fazer isso é com o encurtamento da ciclofaixa, isto é, sua interrupção 25 a 30 metros antes do cruzamento, levando o ciclista a compartilhar o espaço e o semáforo com os demais veículos (Figura 81-A). Geralmente esta medida é adotada em ciclofaixas de alta velocidade ou em descidas, especialmente quando há movimento de conversão veicular. Esta medida pode ser vista em cidades como Berlim (Alemanha), Chicago (EUA), Cidade do Cabo (África do Sul) e Praga (Rep. Tcheca). Uma medida semelhante é feita desviando-se uma ciclovia da calçada para a pista de rolamento, nas proximidades do cruzamento, fazendo o ciclista seguir o semáforo veicular e dispensando o uso de semáforo de ciclista (Figura 81-B). É uma medida adotada em cidades como Austin e Minneapolis (EUA), Bruxelas (Bélgica) e Liverpool (Reino Unido). O objetivo destas medidas é aumentar a segurança do ciclista em relação aos veículos que fazem a conversão à direita, interceptando a trajetória dos ciclistas. O mais usual, no entanto, é ocorrer o contrário, isto é, o ciclista é desviado da ciclofaixa para a calçada ou tem a ciclofaixa fisicamente segregada nos últimos metros antes da interseção, de forma a afastar a travessia do ciclista dos demais veículos (Figura 81-C). É usada em diversas cidades, como Auckland (Nova Zelândia), Budapeste (Hungria), Kuala Lumpur (Malásia), Moscou (Rússia), Nagoia (Japão), entre outras. Este tipo de travessia segue parcialmente os conceitos da *interseção protegida* (v. item 2.3.2).



Figura 81: Desvios em interseções (linha amarela). Chicago, Estados Unidos: encurtamento da ciclofaixa pouco antes do cruzamento (A); Bruxelas, Bélgica: a ciclovia desce da calçada para o nível da faixa de rolamento (B); Roterdã, Holanda: a ciclofaixa é desviada para a calçada e uma ilha separa as bicicletas dos demais veículos (C).

Outra forma de se proteger o ciclista nas conversões de veículos motorizados é deslocar a ciclofaixa da direita para uma faixa intermediária, entre a faixa de rolamento normal e a faixa dos carros que vão fazer a conversão à direita (ou esquerda, em países de mão inglesa) ou estão estacionados. A ideia é evitar conflitos entre os ciclistas que seguem em frente e os motoristas que fazem a conversão à direita, além de tornar o ciclista mais visível para os veículos em sentido contrário que pretendem fazer a conversão à esquerda (Figura 82). Esta solução, no entanto, é considerada insegura pelos ciclistas, especialmente crianças e idosos, já que há veículos circulando pelos dois lados, sem separação física. Apesar disso, não há evidências de aumento no número de acidentes nas cidades onde foi implantada. Pode ser vista em algumas vias de cidades como Atenas (Grécia), Genebra (Suíça), Miami (EUA), San Diego (EUA) e Wellington (Nova Zelândia).



Figura 82: Ciclofaixa com faixa de conversão de veículos motorizados à direita na Dinamarca.

2.3.1.9. DEMARCAÇÃO E CANALIZAÇÃO EM INTERSEÇÕES

Um recurso para melhorar a segurança em interseções é prolongar a demarcação da ciclofaixa por toda a extensão do cruzamento, dando continuidade às linhas longitudinais que demarcam o espaço cicloviário. Mesmo em vias onde há faixas compartilhadas, a ciclofaixa pode ser destacada da faixa de rolamento alguns metros antes da interseção e ser interrompida logo depois. Além de chamar a atenção, a demarcação mantém separados ciclistas e motoristas que seguem em frente, proporcionando mais segurança aos primeiros. Esta demarcação pode ser feita por pintura sobre toda a área da faixa ou apenas em suas bordas, sempre com pictograma de bicicleta (Figura 83-A).

Um estudo⁴⁸ recente na Europa demonstrou que a demarcação em interseções controladas reduziu o número de acidentes envolvendo ciclistas em 36% e em 57% o número de ciclistas gravemente feridos. A principal redução ocorreu em acidentes entre automóveis fazendo conversão à esquerda e ciclistas seguindo em frente. Porém, os motoristas parecem ter desviado sua atenção dos pedestres para os ciclistas, já que houve um aumento dos acidentes envolvendo pedestres.

Uma outra medida em cruzamentos com alto fluxo de ciclistas é dividir a ciclofaixa entre os que vão seguir em frente e os que vão fazer a conversão à esquerda. A vantagem da canalização é que os ciclistas podem se posicionar antecipadamente no cruzamento, de acordo com o seu destino (Figura 83-B). A ciclofaixa deve ser larga o suficiente para acomodar dois ciclistas lado a lado, isto é, pelo menos 1,85 m. Em cruzamentos com conversão obrigatória à direita ou uma fase semafórica de conversão, deve sempre haver canalização. Na prática, porém, pode não haver espaço suficiente para os ciclistas em espera.

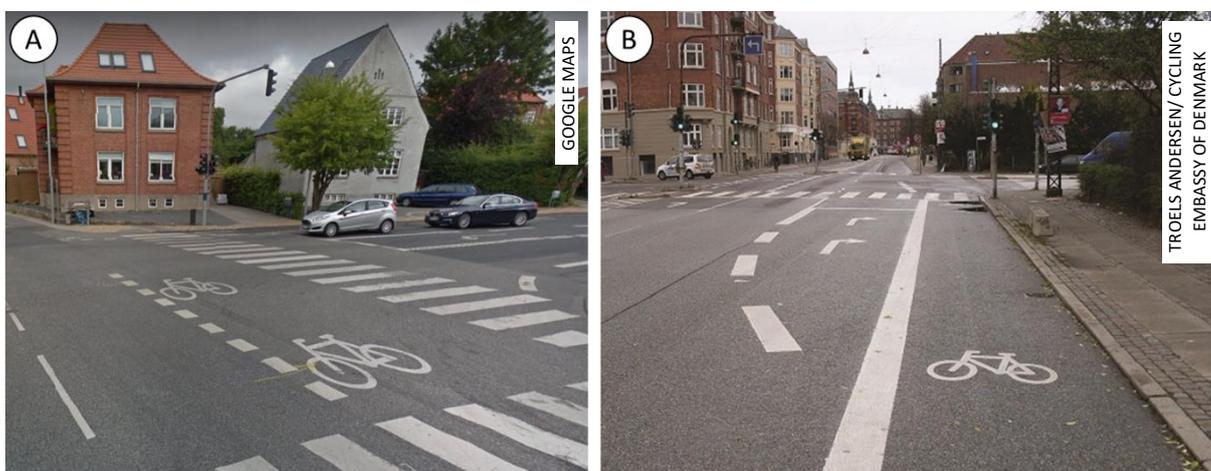
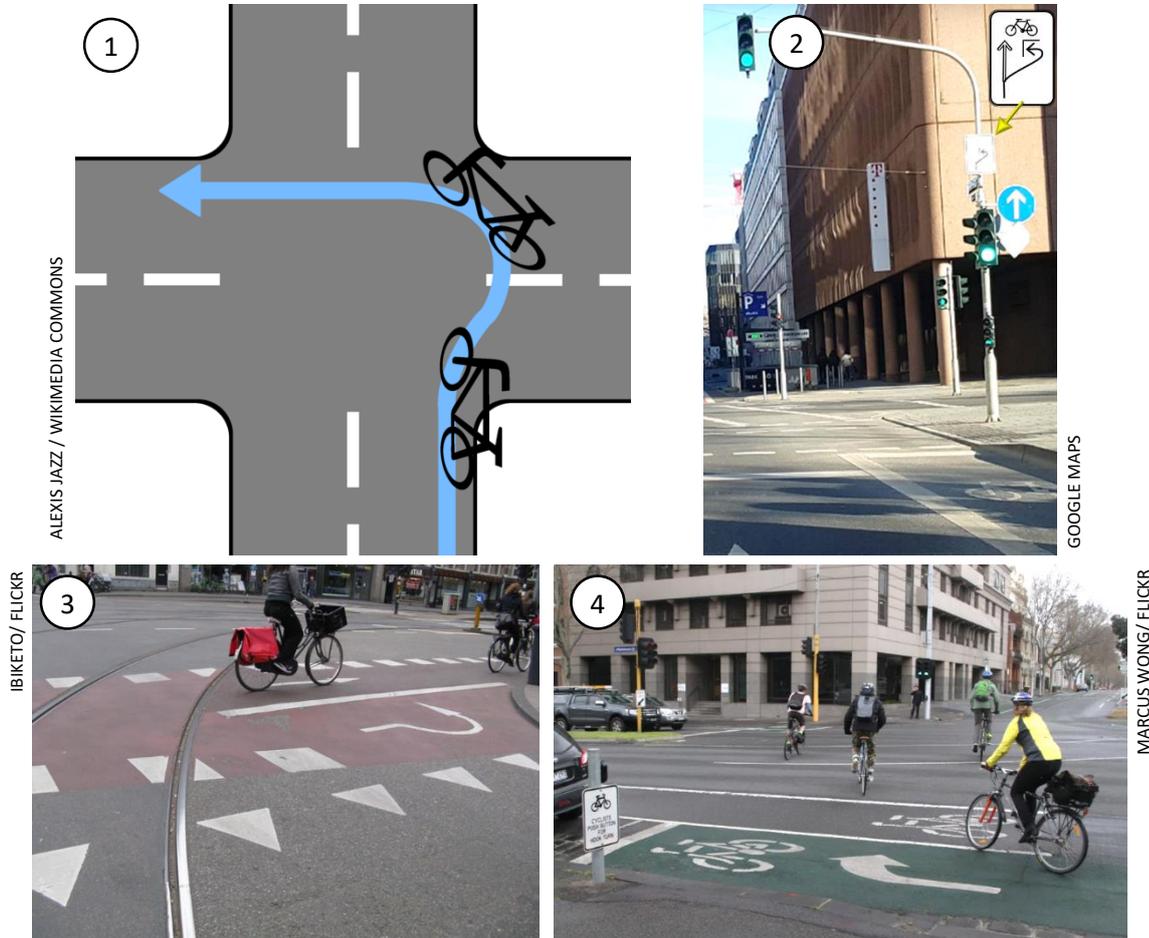


Figura 83: Continuidade das linhas de demarcação da ciclofaixa em parte da interseção em Odense, Dinamarca (A) e divisão da ciclofaixa em Copenhagen (B).

⁴⁸ ANDERSEN, Troels. Signal controlled intersections – safe cycling solutions. 2019.

2.3.1.10. CONVERSÃO À ESQUERDA

Além das já citadas no item 2.3.1.8, uma outra forma de desvio é a **conversão em duas etapas** ou *hook turn*.



É uma manobra realizada por carros ou bicicletas em via de mão dupla, na qual os veículos que normalmente fariam uma conversão pela faixa de trânsito mais interna, o fazem pela faixa mais externa. O ciclista cruza a via transversal enquanto o semáforo está vermelho para esta, faz um giro de 90 graus à frente dos veículos em espera e aguarda a abertura do semáforo. Desta forma, a conversão torna-se mais segura para o ciclista, já que ele não precisa atravessar a faixa em que circulam veículos no sentido contrário. É comum haver uma área de espera, ou bike box, específica para este tipo de conversão. Geralmente ilegal na maior parte do mundo, esta manobra é regulamentada em alguns países. Para o uso de ciclistas, é comum em cidades como Melbourne e Sydney (Austrália), Pequim (China), Amsterdã (Holanda), Düsseldorf (Alemanha) e Lyon (França).

Este tipo de manobra tornou-se necessário porque, na legislação da maioria das cidades, a conversão à esquerda (ou direita em países de mão inglesa) de bicicletas é feita de forma diferente da dos veículos



motorizados. No caso destes últimos, a conversão à esquerda geralmente é feita diretamente, com ou sem semáforo específico de conversão. Os ciclistas, por outro lado, precisam fazer a conversão em duas etapas, cruzando primeiro a transversal e depois a sua própria via, ou vice-versa (mais sobre este tipo de travessia no item 2.3.1.13). Por isso, em alguns cruzamentos de algumas cidades é possível encontrar semáforos com grupos focais de conversão específicos para ciclistas, de forma que possam fazer a conversão diretamente e com segurança, como na Figura 85.

Nos Estados Unidos, o MUTCD⁴⁹ (*Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways*), do Departamento de Transportes da Administração Federal de Rodovias (FHWA) estabelece os padrões para grupos focais de ciclista com seta (Figura 86) e mostra um exemplo de como proibir a conversão do ciclista à esquerda (Figura 87).

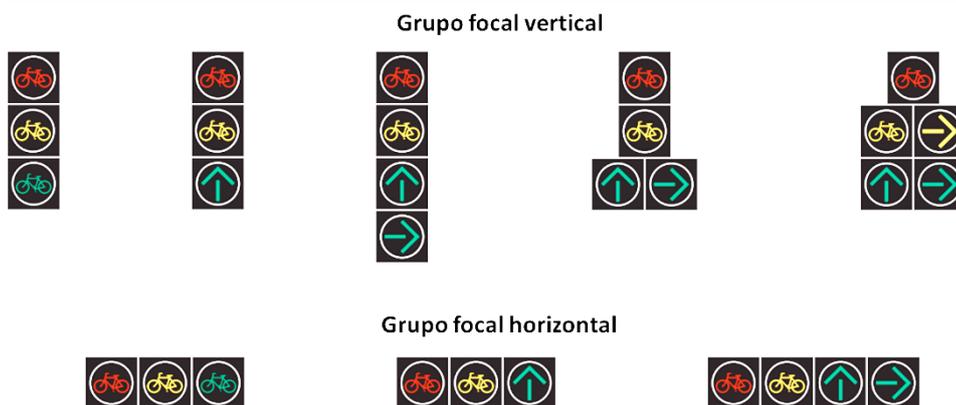


Figura 86: Grupos focais de ciclista com seta nos Estados Unidos

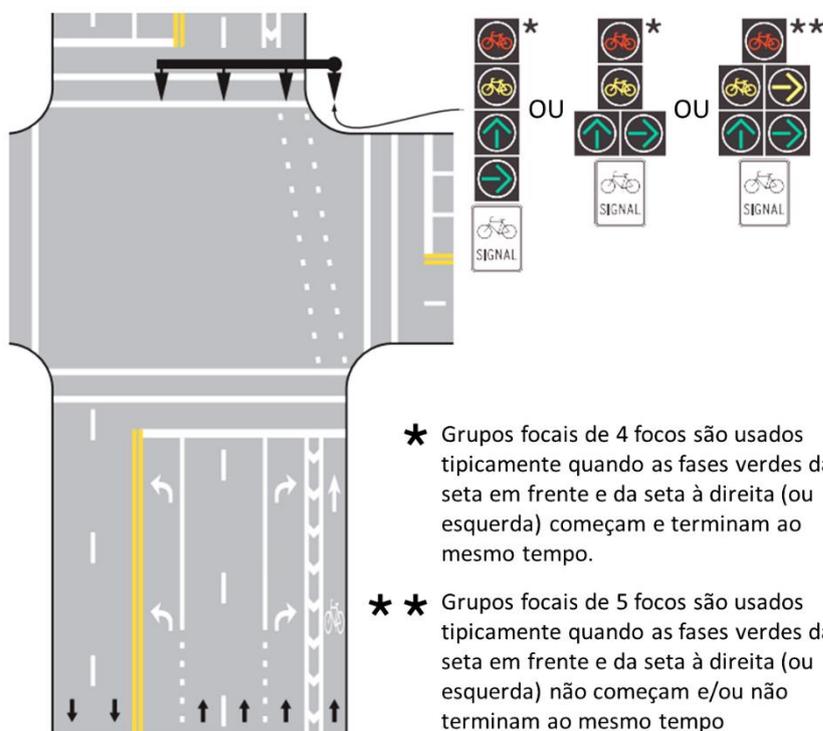


Figura 87: Exemplo de como proibir a conversão à esquerda do ciclista.

⁴⁹ LINDLEY, Jeffrey A. MUTCD – Interim Approval for Optional Use of a Bicycle Signal Face (IA-16), 2013.

2.3.1.11. SEMÁFOROS ESPECIAIS

Os tipos mais comuns de semáforos específicos para ciclistas são usados em ciclovias ou ciclofaixas bem demarcadas, onde o ciclista *não* deve seguir os grupos focais comuns veiculares ou de pedestres. Geralmente são caracterizados por dois ou três focos circulares ou quadrados, com algumas variações; são diferenciados dos grupos focais comuns por pictogramas de bicicleta sobre os focos ou em um foco fixo extra, ou ainda uma placa indicativa ao lado do grupo focal. Os grupos focais normalmente são posicionados no alto de colunas e/ou, de tamanho reduzido, em uma altura mais baixa. Mais detalhes sobre diversos tipos de semáforo de ciclista no item 2.2.

Em locais em que a travessia do ciclista coincide com a do pedestre e não há grupo focal específico, geralmente o ciclista precisa desmontar da bicicleta e atravessar a rua como um pedestre, caso a legislação local não o autorize a prosseguir montado. É comum que o ciclista fique confuso, sem saber se deve ou não desmontar. Uma opção que elimina esta dúvida é o **grupo focal compartilhado**, em que pictogramas de ciclistas e pedestres são colocados no mesmo foco. Podem ser encontrados em muitas cidades, como Barcelona (Espanha), Bruxelas (Bélgica), Luxemburgo (id.), Zurique (Suíça), além de serem disseminadas em cidades da Alemanha e da Áustria. Em alguns casos, os grupos focais de pedestre e ciclista são posicionados lado a lado, cumprindo na prática a mesma função do semáforo compartilhado. Alguns exemplos podem ser encontrados em Buenos Aires (Argentina), Cidade do Cabo (África do Sul), Dublin (Irlanda), Sydney (Austrália) e Wellington (Nova Zelândia).

Um tipo de grupo focal compartilhado, usado principalmente no Reino Unido, é o **toucan** (do inglês *two can*, ou “dois podem” atravessar: pedestre e ciclista), com faixa de travessia mais larga do que a de pedestres convencional. Atualmente, podem ser encontrados dois modelos nas cidades britânicas. No modelo mais antigo, havia apenas um foco verde de ciclista ao lado do foco verde do pedestre. Na fase vermelha do pedestre, o foco do ciclista se apaga, mas o ciclista pode atravessar, desde que com cuidado. No modelo mais novo, há foco compartilhado no verde e no vermelho. Novamente, o ciclista pode atravessar no vermelho. Neste modelo, o grupo focal é posicionado *antes* da travessia e voltado para a aproximação do pedestre/ciclista (Figura 89). Nos dois casos, o acionamento da fase verde é por botoeira.



Figura 88: Grupo focal compartilhado entre ciclista e pedestre em Salzburg, Áustria



Figura 89: Travessia toucan. Modelo com um foco de ciclista no Reino Unido em Edimburgo (esq.) e com dois focos e dois grupos focais em Liverpool. Na parte inferior é possível ver a botoeira.

Embora na maioria das cidades os grupos focais de ciclista sigam as sequências de cores tradicionais verde-amarelo-vermelho ou verde-vermelho intermitente-vermelho fixo, há exceções. Há cidades que adotam dois focos vermelhos em pelo menos alguns cruzamentos maiores ou mais perigosos. Estes dois focos vermelhos podem ocorrer em grupos focais de três focos sem amarelo (Hamburgo, Alemanha; Luxemburgo) ou quatro focos com amarelo (Bordeaux, França; Hannover, Alemanha; Viena, Áustria; Figura 90-B). Outras cidades acrescentam uma fase vermelho-amarelo simultâneos antes do verde (Figura 90-A). Isto geralmente ocorre em cidades que também adotam esta prática em grupos focais veiculares, como no Reino Unido, Noruega e Dinamarca. Há ainda cidades que usam grupo focal de apenas um foco, que pode alternar vermelho e verde, como em Lima (Peru), Hangzhou (China), Sevilha (Espanha), Taipé (Taiwan), ou alternar verde com foco apagado, como no já citado tipo toucan (fotos destes e de outros tipos de semáforo podem ser encontradas no item 2.2). Na cidade de Minneapolis (EUA) é utilizado um grupo focal de ciclistas com a sequência amarelo intermitente-amarelo fixo-vermelho fixo (Figura 90-C).

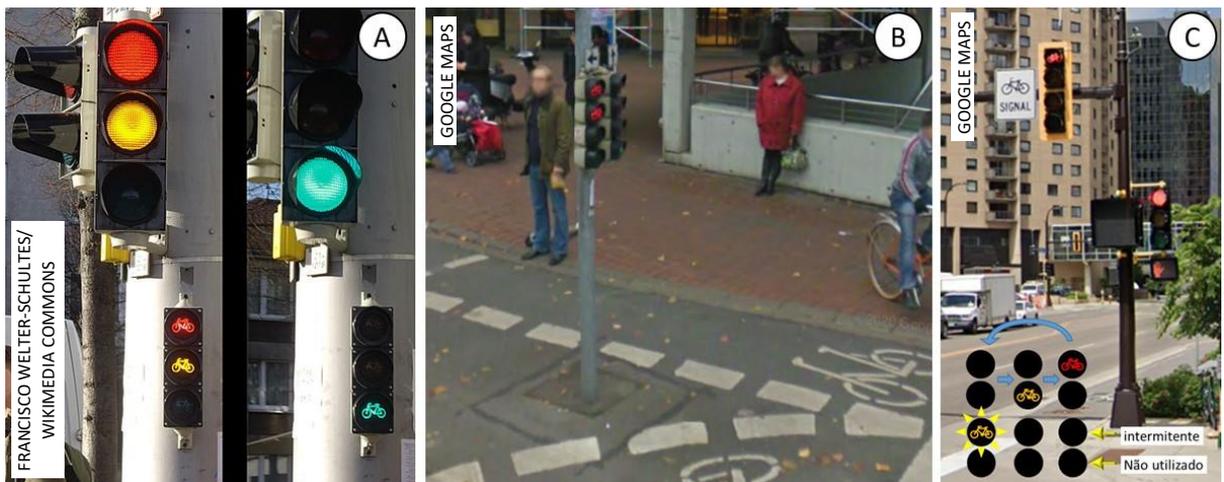


Figura 90: Exemplos de grupos focais de ciclista em Kassel, Alemanha (A), Hannover, Alemanha (B) e Minneapolis, EUA (C).

Em 2016 (experimentalmente em 2004), inicialmente na cidade de Tucson, Estados Unidos, e em outras posteriormente, foi adotado o semáforo do tipo HAWK (*High intensity Activated cross Walk* – Travessia ativada de alta intensidade). Trata-se de um grupo focal destinado à travessia de pedestres e ciclistas, ativado por botoeira, cuja sequência de indicações luminosas é mostrada na Figura 91. Os ciclistas e pedestres podem iniciar a travessia no vermelho fixo veicular (foco “WALK” verde) e concluí-la no vermelho intermitente (foco “DON’T WALK” vermelho intermitente com contador regressivo).



Figura 91: Semáforo do tipo HAWK em Tucson e sua sequência de indicações luminosas. [Fonte: BROADUS, Victoria]

2.3.1.12. PROGRAMAÇÃO FAVORÁVEL AO CICLISTA

Estratégias de programação semafórica favoráveis ao ciclista (*Bicycle-friendly signal phasing*) são formas de otimizar a travessia de ciclistas em detrimento (quando inevitável) dos automóveis em cruzamentos semaforizados. Algumas delas já foram tratadas aqui, como o verde antecipado (item 2.3.1.3), o verde simultâneo para ciclistas (item 2.3.1.4) e o tratamento diferenciado ao ciclista na fase vermelha (item 2.3.1.7), mas não são as únicas. Mais detalhes sobre a programação semafórica para ciclistas também podem ser vistos no item 2.2.1. Muitas destas medidas estão inseridas nos conceitos de ITS (*Intelligent Transportation Systems* – Sistemas de Transporte Inteligentes).

Em 2016, a cidade de Copenhague anunciou que iria substituir todos os 380 cruzamentos semaforizados do centro da cidade por semáforos inteligentes, capazes de identificar o tipo de veículo que se aproxima da interseção⁵⁰. Desta forma é possível ajustar os tempos semafóricos conforme o volume de cada tipo, incluindo, naturalmente, os dos ciclistas, que representam cerca de metade das pessoas que se deslocam diariamente na cidade. Estima-se uma redução de 10% no tempo de viagens para os ciclistas. Os novos semáforos também preveem onda verde de 20 km/h para os ciclistas.

Outra forma de reduzir o tempo de parada do ciclista na fase vermelha é por meio dos já citados laços indutivos e botoeiras (item 2.3.1.5), além de outros meios de detecção, como radar e vídeo. Outro tipo de detecção mais recente é por meio de aplicativo para smartphone, que avisa ao controlador semafórico da aproximação de um ciclista; quando a mensagem é recebida, o celular vibra e a fase verde é ativada. A grande vantagem deste sistema é que dispensa a necessidade de obras na via para a instalação de laços ou outros equipamentos. A principal desvantagem é que seria eficiente apenas em cruzamentos com baixo fluxo de ciclistas.

Também é possível otimizar o trajeto do ciclista por meio de chip de RFID (*Radio Frequency Identification* – Identificação por Radiofrequência), embutido na bicicleta ou na roupa do ciclista. O chip dá a cada ciclista um código de identificação único, o que possibilita um tratamento de dados individual e seguir o movimento do ciclista pela cidade. Esta medida foi implantada na cidade dinamarquesa de Aarhus, atuando das seguintes maneiras:

- Scanners de RFID são instalados nas interseções para dar prioridade ao ciclista na travessia;
- O registro do tempo de viagem por meio do RFID pode ser útil para identificar projetos de incentivo ao ciclismo. O tempo de viagem também pode ser informado ao ciclista de forma a poder escolher o melhor itinerário;
- O uso do RFID também pode ter o propósito de ações promocionais, com programas de vantagens ao ciclista, como estacionamento gratuito e passagem grátis em ônibus nos dias de chuva.

Em cruzamentos com grande fluxo de ciclistas na Holanda e na Dinamarca é adotada uma programação semafórica específica para o **horário de pico**, baseada no verde simultâneo para ciclistas (tem 2.3.1.4).

Um projeto piloto na cidade dinamarquesa de Odense conta com sensor de chuva e radares para identificar a presença de ciclistas na via. Em caso de chuva, o ciclista poderá receber até o dobro do tempo de verde para efetuar a travessia.

Relativamente comum para semáforos veiculares, as **ondas verdes** também podem ser aplicadas a bicicletas, com mais eficiência. Numa onda verde, os semáforos de uma determinada via são programados

⁵⁰ GIDDINGS, Caitlin. This City Is Adding Bike-Friendly Traffic Lights at Every Intersection. *Bicycling*, A Part of Hearst Digital Media. 2016.

de maneira sincronizada, de tal forma que os veículos que se mantiverem numa determinada velocidade constante, cruzarão interseções em sequência sempre na fase verde.

Em 2004, a cidade de Copenhague implantou uma onda verde de 20 km/h numa ciclovia de cerca de 2,3 km, com treze interseções semaforizadas. Como bicicletas normalmente não têm velocímetro, pequenos painéis de mensagens variáveis foram implantados ao longo da via, informando a velocidade de cada ciclista. A programação foi feita de forma a priorizar os ciclistas que entravam na cidade no período da manhã, e o inverso à tarde. Como podemos ver na Figura 92, a implantação da onda verde reduziu em 27% no tempo médio de viagem do ciclista.

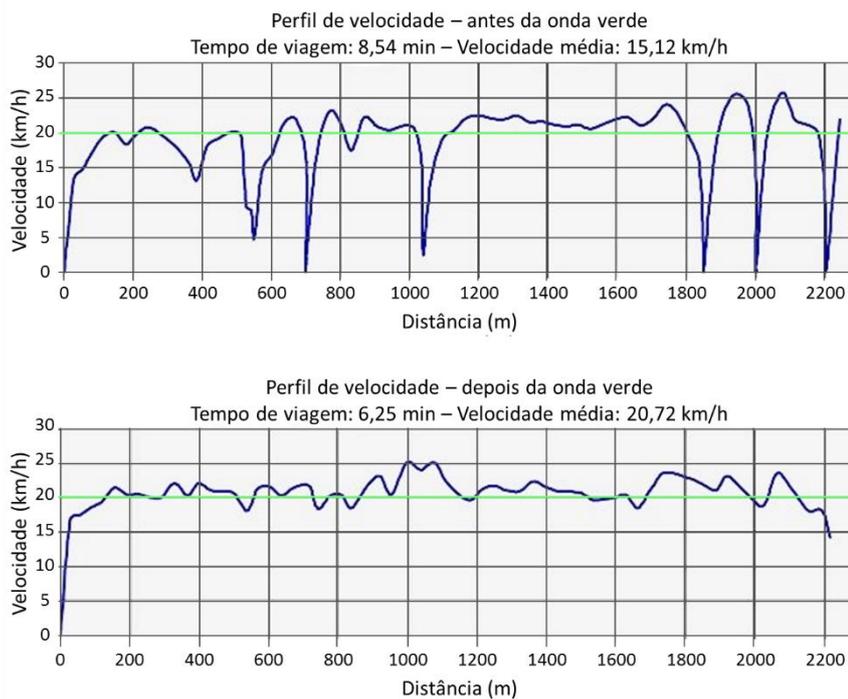


Figura 92: Onda verde na Cidade de Copenhague; estudo antes de depois, 2004. [Fonte: Prefeitura de Copenhague-Centro de Tráfego/ Marianne Weinreich e Maja Sig Vestergaard]

No gráfico antes da implantação, é possível ver várias paradas do ciclista, provavelmente na fase vermelha. O prejuízo no tempo de viagem de carros e ônibus foi pouco significativo. A exemplo do que ocorre com o tráfego motorizado, é virtualmente impossível aplicar uma onda verde simultaneamente nos dois sentidos, assim como em malhas com várias vias se cruzando. Por isso, é preciso estabelecer prioridades sobre quais vias e horários receberão este tratamento.

O mesmo painel de mensagens variáveis (PMV) usado para informar ao ciclista sobre sua velocidade na onda verde também pode ser usado para fornecer outras informações úteis. A Figura 93 mostra um desses PMVs em Copenhague e alguns exemplos de mensagem: **A** informa que, para a estação Nørreport, o melhor caminho não é seguindo em frente, mas por rotas alternativas; **B** é uma mensagem educativa, para que os ciclistas fiquem atentos uns com os outros; **C** compara o tempo de viagem até o mercado de bicicleta (9 minutos) e de carro (20 minutos), indicando que de bicicleta é bem mais rápido; **D** informa que uma onda verde de 20 km/h está ativa na via e que a velocidade atual do ciclista é de 17 km/h.

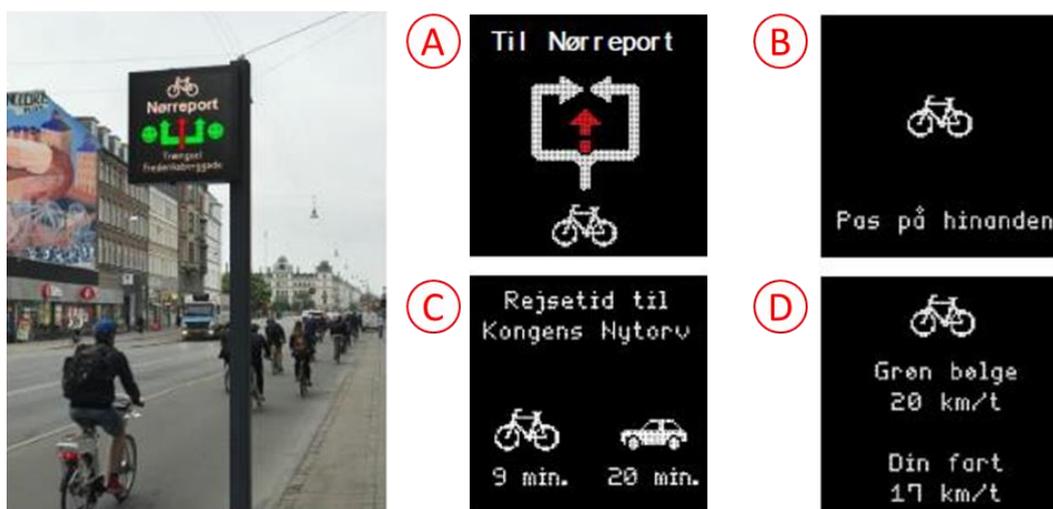


Figura 93: Painel de Mensagens Variáveis para ciclistas em Copenhague e alguns exemplos de mensagens.
[Fonte: WEINREICH, Marianne e VESTERGAARD, Maja Sig/Prefeitura de Copenhague]

Em algumas cidades como Copenhague (Dinamarca), Lima (Peru), São Petersburgo (Rússia), Singapura (Singapura) e Xangai (China), é possível encontrar alguns grupos focais de ciclistas com **contadores regressivos**. Há casos, como em Tóquio (Japão), em que o contador regressivo é posicionado no grupo focal de pedestres, mas a travessia é compartilhada com ciclistas. O contador geralmente é apresentado em diversas formas, como display numérico, ou graficamente, com barras ou discos que diminuem de tamanho (v. exemplos no item 2.2.9).

Diferentemente do que ocorre com grupos focais de pedestres, o contador regressivo do grupo focal de ciclista geralmente ocorre na fase vermelha, como forma de incentivá-lo a respeitar a sinalização. Como, muitas vezes, estes grupos focais de ciclista funcionam em conjunto com semáforos veiculares cujos tempos variam conforme o volume de tráfego, o valor indicado para o tempo restante pode não ser muito preciso. Por isso, a representação gráfica com barras e círculos é preferível aos displays numéricos, pois essas imprecisões são menos perceptíveis.

2.3.1.13. SEMÁFOROS DINÂMICOS

Semáforos dinâmicos são aqueles capazes de alterar alguma característica própria ou de algum equipamento periférico em função de características externas ou ambientais. Diferenciam-se dos semáforos adaptativos, pois estes últimos utilizam dados de tráfego para alterarem sua programação, enquanto os semáforos dinâmicos poderão fazer uso de outros parâmetros. Um exemplo é o **DRIP** (*Dynamic Route Information Panel*, Painel de informação dinâmica de rota), adotado na cidade holandesa de 's-Hertogenbosch em 2014. Não é propriamente um semáforo, mas um painel informativo *associado* a um grupo focal de ciclista. É utilizado em cruzamentos em que há ciclovias bidirecionais ou bidirecionais e unidirecionais, em que o ciclista, trafegando em um lado da via, precisa passar para o outro, sem efetuar a travessia em diagonal, como mostrado na Figura 94. Neste caso, o ciclista deve fazer a travessia em duas etapas, mas tem duas opções: primeiro seguir em frente e depois virar à direita, ou virar à direita e depois à esquerda. Nos dois casos, quando o foco de ciclista está verde para a primeira etapa, também o estará na segunda, poupando o ciclista de ter que esperar entre uma etapa e outra. No sistema DRIP, um painel semelhante a um grupo focal informa dinamicamente ao ciclista qual das duas opções é a mais rápida.

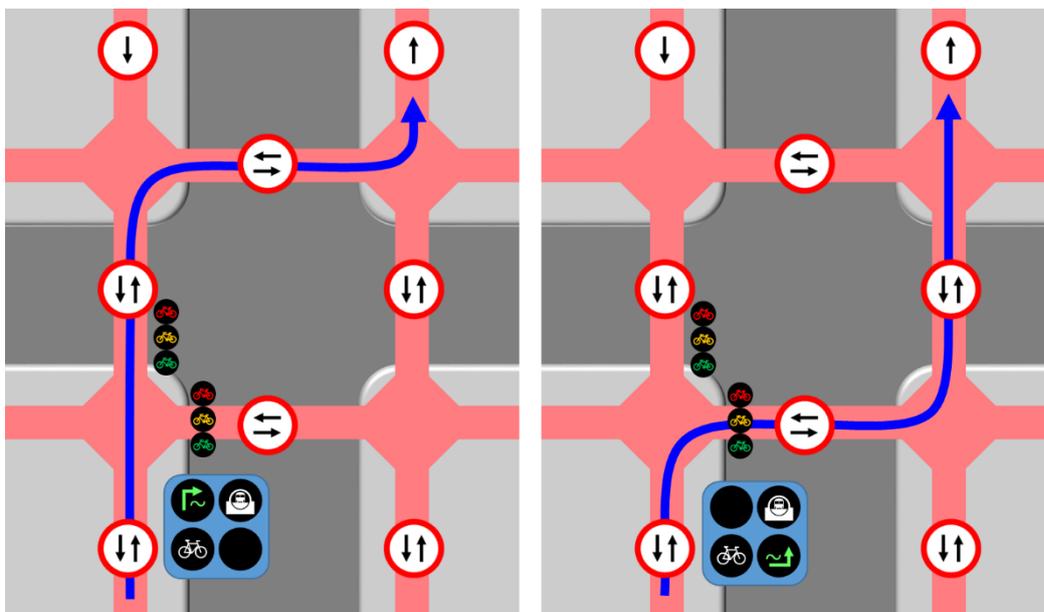


Figura 94: Semáforo dinâmico: o painel posicionado antes do grupo focal do ciclista informa o trajeto mais rápido para se efetuar a travessia. [Fonte: WAGENBUUR, Mark]

A Figura 95 mostra um cruzamento dotado de DRIP, de onde podemos obter várias informações: o cruzamento é uma típica interseção protegida holandesa (v. item 2.3.2). O painel do DRIP é destacado na elipse vermelha; o pictograma do trem indica que aquela é a rota para a estação, e o símbolo ~ representa uma onda verde na direção indicada. O grupo focal de ciclista é mostrado na elipse amarela. Logo abaixo é possível ver o grupo focal repetidor, menor (no destaque, um contador regressivo) e um ciclista pressionando a botoeira. Outra botoeira é mostrada na elipse verde. O grupo focal de pedestre (elipse azul) tem programação independente do grupo focal de ciclista.



Figura 95: Semáforo dinâmico em 's-Hertogenbosch, Holanda.

Em Roterdã, também na Holanda, há semáforos com sensores infravermelhos que identificam o volume de ciclistas que aguardam para atravessar ou que estão efetuando a travessia. Desta forma, quando o número de ciclistas atinge um determinado valor, a fase verde do ciclista é antecipada para os que aguardam a travessia ou tem sua duração estendida para aqueles que ainda estão atravessando. Esta característica assemelha-se ao semáforo de pedestres do tipo *puffin*. O sensor infravermelho também é capaz de identificar chuva, granizo e neve, ajustando o tempo semafórico do ciclista em função das condições climáticas.

2.3.2. INTERSEÇÃO PROTEGIDA

Uma **interseção protegida**, também conhecida como *interseção holandesa*, é um tipo de cruzamento em nível cujo projeto geométrico procura separar os movimentos de ciclistas e pedestres dos movimentos dos carros. Os veículos que fazem a conversão à direita são mantidos a uma distância equivalente ao comprimento de um carro da linha de travessia de pedestres e ciclistas, de forma a permitir melhor visibilidade e tempo de reação.

Na Figura 96 podemos ver as principais características de uma interseção protegida do tipo utilizado na Holanda. Refúgio na ciclovia para melhor visibilidade nas conversões ①; espaço de parada do carro que segue em frente ②; pequeno raio de curvatura para reduzir a velocidade dos veículos motorizados na conversão ③; redução da largura da faixa para diminuir a velocidade dos veículos motorizados ④; ilhas de proteção ⑤; direita livre para ciclistas na conversão ⑥; linha de retenção recuada para carros e verde antecipado para ciclistas ⑦; pintura de pavimento com cores fortes e contrastantes ⑧; refúgio de pedestre com área desprotegida mais curta ⑨; área desimpedida de obstáculos visuais, como sinalização, árvores, publicidade etc. ⑩. É possível utilizar a interseção protegida tanto em ciclovias sobre a calçada quanto em ciclofaixas, que são desviadas para a calçada nas proximidades da interseção, conforme podemos ver na parte inferior da figura, à direita do carro vermelho.

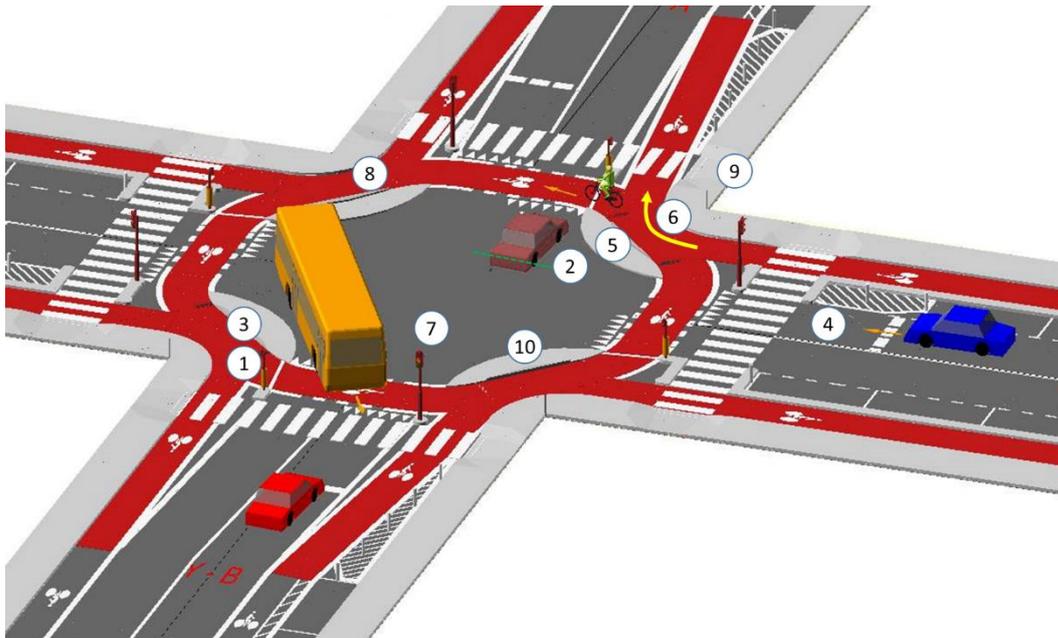


Figura 96: Interseção protegida [Fonte: ROUZEAU, Pierre].

Alguns recursos são fundamentais numa interseção protegida, como as ilhas de proteção, que obrigam os carros a reduzir a velocidade nas conversões e os afastam fisicamente dos ciclistas, uma linha de retenção adiantada para ciclistas ou recuada para os demais veículos e a antecipação do verde do semáforo para o ciclista. Um vídeo descritivo pode ser encontrado [aqui](#).

Uma variação da interseção protegida, para vias de menor fluxo, é a **rotatória protegida**, em que não há a necessidade de semáforos. Em ambos os casos, é preciso ocupar uma larga faixa da via, geralmente, à custa da pista de rolamento, numa demonstração das autoridades locais de opção preferencial por ciclistas e pedestres, em detrimento dos carros, como ocorre, por exemplo, na Holanda, em que a maioria das ciclovias são de sentido único e têm, no mínimo, 2,5 metros de largura.

A Holanda é o país onde esta solução foi primeiramente implantada, por volta de 1972, e onde é mais disseminada, em cidades como Amsterdã, Roterdã, Haia, Groningen e Utrecht. Também é muito utilizada em outros países, a maioria europeus como Alemanha, Dinamarca, Hungria, Reino Unido, entre outros. Nos Estados Unidos e Canadá, por outro lado, há uma resistência maior. Isto ocorre, entre outros motivos, pela preferência por veículos grandes, que teriam dificuldades nas conversões, e porque, nesses países, é comum a permissão de conversões à direita durante o vermelho do semáforo, o que é raro na Europa. Ainda assim, algumas cidades americanas e canadenses, como Chicago, Austin, Salt Lake City, Vancouver e Montreal têm adotado esta solução nos últimos anos, aproveitando as largas avenidas, tão comuns nas suas cidades.



Figura 97: Interseção protegida em Haia, Holanda.

2.3.3. INTERVENÇÕES EM INFRAESTRUTURA

A construção de uma ciclovia ou ciclofaixa não se limita às vias propriamente ditas e a sua sinalização, mas também a intervenções e obras no seu entorno, como resultado direto ou indireto da sua implantação. A seguir, relacionamos algumas soluções adotadas no mundo:

Pontes e viadutos para ciclistas

Usados para transpor rios, vias largas ou ferrovias, e também para facilitar a travessia de ciclistas em cruzamentos. Também podem ser implantados na lateral de viadutos para veículos motorizados.



Figura 98: Passarela para ciclistas de acesso à ciclovia do rio Pinheiros, em São Paulo (esq.) e rotatória elevada estaiada para ciclistas (Hovenring) de 72 metros de diâmetro na cidade de Eindhoven, Holanda (dir.).

Túneis e passagens subterrâneas para ciclistas

Podem ser construídas ao lado de túneis de veículos motorizados ou passagens de pedestres. Também podem ser previstas passagens em desnível simultaneamente ao projeto de viadutos de veículos motorizados.



Figura 99: Túnel cicloviário em San Sebastian, Espanha, originalmente um túnel ferroviário, é o maior do tipo no mundo, com quase 800 metros de comprimento ①; túnel da Super Ciclovia nos arredores de Copenhague ②; passagem em desnível sob um viaduto em Groningen, Holanda ③; túnel rodo-cicloviário sob ferrovia em Zwolle, Holanda ④.

Mobiliário associado ao ciclista

Consiste em itens posicionados ao longo de ciclovias e ciclofaixas com o objetivo de facilitar o deslocamento do ciclista ou torná-lo mais confortável. Alguns exemplos:

- Paraciclos. Implantados próximo a locais de grande circulação de ciclistas, como estações de metrô e terminais de ônibus;
- Descanso de mão e pé (v. 2.3.1.6);
- Contadores de bicicletas. Usados como apoio ao planejamento urbano e incentivar o uso de bicicletas ao mostrar ao ciclista que ele é parte do sistema viário;
- Postos de serviço. Pequenos locais de serviço, com bebedouros de água, bombas para pneus, ferramentas para serviços simples e bancos para descanso;
- Cestos de lixo. Posicionados inclinados, de forma a facilitar o uso por ciclistas;
- Escadarias. Trilhos fixados sobre degraus facilitam a passagem de bicicletas em escadas; há casos em que um sistema rolante motorizado no trilho e preso ao pé do ciclista o ajuda a subir a escada ou ladeira.



Figura 100: Exemplos dinamarqueses: descanso de mão e pé em Copenhague ①; posto de serviço em Aalborg ②; lixeira para ciclistas em Copenhague ③; trilho em escadaria em Odense ④.

2.3.3.1. CONVERSÕES COM CICLISTAS

Não é possível manter uma separação física permanente entre bicicletas e automóveis em interseções onde os movimentos de seguir em frente e de conversão cruzam o caminho do ciclista. Projetistas têm implementado várias estratégias, como a separação física e no tempo, a fim de manter as vantagens da separação das ciclovias e ciclofaixas nas interseções, como mostrados na Tabela 10 (exemplos⁵¹ serão mostrados nas figuras seguintes). Estas propostas **não são necessariamente endossadas por este Boletim**:

Tabela 10: Estratégias nas interseções com conversão. [Fonte: FHWA, 2015]

Estratégia		Vantagens	Desvantagens
Mantém a separação	Semáforo : separa os movimentos em frente e de conversão no tempo (Figura 101).	Eliminação potencial de conflitos na conversão	Aumento do tempo do ciclo semafórico com aumento do tempo de espera
	Conversão por dentro : posiciona o ciclista mais próximo do veículo na conversão, aumentando a visibilidade (Figura 105). Conversão por fora : fornece espaço para o carro em conversão antes do conflito com a bicicleta; fornece espaço para fila (Figura 107).	Maior sensação de conforto Menor estresse no trânsito	Conflitos com carros na conversão
Deslocamento da bicicleta através do movimento de conversão dos carros	Deslocamento lateral : carros atravessam ciclofaixa de alta visibilidade; clara responsabilidade de quem é a preferência (Figura 102). Zona mista : faixa compartilhada, requer menos espaço (Figura 104).	Organiza conflitos; reduz o risco de entrelaçamento à direita	Maior estresse no trânsito

Um estágio do **semáforo separado para ciclistas** permite que estes sigam em frente sem conflito com os veículos motorizados que desejam fazer a conversão e para os ciclistas nos momentos em que os carros fazem a conversão. Esta abordagem pode ser usada em interseções com alto volume de conversão à direita, em vias de mão única com conversão à esquerda e ciclofaixa do lado esquerdo, e onde o ciclo semafórico pode acomodar o estágio de ciclista.

A Figura 101 apresenta uma proposta de interseção com conversão à direita com grupo focal para ciclista ① antes da interseção, podendo ser complementado com outro após a travessia. Separador de, no mínimo, 0,33 m na interseção ②; onde não houver faixa de conversão à direita, o ciclista poderá usar a travessia de pedestre ③; placa de proibida a conversão no vermelho (Estados Unidos) ④; demarcação de vagas para estacionamento ⑤; semáforo com programação específica para conversão ⑥; laço detector de ciclista se o semáforo for atuado ⑦; símbolo para indicação de presença de detector de bicicletas ⑧.

⁵¹ FHWA (Federal Highway Administration). Separated Bike Lane Planning and Design Guide. U.S. Department of Transportation. 2015.

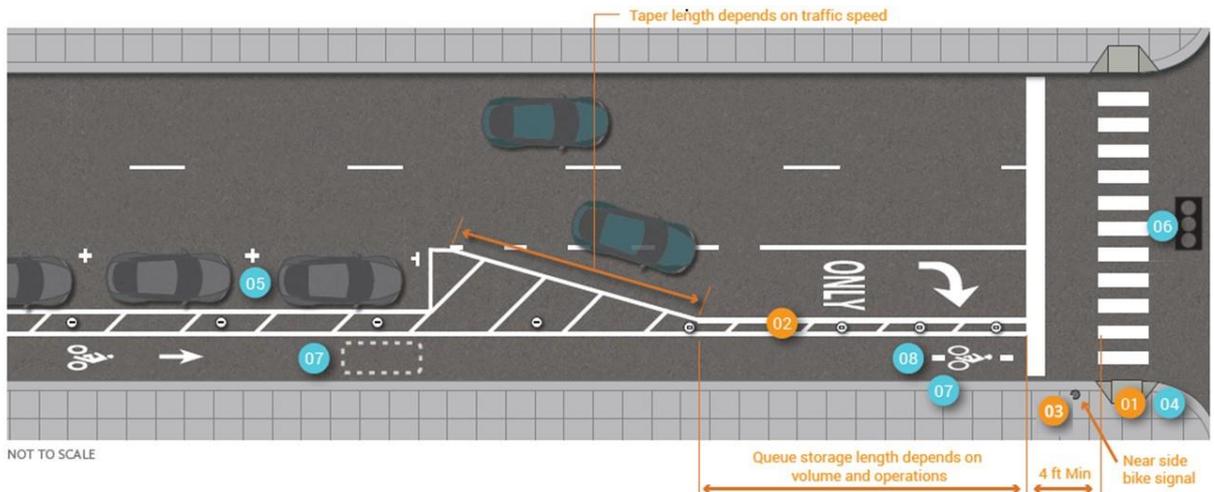


Figura 101: Conversão com sinalização semafórica. [Fonte: FHWA, 2015]

A Figura 102 mostra a **conversão com deslocamento lateral**. O deslocamento lateral move o ciclista para a esquerda da faixa de conversão dos veículos motorizados antes que estes possam se deslocar para a direita. Isto faz com que a responsabilidade de dar a preferência seja claramente dos carros e põe o ciclista numa posição mais visível. Os potenciais conflitos ocorrem *antes* da interseção. Esta alternativa é usada quando não é viável um estágio do semáforo específico para o ciclista, fazendo com que estes sigam em frente no mesmo estágio dos demais veículos. O espaço para a caixa de espera dos veículos em conversão ① depende do volume de veículos e do tempo do ciclo semafórico; caixa de espera de ciclistas – bike box (v. item 2.3.1.2) ②; faixa de transição antes da área de entrelaçamento mais perto da área motorizada para que ciclistas e motoristas possam se ver melhor ③; Separador de, no mínimo, 0,33 m na interseção ④; caixa de espera menor é preferível, pois permite uma maior distância de separação no meio da quadra em relação à interseção e reduz a velocidade do veículo ⑤; placa “Início da faixa de conversão à direita; dê a preferência aos ciclistas” ao final da área de estacionamento ⑥; a área de entrelaçamento deve ser curta para forçar os carros a fazer o movimento de mudança de faixa mais lentamente ⑦; sinalização horizontal da ciclofaixa ⑧; demarcação de vagas para estacionamento ⑨; semáforo com programação específica para conversão ⑩.

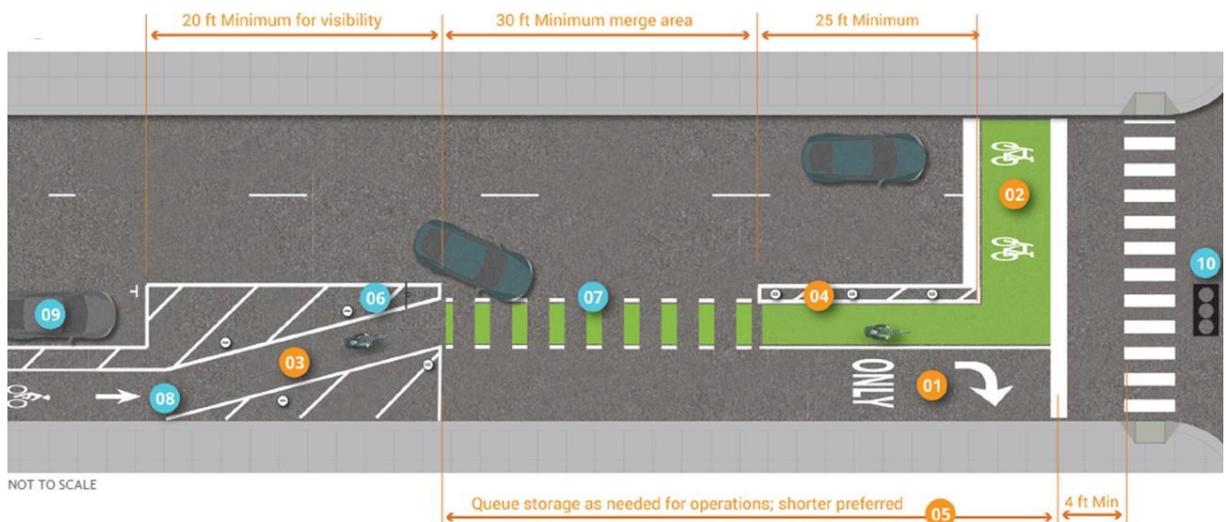


Figura 102: Deslocamento lateral. [Fonte: FHWA, 2015]



Figura 103: Conversão com deslocamento lateral em Silver Spring (esq.) e Salt Lake City, EUA.

A Figura 104 mostra um exemplo de conversão com **zona mista**. Uma zona mista é uma área onde bicicletas e veículos motorizados que farão a conversão à direita se misturam em uma faixa na aproximação da interseção. Assim como na opção de deslocamento lateral, os potenciais conflitos ocorrem *antes* da interseção. Zonas mistas são usadas em vias com volume de conversão grande o suficiente para gerar conflitos, mas não o bastante para necessitar de semáforo. São mais eficientes para um fluxo na conversão entre 50 e 150 veículos por hora. Zona mista ①; sinalização de faixa compartilhada ajuda a alertar o ciclista da possível presença de veículos motorizados à esquerda tentando fazer a conversão ②; separador de, no mínimo, 1 metro ③; placa “Início da faixa de conversão à direita; dê a preferência aos ciclistas” ④.

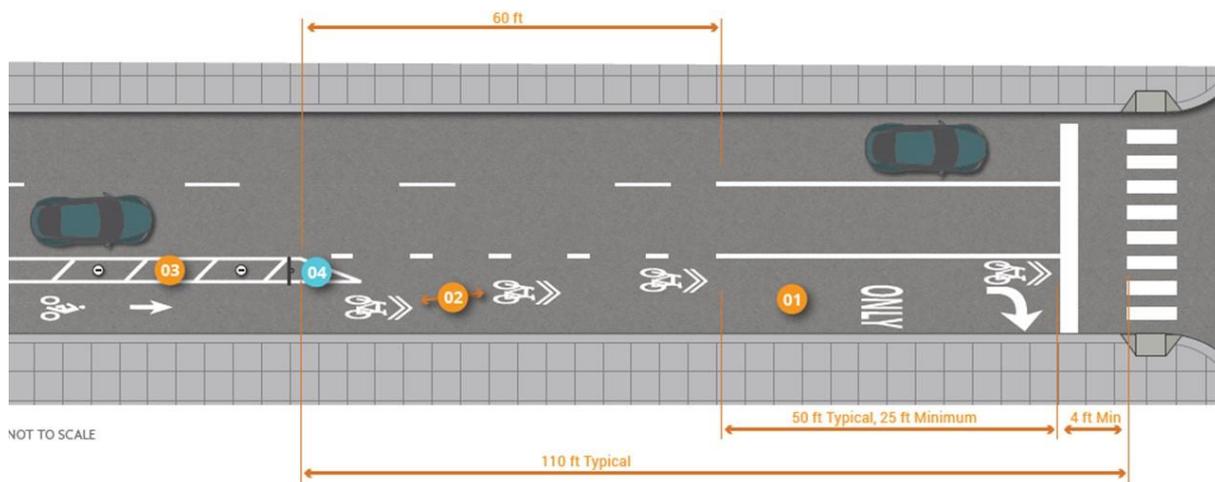


Figura 104: Conversão com Zona Mista. [Fonte: FHWA, 2015]

A fim de melhorar a visibilidade de bicicletas para os veículos em conversão, o projeto de **conversão “por dentro”** posiciona o ciclista numa faixa adjacente à faixa de conversão à direita. A Figura 105 mostra a chamada conversão por dentro. Faixa de transição mais perto da área motorizada para que ciclistas e motoristas possam se ver melhor ①; o projeto cria a oportunidade de construir uma extensão do meio-fio para reduzir a distância de travessia do pedestre ②; separador de, no mínimo, 0,33 m na interseção ③; placa “Veículos na conversão devem dar prioridade a bicicletas ④; demarcação de vagas para estacionamento ⑤; sinalização horizontal da ciclofaixa ⑥.

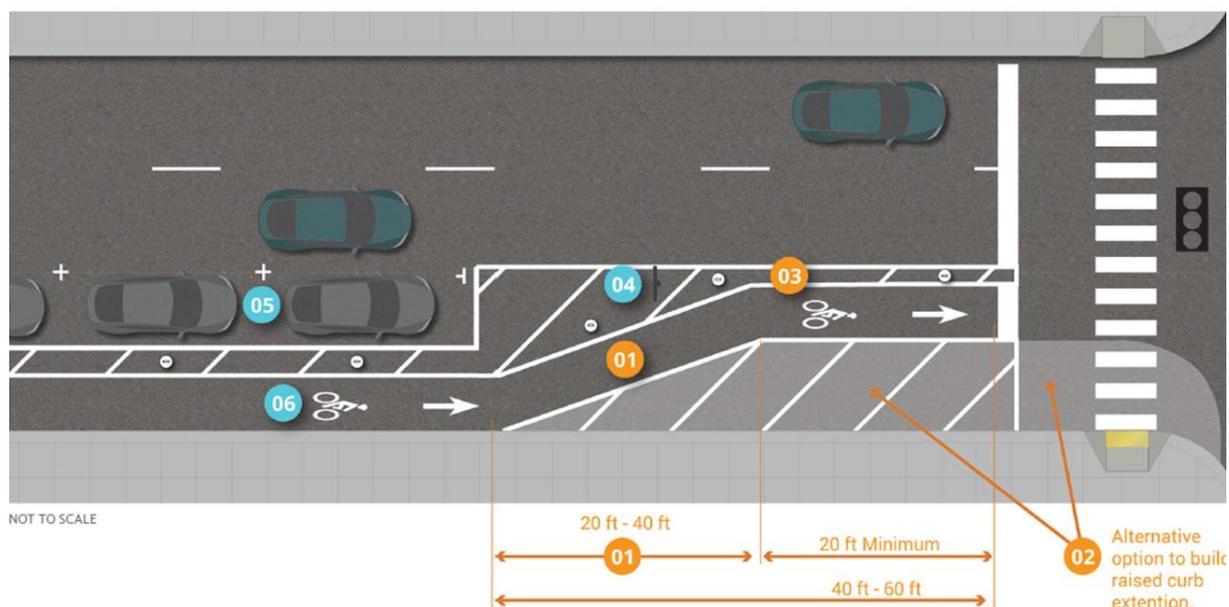


Figura 105: Conversão por dentro (ciclofaixa unidirecional). [Fonte: FHWA, 2015]



Figura 106: Conversão por dentro em St. Petersburg, EUA (ciclofaixa bidirecional).

A Figura 107 mostra a chamada **conversão por fora**. O projeto posiciona o ciclista mais avançado na via transversal, permitindo aos veículos motorizados o movimento completo de conversão antes de interagir com o ciclista. Pode ser usado em ruas laterais de baixo volume ou entradas de garagem e permite que os carros deem preferência às bicicletas sem bloquear o trânsito na via principal. O projeto cria a oportunidade de um amplo refúgio para pedestres entre as travessias da ciclofaixa e dos veículos motorizados ①; a ciclofaixa e a travessia de pedestre podem estar em nível elevado através da interseção a fim de fornecer um efeito de moderação de tráfego (*traffic calming*, v. item 2.3.3.2) ②; separador de, no mínimo, 1 metro ③; placa “Veículos na conversão devem dar prioridade a bicicletas” ④; sinalização horizontal da ciclofaixa ⑤.

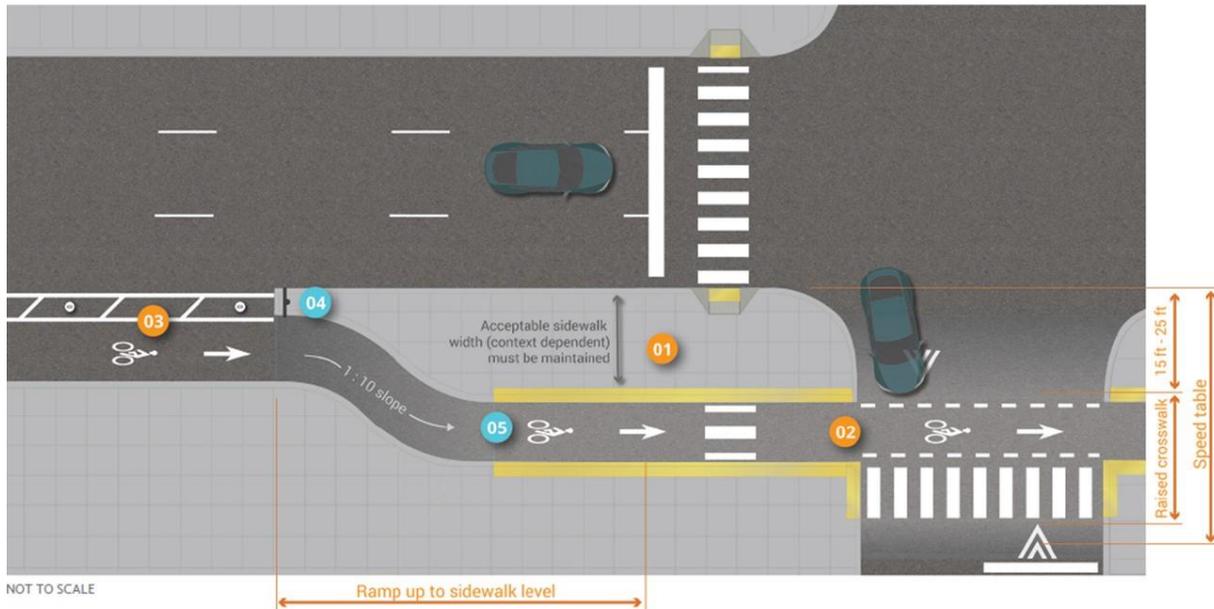


Figura 107: Conversão por fora. [Fonte: FHWA, 2015]



Figura 108: Conversão por fora em Boulder, EUA, utiliza o espaço extra na calçada para a construção de estacionamento para bicicletas.

Tabela 11: Conversões por dentro e por fora. [Fonte: FHWA, 2015]

	Vantagens	Desvantagens
Conversão por dentro (Figura 105)	<ul style="list-style-type: none"> • Motoristas na via transversal podem ver bicicletas e carros no mesmo campo de visão • Exige menos espaço do que a conversão por fora 	<ul style="list-style-type: none"> • Vagas de estacionamento perto da interseção podem ser perdidas • Ciclistas podem perceber menos separação devido à proximidade de carros que seguem em frente
Conversão por fora (Figura 107)	<ul style="list-style-type: none"> • Permite que carros na conversão façam fila fora do tráfego que segue em frente e antes da ciclofaixa • Permite o posicionamento de fila de ciclistas que desejam fazer a conversão à esquerda • A travessia elevada permite a redução de velocidade tanto de carros quanto de bicicletas 	<ul style="list-style-type: none"> • Exige mais espaço • Os usuários da via estão menos familiarizados com este tipo de configuração • A distância de visibilidade pode ser mais difícil para os veículos na aproximação da transversal

Em locais com alto volume de conversões, é recomendada⁵² a separação dos movimentos por meio de uma programação semaforica com estágios específicos para estes movimentos, de acordo com os volumes indicados na Tabela 12.

Tabela 12: Considerações sobre a separação dos movimentos do ciclista no tempo. [Fonte: MASSACHUSETTS Department of Transportation – MassDOT]

Operação de separação da ciclofaixa	Veículos motorizados por hora fazendo a conversão sobre a ciclofaixa			
	Via de mão dupla			Via de mão única
	Conversão à direita	Conversão à esquerda através de uma faixa	Conversão à esquerda através de duas faixas	Conversão à direita ou à esquerda
Mão única	150	100	50	150
Mão dupla	100	50	0	100

⁵² MASSACHUSETTS Department of Transportation – MassDOT. Separated Bike Lane Planning & Design Guide: Chapter 6. 2017.

2.3.3.2. MODERAÇÃO DE TRÁFEGO (TRAFFIC CALMING)

A moderação de tráfego significa limitar o tráfego de veículos motorizados em determinadas áreas com o objetivo principal de reduzir acidentes e promover segurança. As medidas de moderação de tráfego podem incluir lombadas, regulamentação de velocidade, fechamento de ruas, ruas de mão única, Ilhas, rotatórias, chicanas, floreiras etc.

O Guia de Projetos de Transportes Ativos⁵³ da Província de Colúmbia Britânica, Canadá, apresenta algumas medidas de moderação de tráfego, apresentadas nas figuras a seguir (estas medidas **não são necessariamente endossadas por este Boletim**):

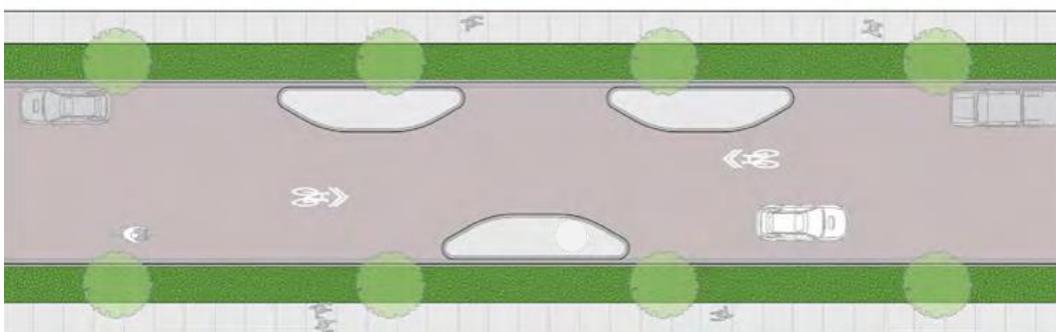


Figura 109: Chicanas. [Fonte: British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure]

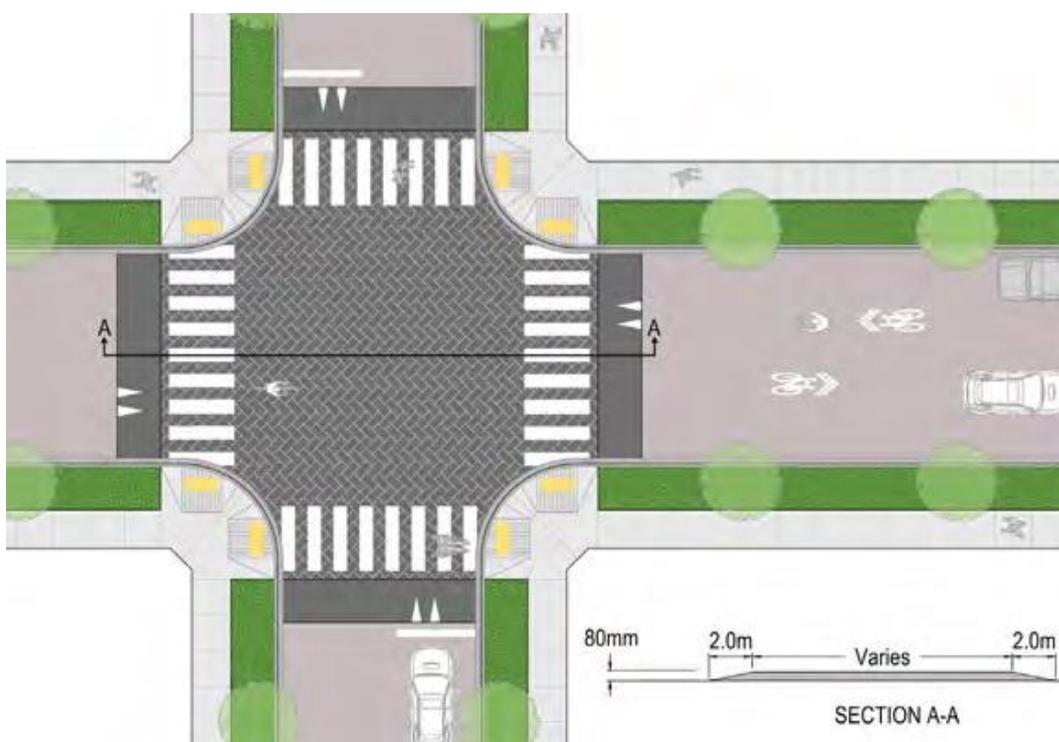


Figura 110: Interseção elevada. [Fonte: British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure]

⁵³ BRITISH Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure. British Columbia Active Transportation Design Guide, 2019.

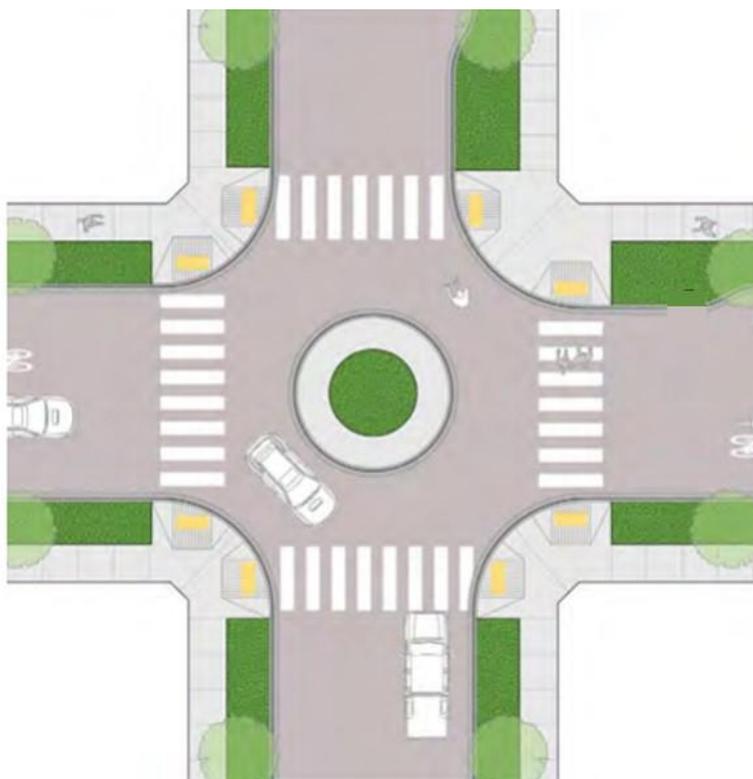


Figura 111: Mini rotatória. [Fonte: British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure]

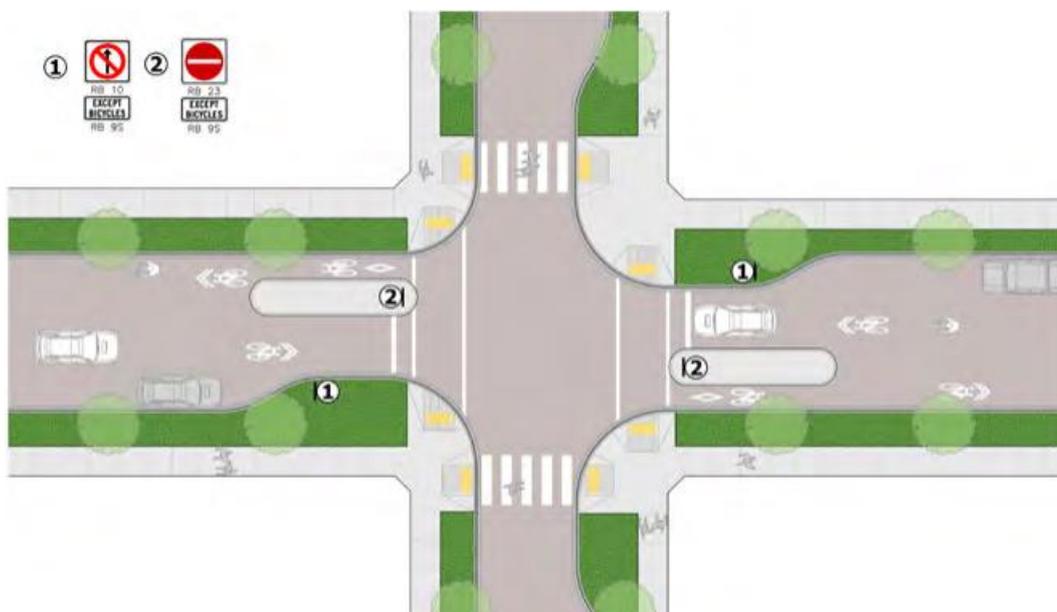


Figura 112: Fechamento direcional. [Fonte: British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure]

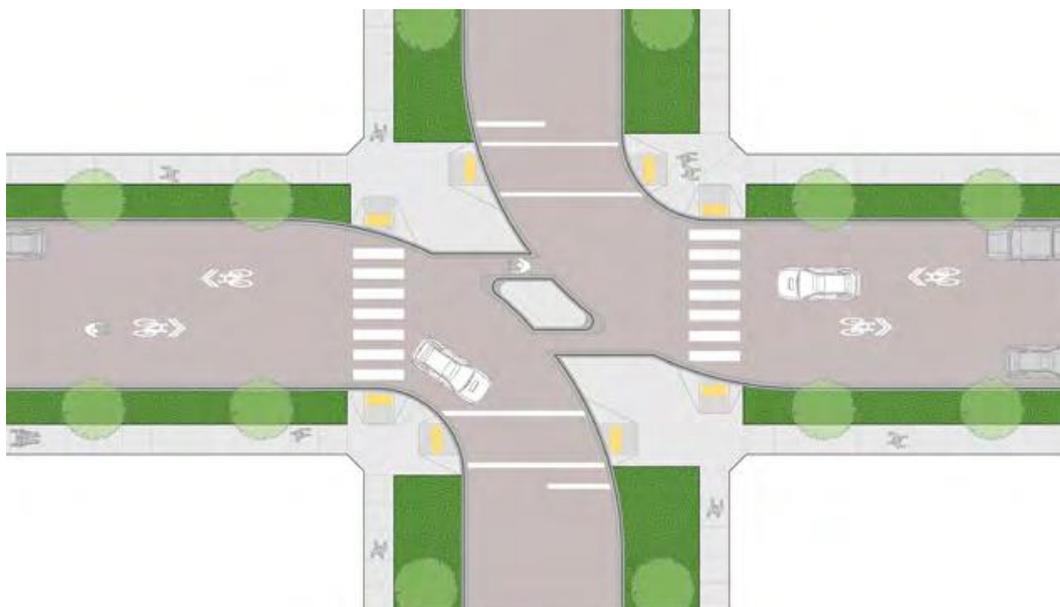


Figura 113: Desviador. [Fonte: British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure]

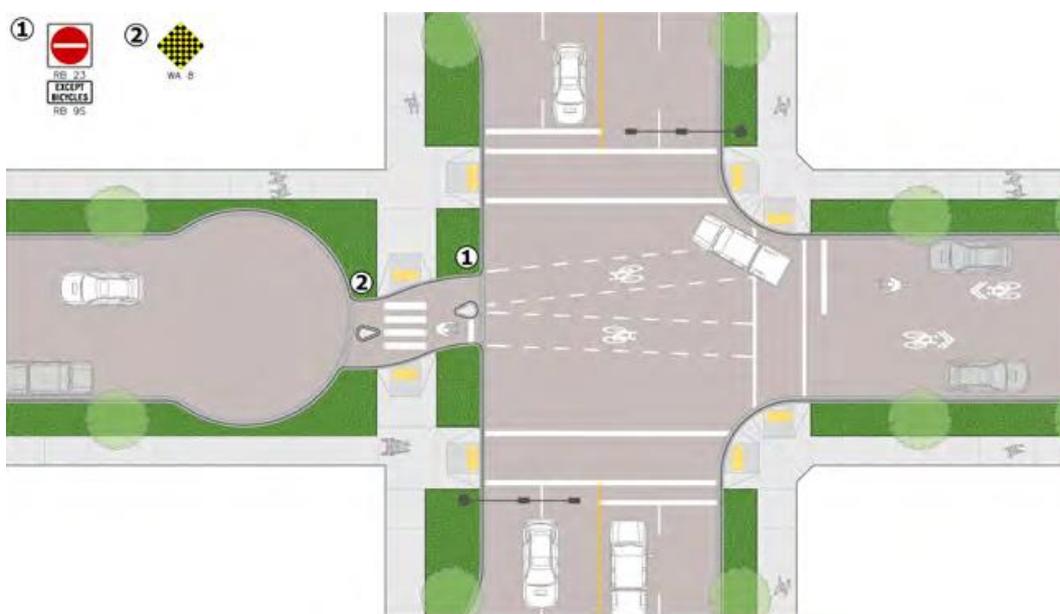


Figura 114: Fechamento completo. [Fonte: British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure]

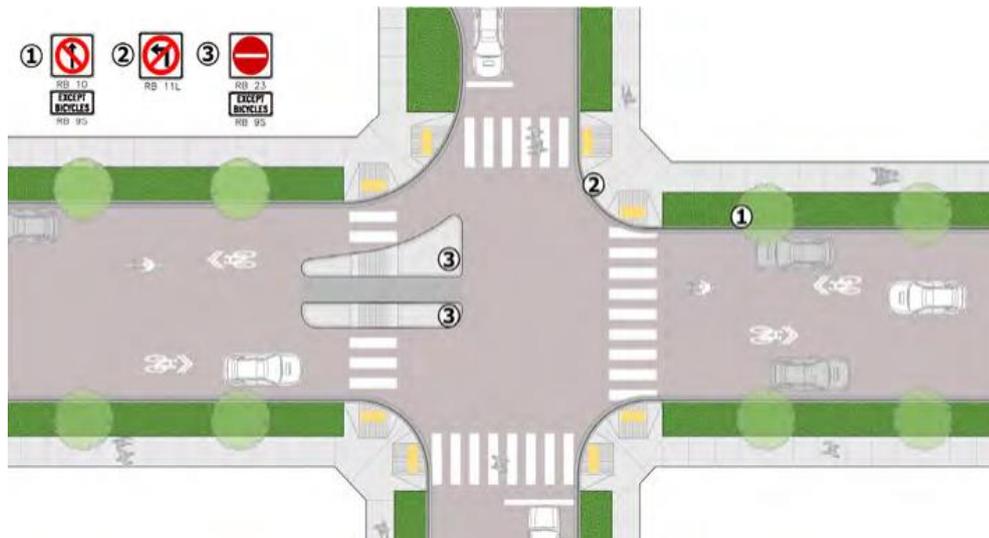


Figura 115: Canalização da interseção. [Fonte: British Columbia Min. of Transportation and Infrastructure]



Figura 116: Ilhas "entra pela direita", "sai pela direita". [Fonte: British Columbia Min. of Transportation and Infrastructure]



Figura 117: Canteiro central elevado. [Fonte: British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure]



Figura 118: Rua com chicanas na Dinamarca (esq.) e lombadas com passagem para ciclistas nos Estados Unidos (dir.).

2.3.3.3. PARADAS DE ÔNIBUS

A presença de paradas de ônibus em vias com ciclofaixas ou ciclovias é geralmente um desafio aos projetistas, pois são pontos de potencial conflito entre ciclistas e veículos de transporte, além dos passageiros que embarcam ou desembarcam destes veículos. Problema semelhante ocorre em vias comerciais, onde são frequentes as operações de carga e descarga.



Figura 119: Croqui de parada de ônibus com interrupção da ciclofaixa [Fonte: BRASIL – Ministério das Cidades. Cartilha do Ciclista, 2015] e exemplo em São Paulo.

Estes conflitos são decorrentes de vários usuários da via desejarem ocupar o mesmo espaço simultaneamente (Figura 120). A educação e o treinamento de motoristas, passageiros e ciclistas podem reduzir estes conflitos e tornar o comportamento de cada grupo mais previsível. No caso da parada de ônibus, embora o comportamento mais adequado ao ciclista seja parar atrás do veículo e aguardar sua partida, existem meios de lidar com um grande potencial de conflito, que é quando o ciclista tenta

ultrapassar o ônibus na parada, que incluem medidas educativas e uma grande variedade de projetos físicos para a parada de ônibus. Os projetos apresentados aqui são adotados em várias partes do mundo, mas **não são necessariamente endossados por este Boletim**.

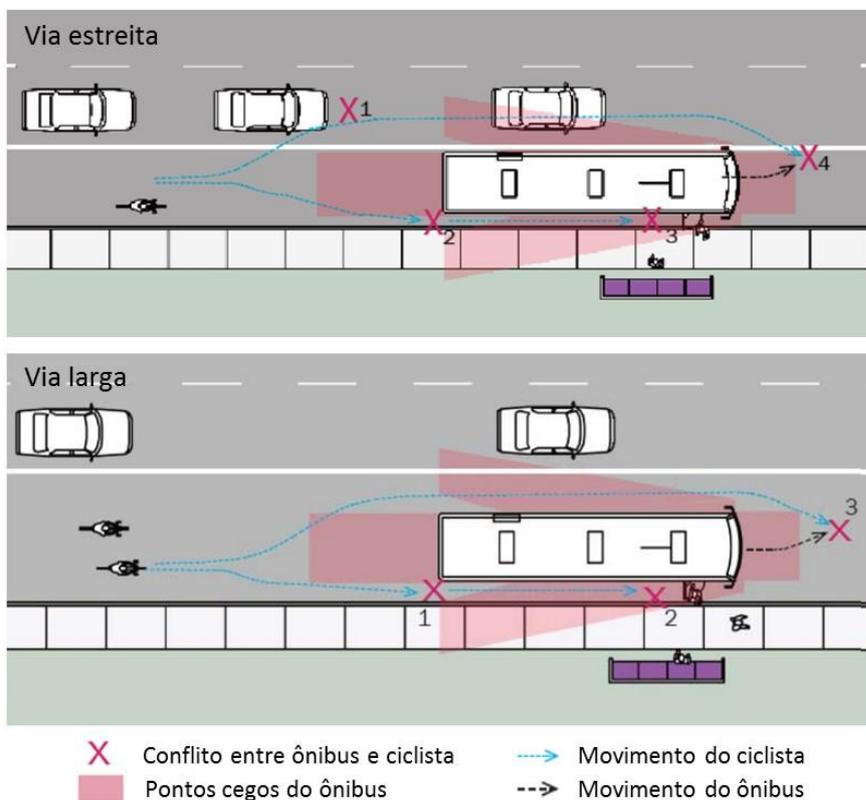


Figura 120: Pontos de potencial conflito entre ciclistas, ônibus e carros em vias em que compartilham o mesmo espaço. [Fonte: University of South Florida]

Um estudo⁵⁴ da Universidade do Sul da Flórida, encomendado pelo Centro de Pesquisa do Departamento de Transportes do estado, propõe algumas soluções de projeto destas paradas.

A solução mais simples, proposta na Figura 121 para vias estreitas, é a execução de uma ciclofaixa com interrupção na parada do ônibus; a linha de retenção indica ao ciclista que ele deve parar e aguardar a partida do ônibus. A linha de retenção deve ser posicionada além dos pontos cegos do motorista.

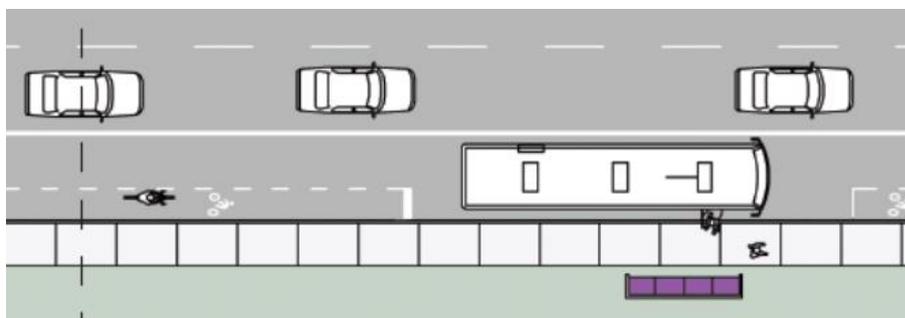


Figura 121: Interrupção da ciclofaixa na parada de ônibus. [Fonte: Univ. of South Florida]

⁵⁴ UNIVERSITY of South Florida. A Summary of Design, Policies and Operational Characteristics for Shared Bicycle/Bus Lanes. 2012.

Para vias mais largas ou quando há espaço na calçada para a abertura de uma baía, a Universidade do Sul da Flórida propõe a implantação ou o desvio da ciclofaixa para a esquerda do ônibus. A Figura 122 mostra duas opções. Note-se que, embora em menor número, os pontos cegos e os pontos de potencial conflito permanecem e o desvio do ciclista para a esquerda precisa ser feito *antes* do ponto cego do motorista. Também fica claro que o ciclista se torna mais exposto a risco ao ser mandado para o centro da pista, ainda que de forma bem sinalizada. Ambos, motorista e ciclista, precisam ficar atentos para quando o ônibus partir após a parada.

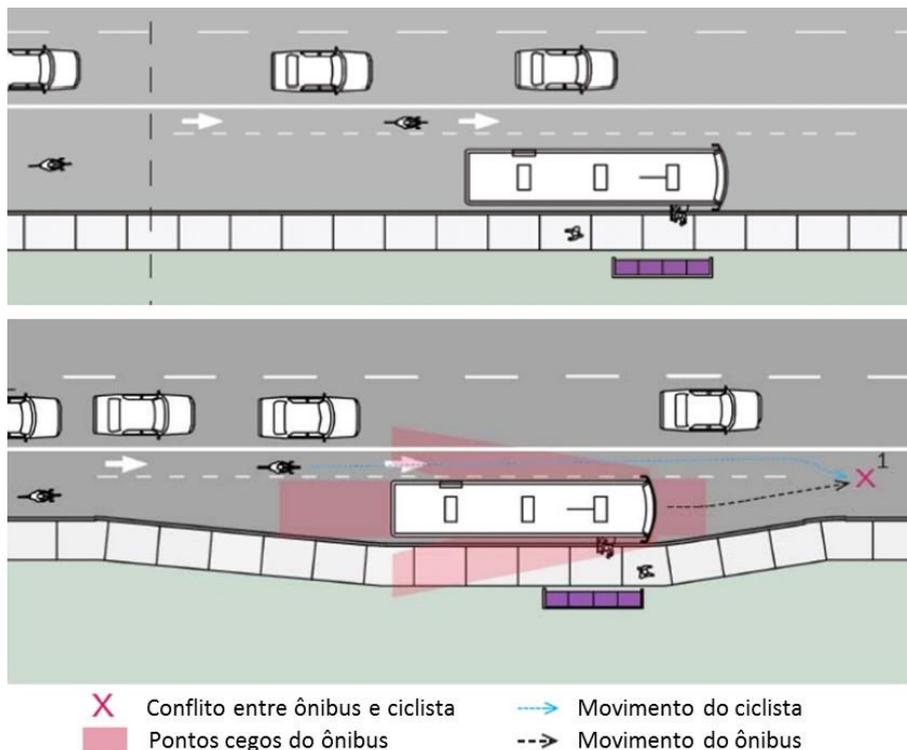


Figura 122: ciclofaixa pela esquerda do ônibus, sem e com baía para parada.
 [Fonte: University of South Florida]



Figura 123: Ciclista em faixa de ultrapassagem de ônibus em parada, Eugene (EUA)

A Universidade do Sul da Flórida também propõe, em havendo espaço na calçada, a canalização completa da ciclofaixa por trás do abrigo (Figura 124), com a construção de uma ilha para a parada do ônibus. Neste caso, o principal ponto de conflito potencial do ciclista é com o pedestre que precisa chegar ou sair da parada (1 e 2). O retorno do ciclista à ciclofaixa também apresenta um risco potencial de colisão com o ônibus (3).

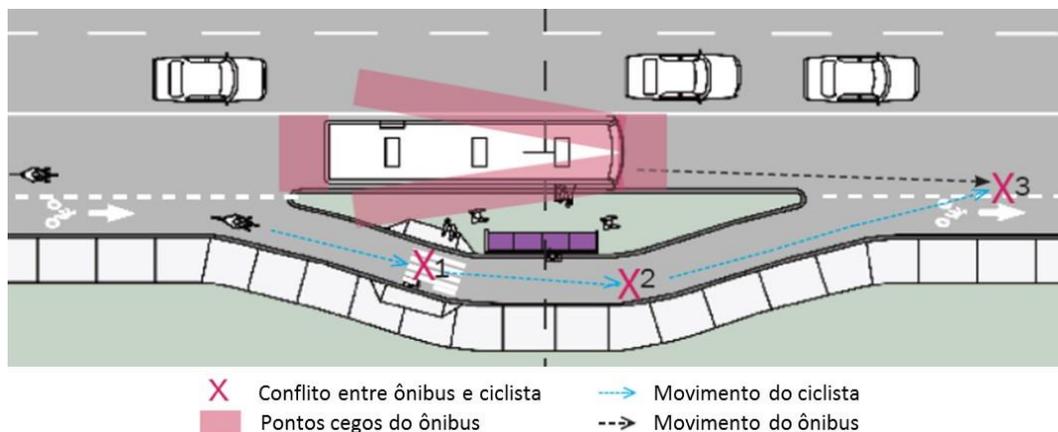


Figura 124: Parada de ônibus com canalização para o ciclista. [Fonte: University of South Florida]



Figura 125: Parada de ônibus em Seattle (EUA) com canalização para o ciclista.

O *Transit Street Design Guide*⁵⁵ da organização americana NACTO (*National Association of City Transportation Officials*) apresenta uma outra proposta, em que a parada de ônibus compartilha o espaço da ciclofaixa (Figura 126). Diferentemente da proposta da Figura 121, o ônibus não avança sobre a ciclofaixa durante a parada. É indicada para locais com ciclofaixas padrão, onde não é possível a construção de ilhas e onde há plataformas de embarque elevadas. Há rampas de subida e descida para o ciclista, que pode passar livremente pela plataforma quando não há veículos parados para embarque e desembarque; caso contrário, deve dar preferência aos passageiros do ônibus. A NACTO propõe como itens obrigatórios faixas de alerta para os pedestres nas bordas da plataforma de embarque compartilhada ①, área de manobra para cadeiras de rodas fora das áreas de conflito ② e largura da ciclofaixa suficiente para a operação de máquinas de limpeza ③. Além disso, recomenda que a abertura do abrigo seja também para o lado das edificações quando a distância para a ciclofaixa for menor do que

⁵⁵ NACTO - National Association of City Transportation Officials. *Transit Street Design Guide - Shared Cycle Track Stop*, 2016.

um metro, para evitar conflitos entre pedestres e ciclistas ④ e que a plataforma termine a pelo menos três metros da travessia de pedestres, para permitir que os ciclistas formem fila ⑤.

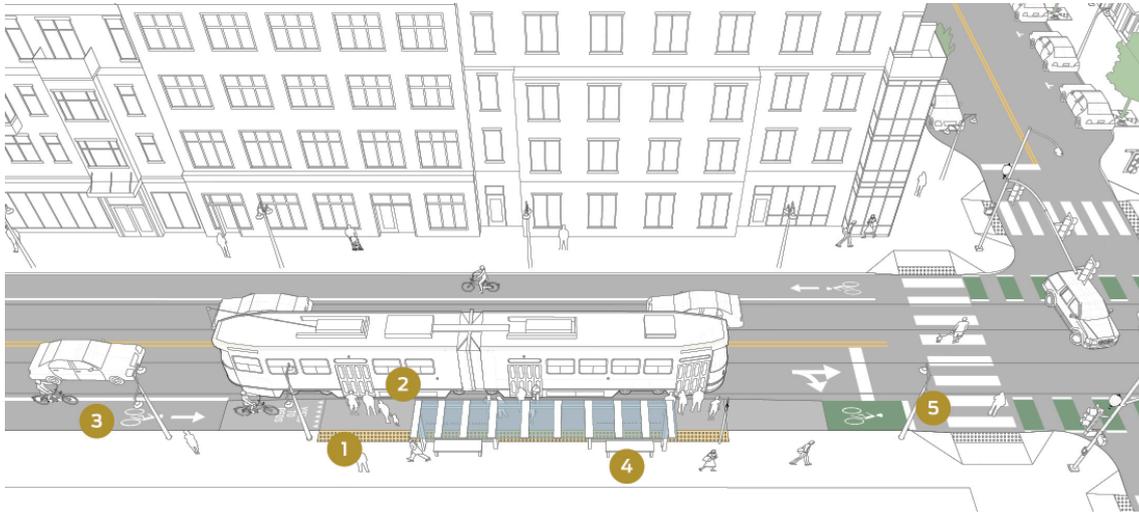
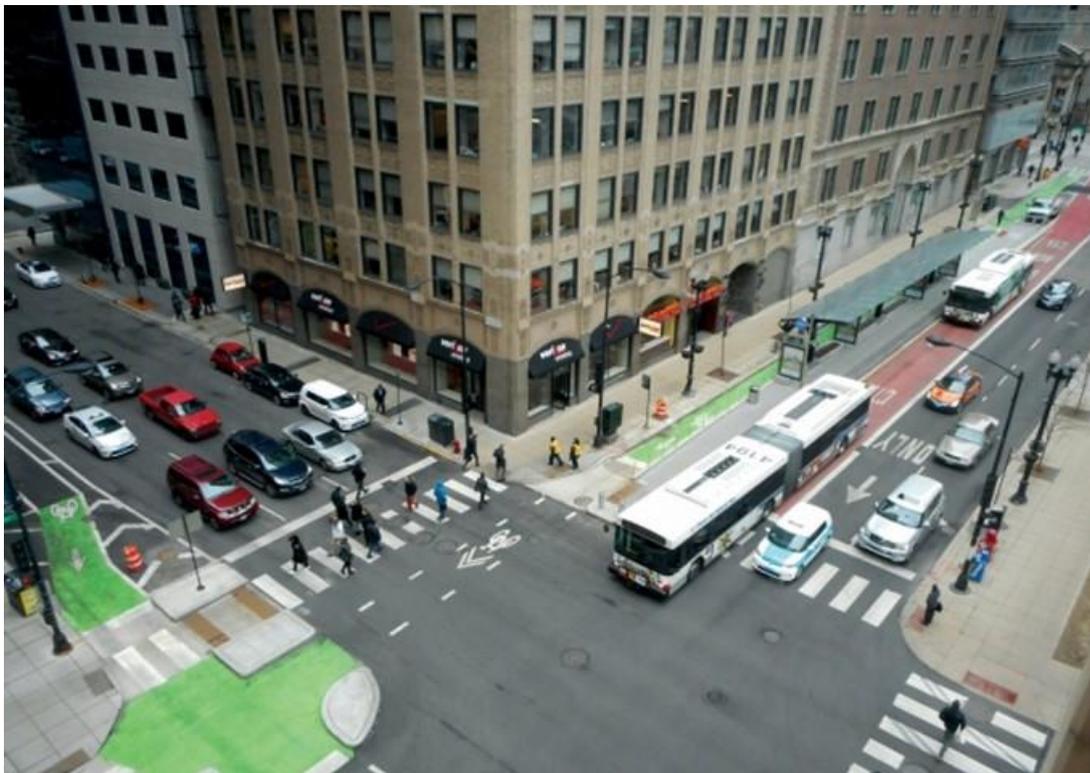


Figura 126: Parada compartilhada com a ciclofaixa. [Fonte: NACTO, 2019]



NATHAN ROSEBERRY (CDOT)/ PEDBIKE

Figura 127: Interseção com infraestrutura de ônibus, ciclistas, pedestres e carros em Chicago, EUA.

O Guia de Planejamento e Projeto de Ciclofaixas Segregadas⁵⁶ do FHWA (Federal Highway Administration) do Departamento de Transportes dos Estados Unidos apresenta propostas para paradas de ônibus em vias com ciclofaixas e faixas para estacionamento de veículos (Figura 128).

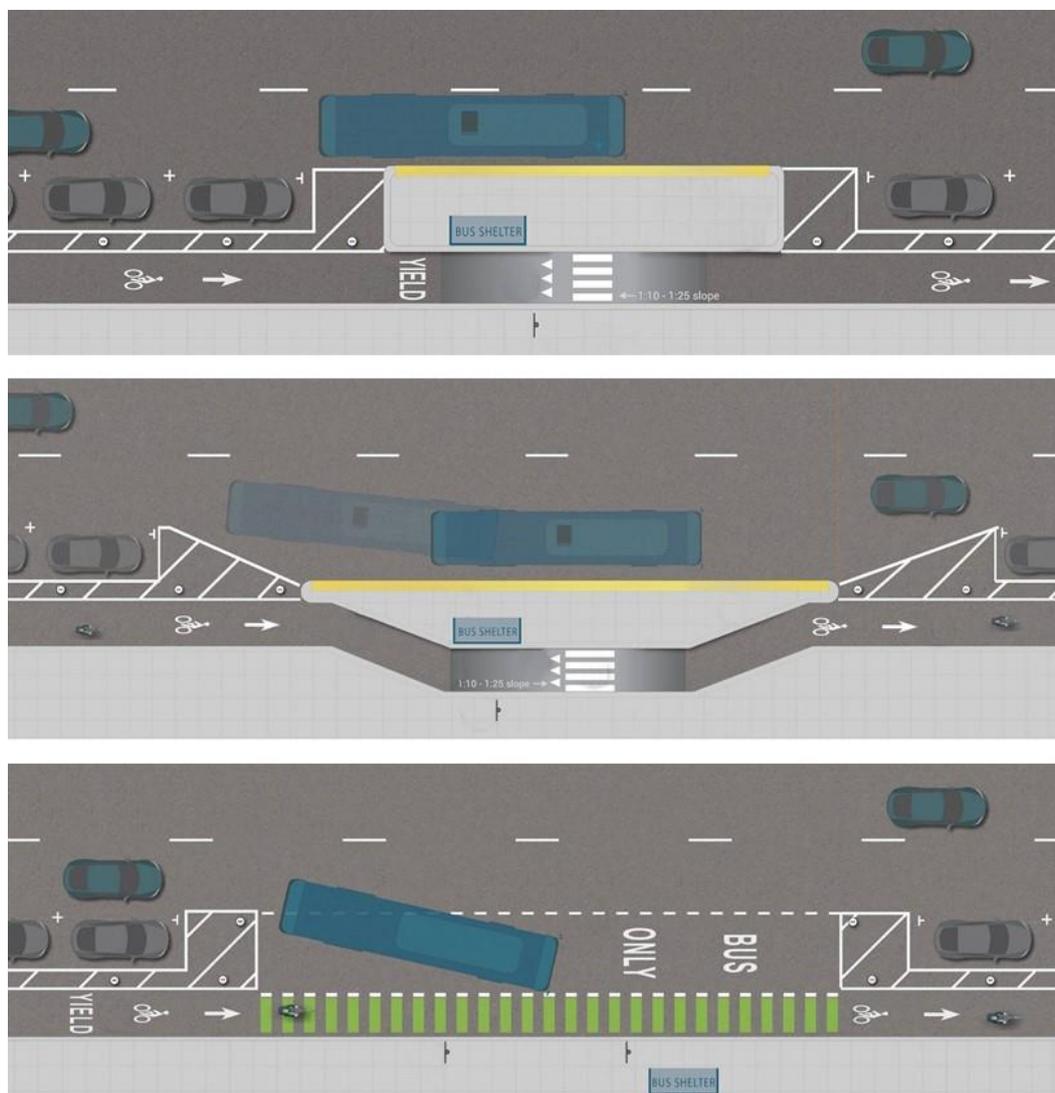


Figura 128: Paradas de ônibus em vias com ciclofaixas e faixa de estacionamento de veículos. [Fonte: FHWA]

⁵⁶ FHWA (Federal Highway Administration). Separated Bike Lane Planning and Design Guide. 2015.

2.4. SEGURANÇA DO CICLISTA: SINALIZAÇÃO, EQUIPAMENTOS E FATOR HUMANO

As áreas urbanas vêm se ampliando sem parar há bastante tempo. Juntamente com o aumento das populações e das áreas urbanizadas, a crescente demanda por deslocamento e a priorização de transportes automotores (como automóveis e ônibus) têm resultado em congestionamentos e em uma infinidade de problemas em diversas áreas. Como parte das ações para mitigar os problemas decorrentes do uso intensivo de transporte individual motorizado, os administradores de cidades em todo o mundo vêm usando diversas ferramentas, incluindo o estímulo ao uso da bicicleta para o transporte individual.

Segundo a Outdoor Foundation⁵⁷, em 2011 o ciclismo era a segunda atividade preferida entre aquelas realizadas ao ar livre. E a NACTO - *National Association of City Transportation Officials*⁵⁸ aponta que o ciclismo é aceito como um meio de transporte saudável, economicamente acessível, igualitário, sustentável e que impacta positivamente a segurança viária e na redução de congestionamentos. As cidades que têm investido no estímulo ao ciclismo vêm obtendo redução nos níveis de congestionamento e suas ruas vêm se tornando mais seguras para todos os usuários.

O ciclismo se mostra benéfico inclusive para a economia, conforme resultado de diversos estudos recentes nos quais cidades que ampliaram a acessibilidade por bicicleta a seus centros comerciais atraíram novos consumidores e incrementaram os negócios⁵⁹.

A Figura 129 mostra uma estimativa dos benefícios do uso da bicicleta dentro da União Europeia, considerando diversos campos como ambiental (redução de emissões etc.), econômico e de saúde⁶⁰.

Benefícios	Valor Estimado (bilhões de euros)
Economia com emissões de CO2	0,6 - 5,6
Redução da poluição do ar	0,435
Redução da poluição sonora	0,3
Economia de combustíveis	4
Vidas mais longas e mais saudáveis	73
Redução de faltas ao trabalho por doenças	5
Mercado de bicicletas	13,2
Ciclo turismo	44
Redução de congestionamentos	6,8
Economia nos custos de construção e manutenção de infraestrutura viária para veículos motorizados	2,9
Total anual de benefícios	150 - 155 bilhões de euros

Figura 129: Benefícios financeiros do uso da bicicleta na União Europeia.
[Fonte: EUROPEAN Cyclists' Federation apud Steenberghen T. et al., 2017]

Se a inclusão do ciclismo como alternativa de transporte pode ser benéfica em vários aspectos (não somente para a cidade, mas também para o usuário), a gradativa introdução de um veículo tão vulnerável

⁵⁷ OUTDOOR Foundation. Topline Outdoor Recreation - Participation Report. 2011.

⁵⁸ NACTO – National Association of City Transportation Officials. Shared Micromobility in the U.S.: 2018

⁵⁹ NACTO – National Association of City Transportation Officials. Urban Bikeway Design Guide – Bicycle Signal Heads. 2011.

⁶⁰ EUROPEAN Cyclist's Federation. The Benefits of Cycling: unlocking their potential for Europe. 2018.

e pequeno como a bicicleta no trânsito das cidades trouxe consigo grandes desafios, especialmente em termos de segurança de trânsito.

A preocupação com a segurança tem produzido soluções desde o surgimento das bicicletas, há mais de duzentos anos. Observa-se uma constante evolução com ações aplicadas na infraestrutura cicloviária, no aperfeiçoamento das bicicletas, em equipamentos e métodos de apuração e registro dos acidentes, bem como em mudanças de comportamento dos ciclistas e da população em geral por meio da evolução da legislação e da educação de trânsito.

A evolução da bicicleta e da infraestrutura cicloviária foi apresentada no Capítulo 1 – Histórico, deste Boletim. Dispositivos tecnológicos para a infraestrutura cicloviária, como os focos semafóricos para ciclistas e detectores automáticos de presença de bicicletas vêm sendo implantados gradativamente desde o final dos anos 1960.

Embora registros de acidentes rodoviários existam pelo menos desde 1875 (quando foram registradas 1 589 mortes em áreas urbanas da Grã-Bretanha) denotando a preocupação com a segurança viária, naquela época tais registros referiam-se em sua maioria a algum tipo de transporte a cavalo, sendo os indicadores de segurança para ciclistas incluídos mais tarde.

Marcos históricos

Alguns dos marcos históricos da evolução da segurança viária são descritos a seguir.

Em 1878 surgiu o *Bicyclists Touring Club* da Inglaterra para segurança dos ciclistas que se aventuravam pelo país e que encontravam grande hostilidade por parte dos cavaleiros e condutores de carruagem. O clube foi formado com o propósito não só de proteger os ciclistas, mas também para promover o ciclismo. A associação passou a se chamar *Cyclists Touring Club* – CTC em 1887 e fez uma vigorosa campanha pelos direitos dos ciclistas, tornando-se precursora na implantação de sinais de advertência em morros e curvas perigosas.

O CTC teve um profundo envolvimento com tudo que se refere ao ciclismo e levantou questionamentos que desafiavam a primazia atribuída ao veículo motorizado. Envolveu-se ativamente no movimento de segurança viária do pós-guerra, ajudando a desenvolver o treinamento para ciclistas e fazendo-se representar em muitos comitês de segurança no trânsito⁶¹.

No início dos anos 1900, surgiu na França a primeira proposta de padronização de sinalização viária, uma vez que, antes disso, as próprias associações de motoristas e/ou ciclistas implantavam suas sinalizações. O início da padronização (com tamanhos, cores e formatos) deu-se a partir de 1904 envolvendo três tipos principais de sinalização: velocidade, advertência e proibições. Essa sinalização permaneceu em uso até os anos 1930, apesar de ter sido modificada em 1921 para incluir símbolos de advertência acordados na Convenção de Paris de 1909. O MUTCD⁶², de 1935, representa a primeira iniciativa de padronização abrangente da sinalização viária no país.

O conceito dos Três Es (Engenharia, Educação e Esforço Legal) para o gerenciamento do tráfego surgiu na década de 1920. Foi criado por Julian Harvey, um gerente de seguros que cuidava de reclamações de acidentes e apresentado em uma reunião do Conselho de Segurança de Kansas City. Este conceito inicialmente foi aplicado na segurança industrial e só posteriormente foi estendido à segurança de tráfego

⁶¹ CUMMINS, Gerald. 100 Years of Road Safety. 1991.

⁶² MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways). U.S. Department of Transportation – Federal Highway Administration (FHWA). 1935.

por Sidney Williams, durante o Conselho de Segurança Nacional norte americano.

Em 1931, o *The Highway Code*, publicado no Reino Unido, menciona a obrigatoriedade de uma lâmpada única ou refletor traseiro para a circulação noturna de bicicletas e, em 1934, o *Road Traffic Act* dos EUA regulamentou o uso de refletores em bicicletas, entre outras medidas de segurança.

Em 1947, o Relatório Final do Comitê sobre Segurança Viária dos EUA recomendou, como medida de engenharia, a segregação de fluxos de tráfego conflitantes e de diferentes usuários da via.

Entre os poucos itens relacionados às bicicletas, a Convenção de Genebra⁶³, de 1949, estabeleceu a obrigatoriedade de freios, campainha e luzes de posicionamento nos veículos. Estabeleceu também regras de circulação em ruas e ciclovias e definiu placas de sinalização vertical, mas não mencionou sinalização semafórica específica.

Em 1968 foi celebrada a Convenção sobre Trânsito Viário, em Viena, com o objetivo de facilitar o trânsito viário internacional e aumentar a segurança nas rodovias. Nesta, já havia previsão do uso de sinalização semafórica específica para ciclistas com uso de pictograma, conforme mencionado no item 1.2.

Na maior parte do século XX, a segurança para ciclistas focou no conhecimento das regras de circulação viária e no controle das bicicletas. Durante as décadas de 1960 e 70, o ciclismo se tornou sinônimo de vida saudável e foi fortemente defendido. Lugares como Davis, na Califórnia, se destacaram por adicionar ciclofaixas à sua infraestrutura viária. Muitos acreditavam que o acréscimo de ciclofaixas aumentaria a segurança no trânsito, especialmente ao conscientizar os motoristas dos veículos motorizados sobre o compartilhamento do espaço viário. Com o aumento das ciclofaixas, surgiram muitos novos ciclistas. Sinalizações para bicicletas foram implantadas ao longo das vias, reforçando a importância de estar atento a todos os veículos em movimento, sejam eles motorizados ou bicicletas⁶⁴.

A segurança dos ciclistas sempre foi uma preocupação, tanto que, desde 1880, já havia capacetes feitos com cortiça (o material mais adequado à época). Sua popularização, no entanto, só começou em 1974 com o desenvolvimento de um capacete específico para ciclistas, utilizando entradas de ar cônicas e EPS – poliestireno expandido – para absorção de impacto⁶⁵. Desde então, surgiram campanhas de incentivo ao seu uso, embora, até hoje, não haja obrigatoriedade na maior parte do mundo, inclusive no Brasil.



Figura 130: Capacetes de couro e cortiça da década de 1930.

⁶³ CONVENÇÃO de Genebra sobre Trânsito Viário – Organização das Nações Unidas. 1949

⁶⁴ ROAD Safety Signs. History of Bicycle Safety: Re-Inventing Two Wheels.

⁶⁵ PETRIS, Pietro Battisti. Origem e evolução dos capacetes. 2019.

Os itens apresentados neste tópico contemplam alguns dos principais marcos no desenvolvimento da segurança para os ciclistas, já que este Boletim não se destina a listar uma relação mais completa.

Conceitos sobre segurança viária

Quando se fala em segurança, geralmente se pensa em estatísticas relacionadas a acidentalidade. Esta segurança (ou a falta dela) será aqui referida como **segurança efetiva** e pode ser objetivamente mensurada por meio de registros de acidentes elaborados pelas autoridades de trânsito ou pela área médica (como prontos-socorros). Mais detalhes referentes às estatísticas de acidentes envolvendo ciclistas serão vistos no item 2.4.3.

Há, contudo, outro aspecto da segurança que deve ser considerado quando se pensa em promover a bicicleta como alternativa de transporte nas cidades: a **segurança percebida**. Embora não possa ser numericamente mensurada, a segurança percebida pode ser avaliada por meio de entrevistas e/ou pesquisas de opinião que podem ser feitas com diversos grupos de pessoas.

Cabe esclarecer essa diferença, uma vez que, em seus textos em inglês, Andersen⁶⁶ usa palavras bastante distintas (*safety* e *security*) para descrever estes dois conceitos cuja tradução direta para o português se resumiria a uma mesma palavra: segurança.

O incentivo ao ciclismo como um meio de locomoção eficiente e atraente demanda a disponibilização de instalações viárias seguras e contínuas⁶⁷. Se o ciclismo não for percebido como uma opção segura, muitos ciclistas em potencial podem preferir outros meios de transporte.

A parte fundamental da **infraestrutura cicloviária** compreende os espaços para a circulação de bicicletas. De forma geral, os ciclistas podem compartilhar a pista de rolamento com os veículos motorizados em ruas calmas e de baixa velocidade, mas a circulação por ruas mais amplas e cruzamentos movimentados tende a demandar instalações específicas. O ideal é que sejam projetadas redes cicloviárias seguras e abrangentes, de modo que possam ser utilizadas por pessoas de todas as idades e habilidades.

Há dois tipos principais de instalações especialmente projetadas para a circulação de bicicletas: as áreas dedicadas e as exclusivas. As instalações dedicadas – que são parte da infraestrutura existente – são geralmente denominadas **ciclofaixas**. Já as instalações exclusivas⁶⁸, construídas especificamente para este fim, são chamadas de **ciclovias**⁶⁹. Mais detalhes sobre infraestrutura cicloviária no item 2.

A segurança da infraestrutura cicloviária tanto de vias dedicadas e segregadas como de vias compartilhadas com os demais modos não é tema pacífico. Há diversos estudos mostrando que a segregação traz benefícios em locais como a Dinamarca, Canadá, Nova Iorque e Texas, porém há aqueles que atestam a segurança do compartilhamento da pista como nos Estados Unidos e Europa⁷⁰. O assunto será abordado mais a frente com mais detalhes no item 2.5 – Controvérsias.

⁶⁶ ANDERSEN, Troels. Traffic safety and cyclist sense of security. 2019.

⁶⁷ NACTO – National Association of City Transportation Officials. Urban Bikeway Design Guide – Bicycle Signal Heads. 2011.

⁶⁸ A legislação do Município de São Paulo, por exemplo, regulamenta a circulação de cadeiras de roda, patinetes e carrinhos de mão, entre outros, nas ciclofaixas do município.

⁶⁹ NACTO – National Association of City Transportation Officials. Transit Street Design Guide - Shared Cycle Track Stop. 2016.

⁷⁰ Fontes: BIKEWAY safety. In: WIKIPEDIA. 2021; e VEHICULAR cycling. In: WIKIPEDIA. 2021.

Ainda sobre a questão da segurança percebida pelos usuários dos projetos cicloviários, Andersen⁷¹ apresenta uma discussão sobre sinalização e ambiente da infraestrutura cicloviária. Ele alega que, num sistema onde o projeto da via é claramente consistente com a função, a atenção e a vigilância do usuário da via são naturalmente aguçadas.

Assim, a infraestrutura viária não deve provocar insegurança para aqueles usuários que não pedalam com frequência como forma de motivá-los a se manterem atentos. Isso deve ocorrer de forma natural, como consequência da velocidade, de regras, da responsabilidade social etc.

Existem muitos meios de chamar a atenção dos ciclistas para situações potencialmente perigosas, sem necessariamente fazê-los sentir insegurança, como por exemplo: o estreitamento da via (aproximando os ciclistas dos carros) ou a criação de curvas alternadas ao longo do trajeto (v. item 2.3.3.2).

Outro conceito que merece ser abordado diz respeito à terminologia usada nas estatísticas de trânsito que envolvem não só ciclistas, mas todos os usuários do sistema viário. Trata-se do termo “acidente” e de todos os indicadores a ele relacionados. Em novembro de 2020, a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas publicou a revisão da NBR 10697 - Pesquisas de sinistros de trânsito – Terminologia, na qual alterou a expressão “acidente de trânsito” até então usada, substituindo-a por “**sinistro de trânsito**”.

A ação se propõe a suprimir o entendimento de sinistro de trânsito “não premeditado” e, segundo a Abramet – Associação Brasileira de Medicina do Tráfego, “é uma vitória importante para as ações e políticas voltadas a preservação da vida no trânsito”⁷².

Assim, sinistro de trânsito passa a ser definido como:

[...] todo evento que resulte em dano ao veículo ou à sua carga e/ou em lesões a pessoas e/ou animais, e que possa trazer dano material ou prejuízos ao trânsito, à via ou ao meio ambiente, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou em áreas abertas ao público⁷³. (ABNT, 2020)

O recém-publicado “Relatório anual de sinistros de trânsito – 2020” da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo já usa esta terminologia e “adota a seguinte classificação para os sinistros de trânsito com vítimas: **atropelamento** (quando um veículo atinge um pedestre); **colisão** (batida entre veículos em movimento) e **choque** (impacto de um veículo contra um obstáculo fixo)”⁷⁴, entre outras.

A redefinição aplica-se a termos técnicos usados na preparação e execução de pesquisas e na elaboração de relatórios estatísticos e operacionais sobre incidentes de trânsito, de forma que, respeitando a nova normatização, a partir daqui o termo será usado neste item.

⁷¹ ANDERSEN, Troels. Traffic safety and cyclist sense of security. 2019.

⁷² ABRAMET (Associação Brasileira de Medicina de Tráfego). Qualificar incidentes no tráfego. 2021.

⁷³ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 10697/2020 – Pesquisa de sinistros de trânsito – Terminologia. Nov. 2020.

⁷⁴ CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. Relatório Anual de Sinistros de Trânsito – 2020.

2.4.1. COMPORTAMENTO NO TRÂNSITO

Além de uma boa infraestrutura, outro ponto importante com relação à segurança viária para os ciclistas está ligado ao **fator humano**. O registro de sinistros de trânsito indica que os erros humanos são as causas mais importantes nos incidentes no trânsito em geral⁷⁵.

Apesar de não terem sido encontradas referências quantificando a participação dos fatores comportamentais e atitudinais nos sinistros envolvendo ciclistas, um artigo⁷⁶ do site Vá de Bike menciona que as três infrações mais cometidas por estes seriam: pedalar sobre as calçadas, trafegar na contramão de direção e desrespeitar o sinal vermelho.

O **pedalar sobre as calçadas** é geralmente consequência da falta de segurança percebida pelo ciclista ao compartilhar o espaço viário com outros tipos de veículo. A forma de solucionar este problema é oferecer áreas cicláveis com maior segurança. Outra ação a ser adotada é a instalação de sinalização vertical e horizontal, alertando os ciclistas da proibição de circulação pela calçada de uso exclusivo dos pedestres⁷⁷.

O trafegar na contramão de direção também está relacionado à sensação de segurança, já que a visualização dos carros em aproximação poderia permitir que o ciclista viesse a se desviar deles. Está associado também a aspectos culturais e históricos, já que o Código Nacional de Trânsito⁷⁸, de 1966, em seu Art. 86, instruiu os pedestres a circularem no sentido oposto ao dos veículos, o que poderia ter estimulado uso análogo por ciclistas. No entanto, a sensação de segurança é ilusória, pois o veículo em sentido oposto se aproxima mais rápido do ciclista do que quando ambos circulam no mesmo sentido, podendo deixá-lo sem tempo de reação. Além disso, o motorista pode ser surpreendido com a aproximação do ciclista e, em caso de colisão, a gravidade certamente será maior.

Entretanto, cabe refletir que o sentido de circulação das vias é definido considerando-se a fluidez e segurança dos veículos motorizados e não a dos demais usuários. Obrigar os ciclistas a acompanharem o fluxo veicular pode aumentar em muito o percurso de quem faz uso do próprio esforço para se deslocar. A solução, novamente, é oferecer infraestrutura cicloviária para reduzir as infrações. Por isso, em muitos lugares tem sido implantadas ciclofaixas de mão dupla em vias de sentido único.

Ainda segundo o site Vá de Bike, o **desrespeito** do ciclista **ao semáforo vermelho** pode indicar uma tentativa de evitar algum tipo de agressão por parte de motoristas que venham a ficar impacientes com a baixa velocidade da bicicleta. Ademais, o ciclista pode querer aproveitar indevidamente um trecho de via com menor volume de automóveis após a travessia do cruzamento na fase vermelha do semáforo, enquanto os demais veículos ainda aguardam a fase verde. Esta atitude pode justificar a implantação de verde antecipado para os ciclistas nos cruzamentos, estratégia vista no item 2.3.1.3.

⁷⁵ CROW. Road Safety Manual. 2009.

⁷⁶ CRUZ, William. As 3 infrações que ciclistas mais cometem (e como mudar isso). In: VÁ de Bike. 2018.

⁷⁷ BRASIL. Caderno de Referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades. 2007. pg. 172.

⁷⁸ BRASIL. Código Nacional de Trânsito, Lei nº 5.108, de 21 de setembro de 1966.

2.4.1.1. COMPORTAMENTO EM INTERSEÇÕES SEMAFORIZADAS

Apesar de ser considerada infração gravíssima no Brasil, segundo Pai e Jou⁷⁹, a literatura sugere que a desobediência ao semáforo vermelho pelos ciclistas, diferentemente do que se verifica em relação aos demais veículos, não é fator tão determinante na ocorrência de sinistros. Pai e Jou citam que a taxa de sinistros relacionados a esta infração foi de 1,8% no Reino Unido⁸⁰ e 6,5% na Austrália⁸¹.

Ainda segundo Pai e Jou, as taxas de desobediência ao semáforo vermelho pelos ciclistas na Austrália permanecem baixas, variando de 7% a 9%⁸². Por outro lado, em Taiwan, a mesma taxa foi de 21%⁸³ enquanto, na China, chegou aos 56%⁸⁴. Particularmente em Taiwan, aproximadamente 22% dos sinistros que envolveram ciclistas ocorreram por desrespeito ao semáforo vermelho e, destes, 34% resultaram em mortes⁸⁵.

Em 2011, uma pesquisa por observação de vídeo realizada por Pai e Jou em oito interseções na província de Toayuan, em Taiwan, analisou o comportamento de 12 447 ciclistas. Estes foram classificados em três grupos:

- **os que se arriscam:** que atravessaram o cruzamento no semáforo vermelho sem parar, eventualmente desacelerando a bicicleta (6,9%);
- **os oportunistas:** que pararam no semáforo, mas, impacientes, apenas aguardaram uma brecha durante a fase vermelha para atravessar (9,4%);
- **os obedientes à legislação:** que pararam no vermelho e aguardaram o verde (83,7%).

Note-se que os índices de desobediência ao semáforo vermelho sofrem grandes variações em função de aspectos culturais/regionais.

Em 2010, outra pesquisa⁸⁶ realizada online com 2 061 respostas válidas de ciclistas australianos maiores de 18 anos e que também eram motoristas habilitados, indicou que 37% desses ciclistas já haviam desrespeitado algum semáforo vermelho enquanto pedalavam. As principais justificativas para a infração foram:

- 32,0% por conversão à esquerda (a Austrália adota mão de direção inglesa);
- 24,2% por falha de detecção da bicicleta pelo laço indutivo (para inclusão de estágio de bicicleta);
- 16,6% por não haver outros usuários na via;
- 10,7% em travessia de pedestres (de menor risco);
- 16,5% por outros motivos.

Na pesquisa foi identificado que os ciclistas que mais desrespeitaram o semáforo vermelho tinham como características mais frequentes serem do sexo masculino, jovens (entre 18 e 29 anos) e terem sido

⁷⁹ PAI, C.W.; JOU, R.C. Cyclists' red-light running behaviours: an examination of risk-taking, opportunistic, and law-obeying behaviours. *Accident Analysis and Prevention*. 2013.

⁸⁰ LAWSON, 1991 apud PAI e JOU, 2013.

⁸¹ GREEN, 2003 apud PAI e JOU, 2013.

⁸² JOHNSON et al., 2011 apud PAI e JOU, 2013.

⁸³ NPA, 2011 apud PAI e JOU, 2013.

⁸⁴ WU et al., 2012 apud PAI e JOU, 2013.

⁸⁵ NPA, 2011 apud PAI e JOU, 2013.

⁸⁶ JOHNSON, M.; CHARLTON, J.; OXLEY, J.; NEWSTEAD, S. Why do cyclists infringe at red lights? An investigation of Australian cyclists' reasons for red light infringement. *Accident Analysis and Prevention*. 2013.

autuados previamente pelo mesmo motivo enquanto dirigiram automóvel nos últimos dois anos. Os autores do artigo consideram que permitir que o ciclista desrespeite o semáforo vermelho em algumas situações, como na conversão, pode ser apropriado, citando o caso de países onde o uso da bicicleta é mais intenso, como a Holanda e a Alemanha. Concluem que alguns ciclistas são motivados a infringir o vermelho do semáforo por terem a percepção de que seu comportamento é seguro e de que fatores relacionados à infraestrutura, como a configuração da interseção e velocidade regulamentada, também não desestimulam a infração.

Em 2006, na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, onde mais de 18 mil pessoas usam a bicicleta para trabalhar, foi realizada uma pesquisa entrevistando 1 133 ciclistas⁸⁷. Os ciclistas entrevistados tinham mais de vinte anos, eram do sexo masculino e utilizavam a bicicleta como seu principal meio de deslocamento para o trabalho. Os resultados da pesquisa foram cruzados com dados de sinistros sofridos pelos pesquisados nos doze meses que precederam a entrevista. A prevalência de sinistros foi de 10,8% dos entrevistados neste período.

Por meio de um questionário estruturado, a pesquisa identificou alguns fatores comportamentais de risco assumido pelos ciclistas como passar em semáforo vermelho (38,4%), pedalar na contramão de direção (38,4%), pedalar do lado esquerdo da pista (25,5%), lado a lado com outros ciclistas (36,3%), na calçada (33,5%), parar sobre a faixa de pedestres (30,7%), pedalar em zigue-zague no tráfego (6,7%), atravessar a via preferencial sem parar (14,0%), pedalar rapidamente (13,6%), não usar ciclofaixa quando disponível (8,5%) e pedalar após ingestão de álcool (7,5%).

Para efeito de análise dos comportamentos de risco, os fatores foram avaliados isoladamente e agregados em três grupos:

- Grupo 1 – passar no semáforo vermelho, não usar a ciclovia quando disponível e parar sobre a faixa de pedestres;
- Grupo 2 – pedalar em zigue-zague no tráfego, pedalar após ingestão de álcool e pedalar rapidamente;
- Grupo 3 – pedalar na contramão de direção, pedalar do lado esquerdo da pista, lado a lado com outro ciclista, pedalar na calçada e atravessar via preferencial sem parar.

Os resultados indicaram que somente pedalar em zigue-zague no trânsito e a combinação de atitudes do Grupo 2 foram significativamente representativos para maior probabilidade de ocorrência de sinistros. A frequência de exposição ao trânsito ao pedalar sete dias na semana, em comparação a cinco ou seis dias, também se mostrou significativa para o aumento de risco de ocorrência de sinistros.

Vale mencionar que em 2020 foi feita uma pesquisa referente ao respeito às travessias de pedestres pelos vários usuários de veículos na cidade de São Paulo. É importante ressaltar que a pesquisa realizada pela CET – Companhia de Engenharia de Tráfego incluiu 11 travessias distribuídas por todas as regiões da cidade, sendo parte delas em meio de quadra e parte em esquinas, sendo que nenhuma delas era semaforizada⁸⁸.

⁸⁷ BACCHIERI et al. Cycling to work in Brazil: users profile, risk behaviors, and traffic accident occurrence. *Accident Analysis and Prevention*, 42. 2010. pp. 1025-1030.

⁸⁸ FREIRE, Lilian Rose da S. C. Respeito à Travessia do Pedestre em Faixas da Cidade de São Paulo. NT 265. 2020.

A pesquisa indicou que “A bicicleta foi o veículo que, percentualmente, menos respeitou a travessia do pedestre. O respeito geral desse veículo foi de 10,1%”, contra 21,1% dos motociclistas e 22,2% dos motoristas de veículos de passeio. A média de respeito à travessia para todos os veículos (que incluíram também táxis, caminhões e ônibus) foi de 24,3%, conforme se verifica pela Figura 131.

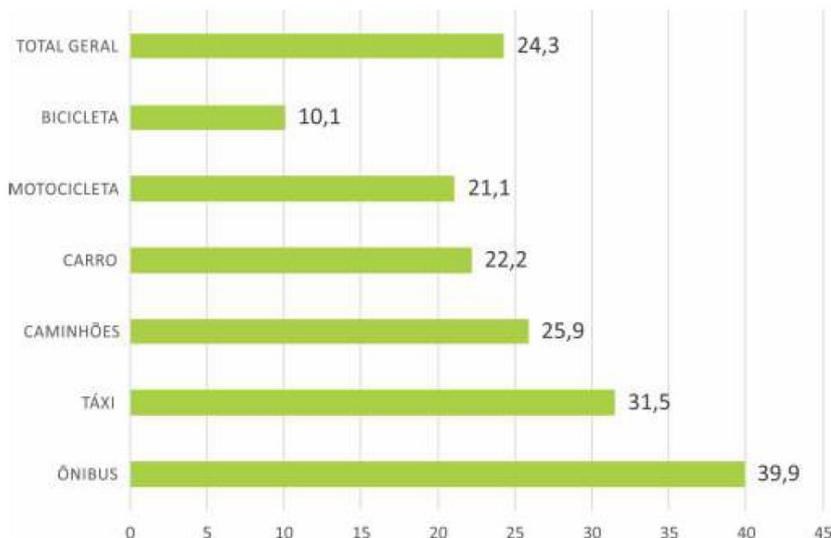


Figura 131: Respeito à preferência de passagem na travessia do pedestre – Tipo de veículo [Fonte: Freire, 2020]

A pesquisa contemplou apenas situações em que pedestres e veículos demonstraram intenção de atravessar a faixa simultaneamente (sendo considerados 36 649 pedestres e 77 636 veículos) e não foram avaliados motivos do desrespeito. Entre as propostas para futuros estudos, a publicação propõe que se busque identificar o porquê de os ciclistas, que tanto solicitam respeito, percentualmente serem os que menos respeitam os pedestres.

Desde 2008, um estudo⁸⁹ de Porto Alegre já propunha que a regulação do transporte ciclovitário deveria objetivar mais do que o simples estímulo ao uso da bicicleta, uma vez que o aumento desse uso naturalmente viria a provocar o crescimento dos conflitos com motoristas e pedestres. O estudo sugere que é necessário estabelecer previsões legais para restrições a comportamentos de risco à segurança (do próprio ciclista e, também, dos demais) como a restrição à circulação sobre calçadas ou na contramão de direção, o **respeito à sinalização semafórica** e a obrigatoriedade do uso de equipamentos de proteção individual.

Vale citar a visão do experiente Christopher Hawk⁹⁰, um ex-policia aposentado que trabalhou por mais de vinte anos no *Department of Public Safety*, o Departamento de Segurança Pública da Universidade de Iowa, e que é instrutor de táticas de patrulhamento em bicicletas. Quando questionado sobre o porquê de os ciclistas parecerem pensar que as leis e os semáforos não se aplicam a eles, Hawk indica três problemas principais:

- **Educação:** pois as crianças aprendem a pedalar geralmente nas calçadas e poucos pais ensinam como pedalar com segurança na pista. E mesmo quando há alguma Educação para o Trânsito nas escolas, pouco é ensinado sobre circulação de bicicletas aos jovens.

⁸⁹ PORTO Alegre (Prefeitura). Plano Diretor Ciclovitário Integrado de Porto Alegre. 2008.

⁹⁰ HAWK, Christopher. Why is it that a large number of cyclists seem to think that traffic laws and lights/signs don't apply to them? 2013.

- **Fiscalização:** que é quase inexistente quando se trata de infrações dos ciclistas. Assim, por exemplo, quando um ciclista desrespeita o semáforo vermelho e nada acontece, outros ciclistas podem pensar que podem fazer o mesmo já que não há ação da fiscalização.
- **Egoísmo:** pois o ciclista pensa que obedecer às leis é bom para os outros, mas não para si próprio. É o que ocorre quando, mesmo sabendo que é proibido fumar num local, o indivíduo vai fumar no banheiro achando que está tudo bem pois está chovendo. Então, quando vir um semáforo vermelho, ela poderá pensar que é muito penoso parar e depois ter que reiniciar o percurso, cometendo a infração.

Como ressaltado pelas pesquisas apresentadas, um fato em comum para minimizar a quantidade de sinistros envolvendo ciclistas é investir em **educação**, como um pilar central para a mudança de comportamento.

2.4.1.2. EDUCAÇÃO

Diversos autores, especialmente os de origem norte-americana, defendem a tese de que para que haja uma redução expressiva na ocorrência e severidade dos sinistros no trânsito é preciso uma abordagem multidisciplinar que invista simultaneamente nas áreas da Engenharia, Educação e Esforço Legal/Fiscalização. Conforme mencionado, esta abordagem é conhecida como os “3 Es” do trânsito.

O “E”, de Educação, é considerado por especialistas como o pilar mais importante do trinômio por disseminar o comportamento correto no trânsito⁹¹.

Os programas para a educação de ciclistas são desenvolvidos e ofertados tanto pelo poder público como por agentes privados em diversas cidades do mundo. Existem programas destinados a todas as faixas etárias e os conteúdos programáticos são diversos, com aulas teórica e práticas, abrangendo temas que vão desde a história da bicicleta e o aprender a pedalar a temas como legislação local, importância do capacete, deslocar-se com segurança e responsabilidade, e técnicas avançadas de condução. Muitos destes cursos e programas são destinados à educação infantil, como: o EduCleta⁹², do Chile; Bicicleta na Escola⁹³, de Florianópolis, Santa Catarina; *La Bicicleta en la Escuela*⁹⁴, de Saragoça, na Espanha; Bike ED⁹⁵, no estado de Vitória, Austrália; e o programa de educação da Bike New York, na cidade americana (oferecido por meio de curso presencial e a distância)⁹⁶.

No Brasil, a educação de trânsito está regulamentada pela Constituição Federal de 1988. O inciso XII do Art. 23 estabelece que é de competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios “estabelecer e implantar políticas de educação para a segurança do trânsito”⁹⁷.

O Código de Trânsito Brasileiro (Lei Nº 9.503/1997) estabelece normas, ações, competências e responsabilidades, dentre outros relativos à educação e à segurança de trânsito. Seu Capítulo VI - Da Educação para o Trânsito, estabelece no Art. 74 que “A educação para o trânsito é direito de todos e constitui dever prioritário para os componentes do Sistema Nacional de Trânsito.”

⁹¹ CZERWONKA, Mariana. Você sabe o que é o trinômio do trânsito e a sua importância para a segurança? 2019.

⁹² EDUCLETA (Organização não governamental). 2010.

⁹³ DESTRI, Ana. Bicicleta e Educação: um brinquedo sério. 2018.

⁹⁴ CICLERÍA, La. La bicicleta en la escuela. Espanha, 2020

⁹⁵ VIC Roads. Bike Ed. Victoria, Austrália, sem data.

⁹⁶ BIKE New York. Education. Nova York, Estados Unidos, 2019.

⁹⁷ BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988.

Segundo essa legislação e a LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação⁹⁸, os Parâmetros Curriculares Nacionais estabelecem a inclusão de temas referentes à segurança de trânsito para integrar as disciplinas curriculares, embora apenas como componente de temas transversais. Assim, dependendo do contexto e da realidade social local, cada escola pode incluir temas referentes à paz no trânsito, ao uso de drogas ou tratamento específico e intenso sobre comportamento no trânsito, entre outros⁹⁹.

Dentro deste contexto, por meio da CET, a PMSP – Prefeitura do Município de São Paulo – tem oferecido gratuitamente cursos, palestras e publicações para educar e sensibilizar crianças, jovens e adultos sobre a necessidade da adoção de condutas seguras no uso da bicicleta e no trânsito.

A seguir, com a colaboração do DCO – Departamento de Educação de Condutores – e do DED – Departamento de Educação a Distância, são relacionadas algumas das atividades desenvolvidas pela Superintendência de Desenvolvimento e Educação de Trânsito da CET para os diversos públicos de ciclistas.

- **Educação infantil** - minicircuito de bicicleta com objetivo de apresentar, para crianças de até 6 anos, noções básicas de segurança do ciclista, como uso de capacete e utilização de locais seguros para pedalar.
- **Ensino fundamental** - desafios dos ciclistas no trânsito por meio de vivência de Educação de Trânsito desenvolvida para o público de ensino fundamental II, com idade entre 11 e 14 anos. A atividade visa sensibilizar o adolescente com relação a atitudes seguras e solidárias no trânsito.
- **Curso Mobilidade Sustentável – do equilíbrio ao passeio pela cidade**, em EAD – Ensino a Distância: destinado aos professores de ensino público e privado, para profissionais da área de educação e demais interessados pelo tema.
- **Curso Pedalar com Segurança**: nas modalidades presencial e EAD, tem como objetivo orientar sobre os aspectos de segurança e técnicas ao pedalar, bem como promover a conscientização sobre a importância do compartilhamento do espaço público com respeito aos outros usuários.
- **Cartilha do Ciclista**: publicação em formato eletrônico, disponibilizada no site da CET a toda a população. Contém informações, dicas de segurança e de comportamento para ciclistas, bem como informações técnicas sobre sinalização, legislação e sobre o programa de mobilidade de bicicleta para a cidade de São Paulo.
- **Palestras**: com os temas “Mobilidade urbana e qualidade de vida” e “O ciclista e a mobilidade urbana”, ministradas para diversas empresas e instituições.

No período de 2008 a 2020 mais de 20 800 pessoas foram atendidas em atividades educacionais desenvolvidas pela CET. (Cerca de 51% desses atendimentos foram para o ensino fundamental, no programa Desafios do Trânsito).

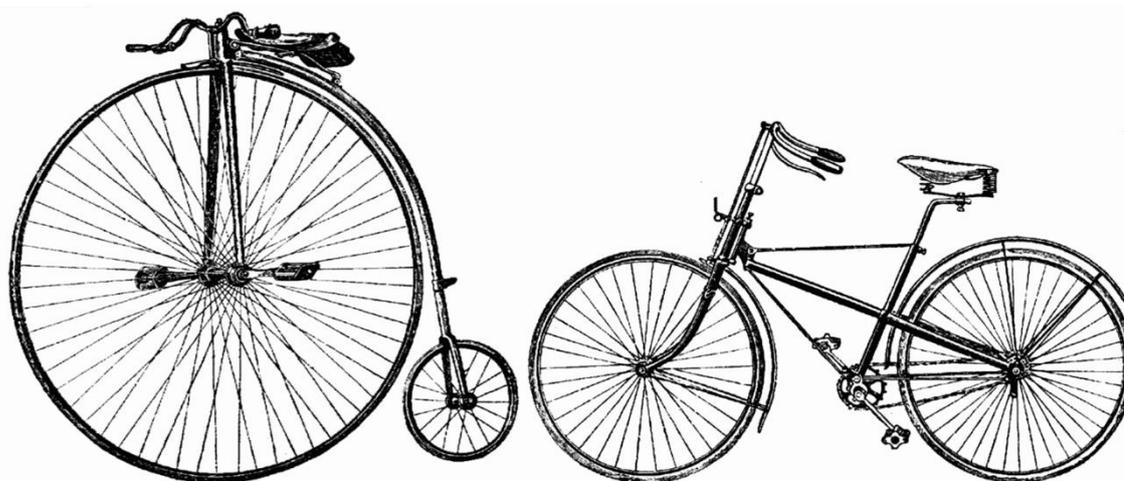
Cabe lembrar que os demais cursos (para motoristas, motociclistas, pedestres etc.) também abordam o ciclista como personagem vulnerável no trânsito buscando um comportamento mais seguro.

⁹⁸ BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação. 1996.

⁹⁹ BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais – Livro 1. 1997.

2.4.2. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO: DO VEÍCULO E INDIVIDUAL

Conforme apresentado no Capítulo 1 – Histórico, o processo de evolução tecnológica da bicicleta começou com a busca por um veículo rápido, resultando em modelos com rodas dianteiras maiores, contudo muito inseguros. A busca pela combinação de rapidez e segurança culminou, no fim do século XIX, em um modelo muito parecido com as bicicletas modernas. A principal evolução foi a transmissão por corrente e catraca, o que possibilitou a construção de bicicletas com as duas rodas do mesmo tamanho, ao contrário das inseguras *penny-farthings*, com suas rodas dianteiras gigantes. Por isso mesmo, estas novas bicicletas ficaram conhecidas como “bicicletas de segurança”.



OTTO LUEGER/ WIKIMEDIA COMMONS

Figura 132: Comparação entre uma penny-farthing de 1880 e uma bicicleta de segurança de 1886.

A posição do ciclista ao pedalar é muito importante, não só sob o ponto de vista de benefício ou prejuízo à saúde (ergonomia), mas também com relação à segurança. A posição na qual o ciclista pedala deve estar de acordo com seus objetivos, inclusive na escolha dos modelos de bicicleta mais adequados.

Na Figura 133 pode-se comparar a posição dos ciclistas em bicicletas desenhadas para diferentes usos.



ACHIM SCHMIDT/ERGOTEC

Figura 133: Posições de ciclistas em diferentes tipos de bicicleta

Posição esportiva (esq.): ângulo do torso de 15° a 30° em relação ao solo e selim mais alto do que o guidão;
posição “trekking” (centro): ângulo do torso de 30° a 60° em relação ao solo e guidão bem afastado do selim;
posição de bicicleta urbana (dir.): torso ligeiramente inclinado (60° a 70° em relação ao solo) e guidão alto.

O modelo da bicicleta pode influenciar o modo de pedalar a ponto de, inclusive, trazer melhorias para a segurança do ciclista. É o caso da “postura clássica”, presente em um modelo conhecido como “bicicleta holandesa” (ou *roadster*), típico nas cidades deste país. A característica mais visível do modelo holandês é a postura quase vertical das costas do ciclista, como se verifica na Figura 134. Ela resulta da posição mais recuada tanto dos pedais em relação ao selim quanto do guidão, que também é mais alto e largo. Nota-se também a ausência da barra horizontal central, o que facilita o montar e desmontar da bicicleta.



Figura 134: Posição holandesa (clássica): torso quase vertical, com guidão e manoplas próximas ao corpo e pedais recuados.

Do ponto de vista da energia, a posição mais recuada dos pedais não é a ideal para o aproveitamento máximo da força muscular do ciclista (e talvez por isso, não seja tão popular em outros países). O que parece uma desvantagem em termos de desempenho acaba por induzir o ciclista a pedalar em velocidades mais baixas e, portanto, mais seguras. Como a Holanda é um país plano, o ciclista não precisa se preocupar com o esforço extra necessário para subir ladeiras. O guidão mais alto mantém os braços do ciclista em uma posição mais confortável, com o cotovelo em ângulo reto e, por ser mais largo, permite curvas mais suaves e seguras.

Paralelamente ao veículo em si, foram sendo desenvolvidos equipamentos que se propõem a tornar mais segura a circulação do ciclista no trânsito. Contudo, a obrigatoriedade da sua utilização não é unânime.

No Brasil, o CONTRAN, por meio da Resolução nº 46, de 21 de maio de 1998, estabelece os equipamentos de segurança obrigatórios para bicicletas com aro superior a vinte polegadas, regulamentando o Art. 105 do CTB. Assim, desde 1º de janeiro de 2000, tornaram-se obrigatórios, em bicicletas com aro superior a 20 polegadas, os seguintes equipamentos:

- Espelho retrovisor do lado esquerdo, acoplado ao guidão e sem haste de sustentação;
- Campanha sonora capaz de identificar uma bicicleta em movimento;
- Sinalização noturna por meio de refletores na dianteira (nas cores branca ou amarela), na traseira (na cor vermelha) e nas laterais e nos pedais (de qualquer cor).

O CONTRAN ainda dispensou o uso de espelho retrovisor e campanha para bicicletas em competições como *mountain bike*, *down hill* e *free style*, entre outras.

Vale lembrar que dispositivos luminosos dianteiros e traseiros e o próprio retrovisor do lado direito do guidão são bastante recomendados, embora não exista obrigatoriedade.

Ao contrário do caso dos motociclistas, a legislação nacional não obriga o ciclista a usar qualquer equipamento de segurança individual, nem mesmo o capacete. Por outro lado, diversos órgãos sugerem o uso de dispositivos de proteção ao ciclista, sendo o capacete o equipamento mais mencionado. A Cartilha do Ciclista¹⁰⁰, publicada pela Prefeitura de São Paulo em parceria com a CET, por exemplo, recomenda o uso de colete refletivo e presilhas para evitar que a calça enrosque na corrente da bicicleta, além do capacete.

Outros órgãos, como o Detran-RS, sugerem o uso de diversos equipamentos para a segurança do ciclista: capacete, óculos ou viseira, cotoveleiras, joelheiras e roupas apropriadas, claras e coloridas¹⁰¹.

Por outro lado, o levantamento de Bacchieri et al., que analisa sinistros e sua prevenção, relata que não foram identificadas associações significativas de sinistros em relação a fatores como a presença de equipamentos de segurança (capacete e refletivos) e outros itens como experiência em anos de uso de bicicleta, pedalar à noite, pedalar sob chuva ou mesmo o funcionamento dos freios.

A questão da obrigatoriedade do uso de capacete pelos ciclistas foi bastante discutida nos primórdios da Década das Ações para Segurança no Trânsito, da ONU – Organização das Nações Unidas – que foi um programa que se propôs a estimular a redução em 50% no número de mortos em sinistros de trânsito entre 2011 e 2020 nos países signatários.

Um artigo de Garcia, Freitas e Duarte apresentado na Revista Brasileira de Epidemiologia em 2013¹⁰² reforça o uso do capacete como uma questão importante a ser levantada. Nesse sentido, a revisão sistemática da “Colaboração Cochrane”, incluindo estudos controlados, mostrou que o uso de capacetes promoveu uma redução de 63% a 88% no risco de trauma à cabeça ou cérebro e de 65% no risco de trauma aos terços superior e médio da face.

O uso de capacete por ciclistas é obrigatório em diversos países. Estudo realizado em Victoria, na Austrália, demonstrou que o número de traumas à cabeça reduziu-se em 70% dois anos depois que o uso do capacete se tornou obrigatório por lei, em 1990¹⁰³. Também houve uma redução de 28% no número de óbitos de ciclistas.

Estudo sobre a taxa de mortalidade de ciclistas realizado em Ontário, Canadá, indicou que a faixa etária entre um e quinze anos de idade apresentou redução de 55% após a vigência de lei semelhante, em 1995¹⁰⁴.

No estudo apresentado à Revista Brasileira de Epidemiologia, considerando o levantamento de todos os ciclistas, constatou-se que algum tipo de traumatismo de cabeça esteve presente em mais de 40% dos óbitos. Esta constatação pode estar fortemente associada à baixa adesão aos equipamentos de proteção verificada entre os ciclistas no Brasil.

Segundo os autores do estudo, frente aos fatos citados, o uso do capacete pelos ciclistas é recomendado. Sabe-se que existe resistência devido a fatores como custo, inconveniência (desconforto e calor, entre outras) ou baixa aceitação social entre certos grupos. Para favorecer a adesão à recomendação de uso do

¹⁰⁰ CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. Cartilha do Ciclista. São Paulo, out. 2015.

¹⁰¹ DETRAN-RS (Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Sul). Ciclista no Trânsito.

¹⁰² GARCIA, L. P.; FREITAS, L.R.S.; DUARTE, E.C. Mortalidade de ciclistas no Brasil: características e tendências no período 2000 – 2010. 2013.

¹⁰³ THOMPSON, D.C.; RIVARA, F.; THOMPSON, R. Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists. 1999.

¹⁰⁴ CAMERON, M.H.; VULCAN, A.P.; FINCH, C.F.; NEWSTEAD, S.V. Mandatory bicycle helmet use following a decade of helmet promotion in Victoria, Australia - an evaluation. 1994.

capacete foi sugerida, em particular, a desoneração tributária deste produto, visando a redução de seu custo para tornar sua aquisição mais acessível. A regulação e a fiscalização da adequada qualidade desses equipamentos também são necessárias, assim como a implementação de medidas educativas.

No entanto, aspectos culturais também devem ser observados à medida que se propõem diversas abordagens para consolidar a cultura do ciclismo como uma escolha de modo de mobilidade necessário.

O Regulamento Nacional de Trânsito Rodoviário¹⁰⁵ de 2012 da Nigéria, por exemplo, tem as seguintes disposições para o uso de capacete para ciclistas:

Nenhuma pessoa deve andar de bicicleta em qualquer via pública sem usar um capacete de segurança aprovado ou transportar um passageiro que não esteja usando um capacete aprovado; qualquer pessoa que violar esta disposição comete um delito e será condenada a pena de multa [...] ou a pena de três meses de prisão ou a ambos.

Apesar de a Europa ter o maior percentual de ciclistas¹⁰⁶, os dados mostram que poucos países possuem leis de uso obrigatório de capacete de segurança. Outros países onde o ciclismo também é tido como bem-sucedido, como a Índia, Coreia do Sul e algumas cidades nos Estados Unidos e Canadá, não têm leis obrigatórias de uso de capacete.

Um artigo de J. Emmanuel¹⁰⁷ cita ainda que Austrália e Nova Zelândia, ao que parece, são os únicos dois países no mundo com leis obrigatórias de capacete de segurança que são totalmente cumpridas. Alguns outros países, como Chile e África do Sul têm leis, porém não são fiscalizáveis na prática e não preveem multa.

Emmanuel também indica que é importante examinarmos o que causa ferimentos na cabeça e fatalidades relacionadas em todo o mundo. Sem um entendimento claro, ficamos tentados a acreditar que os usuários expostos na via são as maiores vítimas.

A implementação da regulamentação de obrigatoriedade do uso de capacete para ciclistas permanece sendo questionada, haja vista que há inclusive estudos que indicam que o uso do capacete poderia provocar aumento do número de lesões no pescoço dos ciclistas, embora reduza as lesões na cabeça¹⁰⁸.

Segundo a FHWA, diversos estudos indicaram que o uso de capacete aprovado reduz significativamente o risco de ferimentos na cabeça, cérebro e face entre os ciclistas de todas as idades envolvidos em todo tipo de sinistros de qualquer gravidade. Um trabalho¹⁰⁹ que analisou as conclusões de 20 estudos revisados por acadêmicos estimou uma redução de 33% no risco de ferimentos na cabeça, face e pescoço quando o capacete é usado.

Borderman *apud* Emmanuel cita que:

Há uma solução melhor para o problema da segurança das bicicletas: na Holanda – onde não existe uma lei de obrigatoriedade de uso de capacete para ciclistas – apenas 0,8% dos ciclistas o usa, embora os holandeses tenham as taxas mais baixas de lesões na cabeça entre ciclistas, graças à infraestrutura de ciclismo segregada.

¹⁰⁵ Adaptado de EMMANUEL, J. Should wearing a helmet in Nigeria be mandatory for cyclists? Investing In People Who Walk And Cycle. 2019.

¹⁰⁶ TOP10HELL. Top 10 Countries with Most Bicycles per Capita. 2011.

¹⁰⁷ EMMANUEL id.

¹⁰⁸ ELVIK, R. Corrigendum to: "Publication Bias and Time-Trend Bias in Meta-Analysis of Bicycle Helmet Efficacy: A Re-Analysis of Attewell, Glase and McFadden, 2001". 2013.

¹⁰⁹ FHWA (Federal Highway Administration). Bicycle Crash Statistics – Bikesafe: Bicycle Safety Guide and Countermeasure Selection System. 2014

Por fim, Emmanuel apresenta as seguintes recomendações:

- Alteração dos regulamentos existentes para que o uso de capacete seja obrigatório apenas para corridas de bicicletas e em vias públicas regulamentadas com velocidade acima de 50 km/h onde nenhuma ciclovia segregada esteja disponível para uso; e que o uso de capacete de segurança para outras categorias de ciclistas seja uma escolha pessoal, mas aconselhável; e
- Os órgãos reguladores e tomadores de decisão devem concentrar mais energia na defesa da infraestrutura e das instalações para bicicletas bem como na redução da velocidade urbana.

A obrigatoriedade do uso de capacete pelos ciclistas ao redor do mundo será tratada, também, no item 2.5 – Controvérsias.

2.4.3. ESTATÍSTICAS RELACIONADAS AOS CICLISTAS

Conforme mencionado anteriormente, autoridades e órgãos de trânsito, bem como instituições relacionadas às áreas de saúde (prontos-socorros, IML – Instituto Médico Legal, OMS – Organização Mundial da Saúde, entre outras) são responsáveis pela elaboração de estatísticas relacionadas à segurança de trânsito. Tais estatísticas permitem avaliar e comparar o nível de segurança em diferentes épocas e localidades (como cidades e países).

Dados de sinistros e vítimas reportados em registros coletados e/ou elaborados por estes órgãos geralmente resultam em indicadores relacionando número de ocorrências, densidade, frequência, risco, gravidade etc. Essas estatísticas permitem tanto a avaliação da evolução histórica como a comparação entre diversos locais. Para a comparação do nível de segurança são comumente usados indicadores que relacionam sinistros e vítimas (com ou sem lesão corporal ou fatalidades) à população, à extensão de vias, à frota ou à quilometragem percorrida.

Estatísticas de sinistros e vítimas do trânsito podem ser agregadas por diversos parâmetros conforme a análise desejada. As segmentações mais comuns são por sexo, faixa etária, condições climáticas, localização (como área urbana ou rural, cruzamento ou não, por via), motivo de viagem, modo de transporte, período (por exemplo: horário de pico ou não, faixa horária, dia da semana, dia ou noite), uso de equipamentos de segurança etc.

A seguir serão apresentados dados estatísticos relativos a ciclistas de diversos países e cidades exibindo as métricas de segurança comumente adotadas.

2.4.3.1. FATALIDADES DE CICLISTAS NO TRÂNSITO AO REDOR DO MUNDO

A simples comparação entre números absolutos de fatalidades para qualquer modo de transporte pode gerar avaliações comparativas distorcidas sobre a segurança no trânsito. E é por isso que os dados são relacionados a outras variáveis que permitem comparações melhores.

Ao se observarem os números de mortes de ciclistas no Brasil¹¹⁰ e nos Estados Unidos¹¹¹ em 2015, respectivamente 1 311 e 829, verifica-se imediatamente que no Brasil morreram 58% mais ciclistas no mesmo período. Contudo, considerando que as populações desses dois países são muito distintas, ao

¹¹⁰ OBSERVATÓRIO Nacional de Segurança Viária. Estatísticas. 2017.

¹¹¹ NHTSA's National Center for Statistics and Analysis. Traffic Safety Facts – 2018 Data.

relacionarmos os dados de fatalidades com as respectivas populações tem-se uma visão diferente.

Com menos de 205 milhões de habitantes, o Brasil tinha, em 2015, menos de 64% da população americana (de mais de 321 milhões de pessoas). Verifica-se assim que a questão de segurança viária para os ciclistas é ainda mais crítica do que a primeira comparação levava a imaginar.

A comparação entre indicadores de fatalidade de ciclistas em relação à população de diversos países, incluindo Brasil e Estados Unidos, é apresentada na Tabela 13.

Tabela 13: Ciclistas mortos por milhão de habitantes por país – 2007 a 2016.

[Fontes: Europa: EUROPEAN Commission. *Traffic Safety Basic Facts 2018*; EUA: NHTSA's National Center for Statistics and Analysis. *Traffic Safety Facts – 2012 Data/2018 Data*; Brasil: OBSERVATÓRIO Nacional de Segurança Viária. *Estatísticas*; Brasil: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. *Estimativas da População*; Austrália: AUSTRÁLIA. *Australian Cycling Safety - Australian Government. 2015. Tabulação: CET*]

Países	Ano									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Alemanha	5,2	5,5	5,6	4,7	5,0	5,1	4,4	4,9	4,7	4,8
Austrália	2,0	1,3	1,4	1,7	1,5	1,5	2,2	1,9	n.d.	n.d.
Bélgica	8,5	8,1	8,3	6,5	6,4	6,2	6,5	6,8	7,4	6,3
Dinamarca	9,9	9,9	4,5	4,7	5,4	3,9	5,9	5,3	4,6	5,4
França	2,2	2,3	2,5	2,3	2,2	2,5	2,2	2,4	2,2	2,4
Finlândia	4,2	3,4	3,8	4,9	3,5	3,5	3,7	5,0	5,5	4,7
Holanda	9,0	8,8	8,4	7,2	8,6	8,7	6,7	7,0	6,3	5,9
Itália	6,0	4,9	5,0	4,5	4,8	4,9	4,2	4,5	4,1	4,5
Suécia	3,6	3,3	2,2	2,2	2,2	3,0	1,5	3,4	1,7	2,2
Reino Unido	2,3	1,9	1,7	1,8	1,7	1,9	1,8	1,8	1,5	1,6
União Europeia	5,5	5,1	4,6	4,1	4,2	4,3	4,0	4,2	4,0	4,0
Estados Unidos	2,3	2,4	2,0	2,0	2,2	2,3	2,4	2,3	2,6	2,6
Brasil	9,0	8,5	8,2	7,9	7,7	7,7	6,7	6,7	6,4	n.d.

Os índices de mortos por milhão de habitantes estão disponíveis para a maioria dos países e permitem diversas avaliações. Mas considerando que a distribuição de viagens por modo pode variar muito de um país para outro, parece lógico imaginar que quanto maior o uso de um determinado modo, maiores os índices de mortos, vítimas ou sinistros. Dessa forma, o índice de mortos/população pode não permitir comparações apropriadas entre diferentes regiões.

No sentido de oferecer comparações mais realistas, pode-se usar um indicador que compara o número de mortos de um determinado modo de transportes com o total de mortos em todos os modos.

Os percentuais de ciclistas mortos sobre o total de mortos em sinistros de trânsito registrados para Estados Unidos, Brasil e alguns países da Europa, além de União Europeia, pode ser visto na Tabela 14.

Tabela 14: Porcentagem de ciclistas mortos sobre o total de fatalidades em sinistros de trânsito por país - 2007 a 2016.
 [Fontes: Europa: EUROPEAN Commission. Traffic Safety Basic Facts 2018; EUA: NHTSA's National Center for Statistics and Analysis. Traffic Safety Facts – 2012 Data/2018 Data; Brasil: OBSERVATÓRIO Nacional de Segurança Viária. Estatísticas; Austrália e Japão: AUSTRÁLIA. Australian Cycling Safety - Australian Government. 2015; Tabulação: CET]

Países	Ano									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Alemanha	9%	10%	11%	10%	10%	11%	11%	12%	11%	12%
Austrália	3%	2%	2%	3%	3%	3%	4%	4%	n.d.	n.d.
Bélgica	8%	9%	9%	8%	8%	9%	10%	10%	11%	11%
Dinamarca	13%	13%	8%	10%	14%	13%	17%	16%	15%	15%
França	3%	3%	4%	4%	4%	4%	4%	5%	4%	5%
Finlândia	6%	5%	7%	10%	7%	7%	8%	12%	11%	10%
Holanda	21%	21%	21%	22%	16%	16%	24%	25%	20%	19%
Itália	7%	6%	7%	6%	7%	8%	7%	8%	7%	8%
Japão	15%	16%	16%	16%	16%	15%	16%	n.d.	n.d.	n.d.
Suécia	7%	8%	6%	8%	7%	10%	5%	12%	7%	8%
Reino Unido	5%	4%	4%	6%	6%	7%	6%	6%	6%	6%
União Europeia	6%	6%	7%	7%	7%	8%	8%	8%	8%	8%
Estados Unidos	1,7%	1,9%	1,9%	1,9%	2,1%	2,2%	2,3%	2,2%	2,3%	2,3%
Brasil	4,6%	4,4%	4,2%	4,2%	3,5%	3,4%	3,3%	3,2%	3,1%	3,4%

Na União Europeia, mais de 25 600 pessoas morreram em sinistros de trânsito em 2016, destas, 2 015 eram ciclistas. Considerando que houve redução de 40% em relação ao total de mortos no trânsito em relação a 2007, seria possível imaginar que as fatalidades de ciclistas também teriam se reduzido.

Contudo, ao se observar a Tabela 14.

Tabela 14 percebe-se que em 2016, as mortes de ciclistas representaram 8% do total de mortes em sinistros de trânsito, indicando uma piora na situação da segurança dos ciclistas em circulação, quando comparada com os 6% registrados em 2007.

A evolução do indicador de fatalidades de ciclistas em relação a todas as mortes no trânsito para alguns países selecionados, incluindo Estados Unidos e Brasil, pode ser vista na Figura 135.

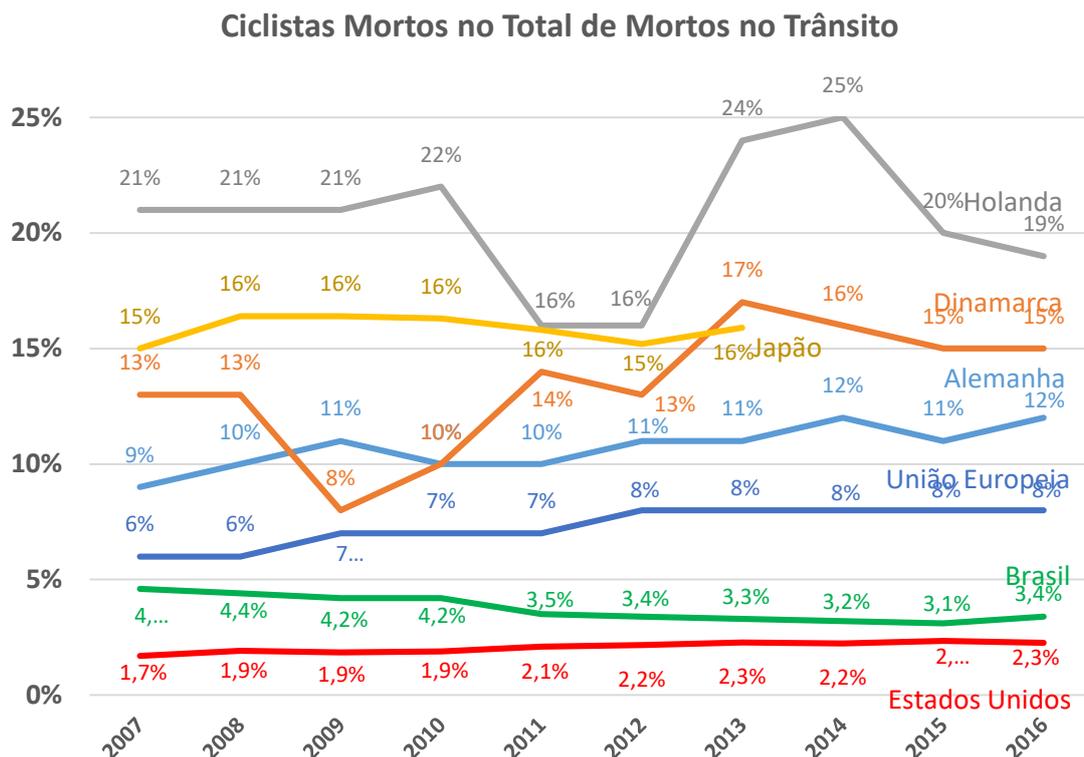


Figura 135: Evolução da proporção de mortes de ciclistas sobre o total de mortes no trânsito por país – 2007 a 2016.

[Fontes: Europa: EUROPEAN Commission. Traffic Safety Basic Facts 2018; EUA: NHTSA's National Center for Statistics and Analysis. Traffic Safety Facts – 2012 Data/2018 Data; Brasil: OBSERVATÓRIO Nacional de Segurança Viária. Estatísticas; Austrália e Japão: AUSTRÁLIA. Australian Cycling Safety - Australian Government. 2015; Tabulação: CET]

Observando-se a Figura 135, pode-se ter a impressão equivocada de que Brasil e Estados Unidos ofereceriam maior segurança para o trânsito de ciclistas, uma vez que os indicadores de ciclistas mortos sobre o total de mortos no trânsito são muito mais baixos que os dos demais países indicados.

Contudo, é necessário considerar também que a participação da bicicleta como veículo de transporte em países como a Holanda, Dinamarca e Alemanha é maior do que nos Estados Unidos e no Brasil, justificando índices europeus mais altos.

O gráfico da Figura 136, exibe dados da participação da bicicleta no trânsito de vários países além de Estados Unidos e Brasil. O índice apresentado para o Brasil é uma estimativa com base no relatório elaborado pela Associação Nacional de Transportes Públicos¹¹² usando dados registrados para cidades com mais de 60 mil habitantes.

¹¹² ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - SIMOB/ANTP. Relatório geral 2018. 2020.

Participação da Bicicleta sobre o Total de Viagens

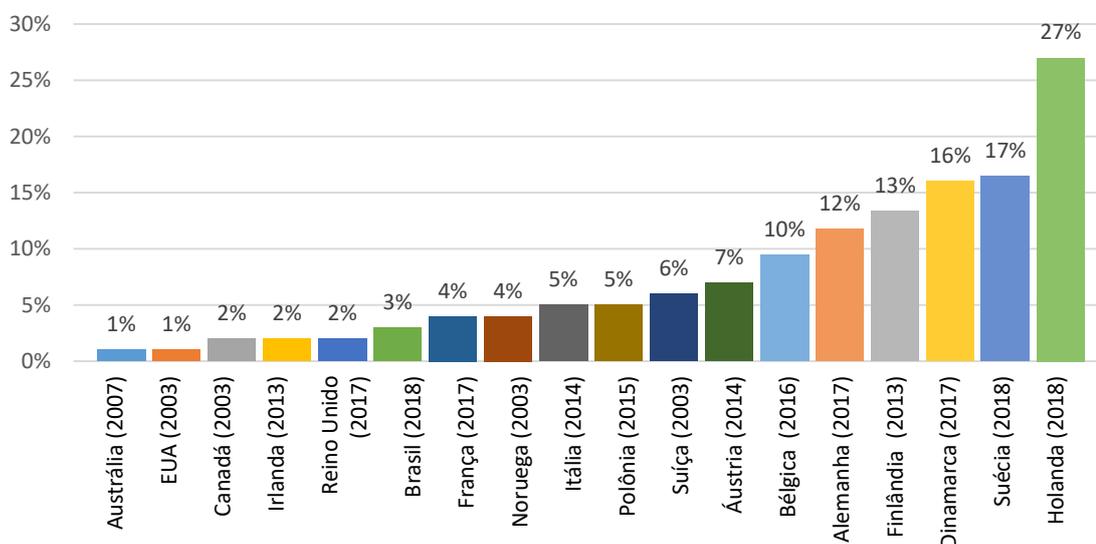


Figura 136: Participação da bicicleta sobre o total de viagens de veículos por país.

[Fontes: Áustria, Estados Unidos, Canadá, Irlanda, Noruega e Suíça: PUCHER, John; BUEHLER, Ralph. *Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany*; Reino Unido, França, Itália, Polônia, Áustria, Bélgica, Alemanha, Finlândia, Dinamarca, Suécia e Holanda: EUROPEAN Cyclists' Federation. *Cycling Data. 2018*; Brasil: ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. *Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - SIMOB/ANTP. Relatório geral 2018. Compilação: CET*]

O gráfico mostra que a maior participação da bicicleta no trânsito (*modal share*, distribuição modal) de países como Holanda, Suécia e Dinamarca quando comparados com Áustria, Estados Unidos e Brasil, por exemplo.

É de se esperar que haja maior número de sinistros e vítimas quando um modo de transporte é mais intensamente utilizado. Assim, um indicador apropriado para comparações é dado pela relação entre os óbitos dos ciclistas e a extensão de viagens.

Contudo, é preciso lembrar que a dificuldade de levantamento destes dados em âmbito nacional é tarefa muito mais complexa que o levantamento de dados como população ou número de óbitos. Em vista disso, este indicador não está disponível para grande número de países, inclusive para o Brasil, e frequentemente os dados encontrados não são recentes.

A Figura 137 exibe índices de mortes de ciclistas por milhão de veículo-quilômetro para alguns países. O gráfico permite entender que, ainda que o número de ciclistas mortos na Holanda seja muito alto considerando-se tanto o número de habitantes quanto o total de vítimas do trânsito (como visto nas tabelas anteriores), quando comparado com a proporção de distância percorrida pelas bicicletas da maioria dos países, verifica-se que o pedalar não é menos seguro para os holandeses.

Pelo contrário, considerando que tanto a participação da bicicleta no trânsito como as extensões viajadas são bastante superiores às dos ciclistas em outros países, os números indicam que estatisticamente há alta probabilidade de os ciclistas holandeses circularem muito mais que os demais antes de se envolverem em algum incidente.

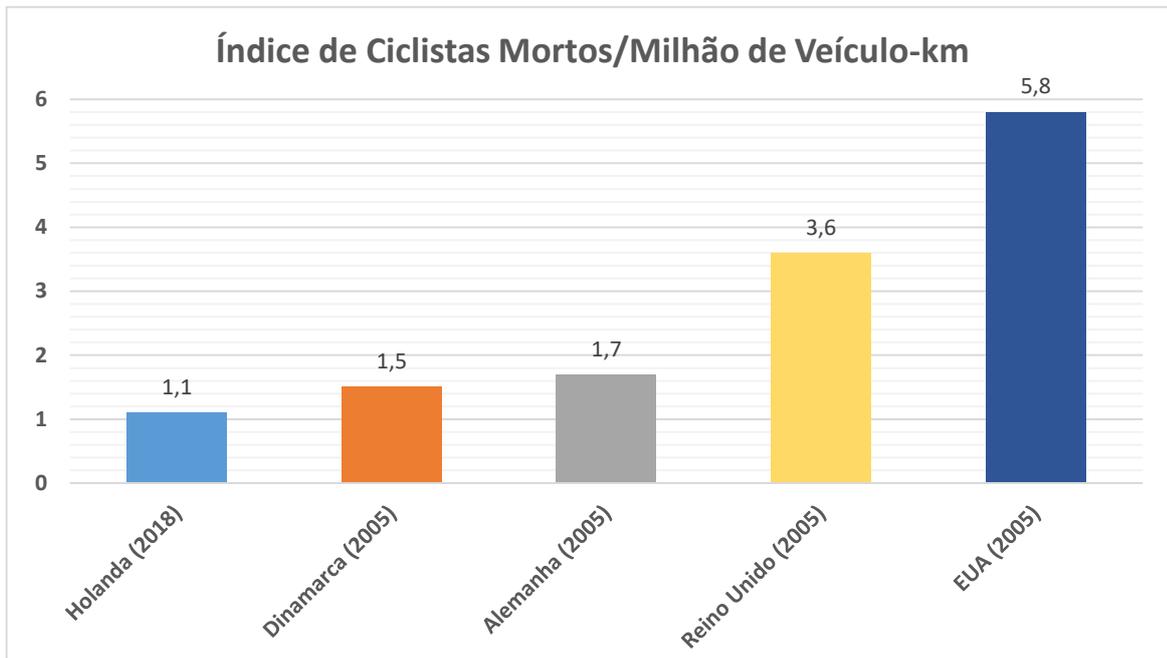


Figura 137: Fatalidades de ciclistas por milhão de veículo-km por país. [Fontes: Holanda: CBS – Statistics Netherlands. Decline in road fatalities larger among motorists than cyclists; Demais países: PUCHER, John; BUEHLER, Ralph. Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany. Compilação: CET]

A Figura 138, reitera essa percepção contraintuitiva mostrando a evolução histórica de quilômetros pedalados por habitante por ano e de fatalidades de ciclistas por quilômetro pedalado na Holanda, entre 1950 e 2005.

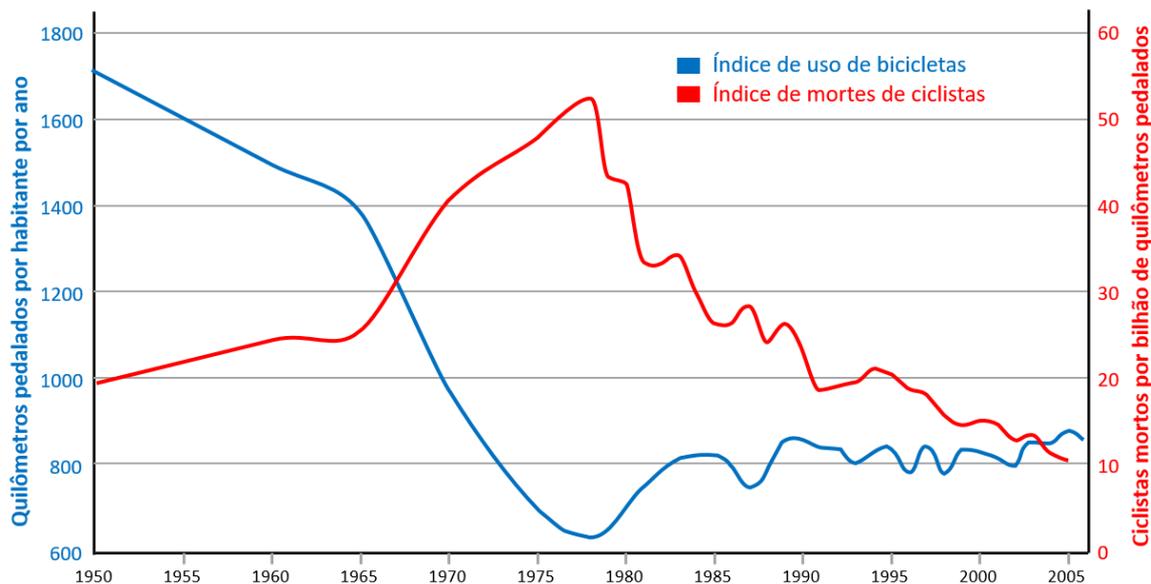


Figura 138: Evolução de quilômetros pedalados/habitante/ano x mortes de ciclistas/bilhão de km na Holanda. [Fonte: PUCHER, John; BUEHLER, Ralph. Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany]

Pelo gráfico, pode-se notar que os holandeses pedalavam muito mais na década de 1950 que após os anos 2000 e que naquela época havia proporcionalmente menos mortes por milhão de habitantes. Estima-se que o uso mais intenso de bicicletas na década de 1950 esteja ligado ao período pós II Guerra Mundial, quando a economia europeia estava em recuperação e era um período em que o número de veículos automotores estava bastante reduzido. Após a Guerra, a produção industrial aumentou, juntamente com a renda das famílias, permitindo incremento nas vendas de automóveis e tornando sua participação mais intensa na distribuição modal.

Após a década de 1970, com o aumento dos problemas advindos do intenso uso de veículos automotores (como congestionamentos, poluição e sinistros) e da crise do petróleo, bem como do surgimento de movimentos ligados ao meio ambiente e sustentabilidade e do fortalecimento do cicloativismo, o uso de veículos de propulsão humana, como as bicicletas, tomam novo impulso e o longo ciclo de redução da sua participação no trânsito começa gradativamente a se reverter¹¹³.

Vale ressaltar que programas de segurança viária desenvolvidos a partir dos anos 2000 permitiram que, embora o uso da bicicleta ainda seja menor do que aquele registrado na década de 1950, a segurança viária oferecida ao ciclista seja maior, conforme se percebe pelo final das curvas da Figura 138.

¹¹³ WARDLAW, Malcolm J. History, risk, infrastructure: perspectives on bicycling in the Netherlands and the UK. 2014.

2.4.3.2. ESTATÍSTICAS NACIONAIS

Dados de população são recolhidos no Brasil desde 1872, quando foi feito o primeiro levantamento populacional ainda no período imperial. Hoje em dia, esses dados são recolhidos a cada dez anos pelo IBGE para o censo geral¹¹⁴. Ademais, como a maioria dos países, o Brasil coleta dados de sinistros de trânsito e já, há muitos anos, vem também compilando os dados dos sinistros envolvendo ciclistas.

Com base nesses dados, pode-se obter e comparar indicadores de ciclistas mortos por milhão de habitantes não só para o país, mas também para estados e diversas cidades, como se verifica pelos exemplos Tabela 15.

Tabela 15: Índice de morte de ciclistas por milhão de habitantes - 2005 a 2018.

[Fontes: OBSERVATÓRIO Nacional de Segurança Viária. Estatísticas; IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Tabela 6579 - População residente estimada]

Ano	Brasil	Ceará	Rio Grande do Sul	São Paulo - estado	Brasília	Fortaleza	Porto Alegre	São Paulo - cidade
2005	8,27	9,14	6,82	4,10	20,57	26,11	9,10	8,51
2006	8,93	9,01	7,11	8,23	20,98	26,48	6,94	7,62
2007	8,76	7,56	6,51	7,85	18,62	28,63	5,57	7,54
2008	8,52	4,85	7,65	7,58	22,29	25,06	6,29	6,28
2009	8,26	5,54	6,01	7,98	15,54	17,38	5,62	5,50
2010	7,89	9,86	5,74	7,00	10,77	16,51	4,22	4,38
2011	7,67	4,10	8,01	7,05	16,86	15,75	4,95	4,33
2012	7,69	4,07	7,34	5,94	13,97	9,60	3,53	4,57
2013	6,71	6,49	6,63	5,79	11,83	7,84	5,45	2,96
2014	6,69	3,84	7,41	6,31	8,41	6,61	5,43	3,95
2015	6,41	5,28	4,98	5,34	12,69	6,17	2,03	2,59
2016	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,43	2,70	2,49
2017	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,23	0,67	3,06
2018	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,08	1,35	1,56

A tabela mostra que a redução no índice de fatalidades de ciclistas em relação à população tem sido significativa. Entre 2006 e 2015, o Brasil teve o índice reduzido em mais de 28%. Dos estados apresentados na tabela, o Ceará foi o que apresentou resultado mais positivo, com redução de 41,4% no indicador, conforme Tabela 16.

Tabela 16: Percentual de redução no índice de ciclistas mortos por milhão de habitantes (entre 2006 e 2015, e entre 2009 e 2018). [Tabulação: CET]

Período	Brasil	Ceará	Rio Grande do Sul	São Paulo - estado	Brasília	Fortaleza	Porto Alegre	São Paulo - cidade
2006 - 2015	-28,2%	-41,4%	-30,0%	-35,2%	-39,5%	-76,7%	-70,7%	-66,0%
2009 - 2018	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-47,75%	-75,92%	-71,61%

¹¹⁴ MARLI, Mônica. Conheça os fatos que marcaram a história de cada censo demográfico. 2019.

Entre as cidades acima, Fortaleza se destaca na redução do indicador para o ano de 2015 em relação a 2006, com queda de 76,7%. E embora não tenha a maior queda para o ano de 2018 em comparação com 2009, permaneceu buscando não só reduzir as mortes de ciclistas, mas de todos os tipos de mortes no trânsito, com o objetivo de atingir a meta da ONU de 50% na redução de mortos no trânsito ao longo da década de 2011 a 2020.

Entre outras ações para promover a segurança no trânsito como prioridade de saúde pública, Fortaleza uniu-se à rede global da Bloomberg Philanthropies de cidades e especialistas dedicados a reduzir mortes e lesões no trânsito e “investiu em campanhas de mídia de massa, educando e capacitando os cidadãos para reduzir os riscos que levam a acidentes”¹¹⁵. E, segundo divulgado pela Revista Global Health, em 2020, a cidade conseguiu inclusive atingir a meta da ONU.

Para o ano de 2018 em comparação a 2009, Porto Alegre aparece como a cidade com maior redução no índice de ciclistas mortos por milhão de habitantes. Segundo o GZH¹¹⁶, site de notícias de Porto Alegre, embora os números de mortes entre ciclistas tenham sofrido variações nos últimos anos, no geral não mudaram muito. E este fato é visto com otimismo tanto por cicloativistas e especialistas como pela EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação¹¹⁷, uma vez que há consenso de que o uso da bicicleta cresceu muito nos últimos anos. E, mesmo que não haja dados oficiais para mensurar o aumento da circulação de bicicletas, pode-se considerar que este é um indicativo de redução também no número de ciclistas mortos por quilômetro pedalado.

Vale ressaltar que o Plano Diretor Cicloviário de Porto Alegre, aprovado em 2009, previa a implantação de 495 quilômetros de ciclofaixas em dez anos, sendo que destes apenas cerca de 60 quilômetros foram entregues ao final de 2020, indicando que, neste caso, o aumento no uso da bicicleta não está relacionado ao aumento da malha cicloviária.

Em geral, os dados mais confiáveis ligados à segurança de trânsito referem-se às ocorrências com mortos, uma vez que sinistros que envolvem vítimas não fatais ou apenas danos materiais podem eventualmente ser indevidamente classificados ou mesmo nem ser registrados, resultando em índices duvidosos.

Mas mesmo para índices envolvendo vítimas fatais pode haver divergências, em virtude de problemas de registro, de duplicidades e das fontes dos dados coletados (incluindo órgãos de trânsito ou de policiamento, dos hospitais do sistema de saúde, do IML – Instituto Médico Legal e dados do Seguro DPVAT - Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Via Terrestre). É o caso dos dados da cidade de Curitiba, para a qual foram encontrados indicadores com valores bastante díspares conforme a fonte consultada e que, por esse motivo, não foram incluídos na Tabela 15.

¹¹⁵ FOCUS.JOR. Fortaleza reduz mortes no trânsito, atinge meta da ONU e é destaque internacional. 2021.

¹¹⁶ GZH Porto Alegre. Acidentes com bicicletas em Porto Alegre diminuem 10% em relação a 2019, mas pontos críticos reforçam necessidade de melhorias na infraestrutura. 2020.

¹¹⁷ EPTC - Empresa Pública de Transporte e Circulação é uma empresa que regula e fiscaliza as atividades relacionadas ao trânsito e transportes no município de Porto Alegre.

A Figura 139, permite perceber melhor a magnitude das reduções descritas na tabela anterior.

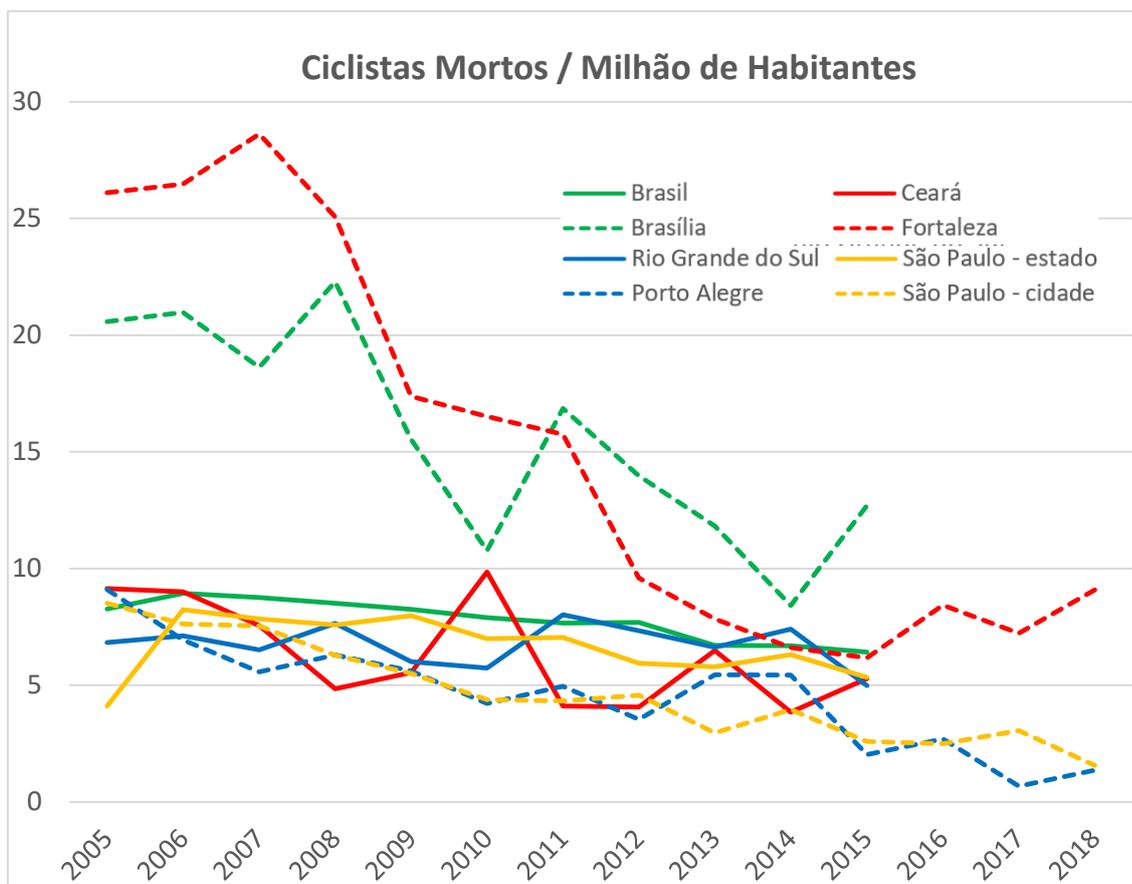


Figura 139: Evolução de índices de mortes de ciclistas por milhão de habitantes [Fonte: Elaborado pela CET]

Apesar das variações, o gráfico mostra consistente tendência de redução nos indicadores de fatalidades de ciclistas por milhão de habitantes, seja para as capitais e estados como para o país como um todo.

Mas a relação entre o número de ciclistas mortos e a população não pode ser considerada isoladamente, uma vez que não reflete possíveis variações na evolução da segurança em termos de sinistralidade para os vários usuários do sistema viário. Para um panorama mais abrangente, são cruzados os dados de fatalidades de ciclistas com as fatalidades em todos os sinistros de trânsito, conforme se verifica pela Tabela 17.

Tabela 17: Porcentagem de mortes de ciclistas sobre o total de fatalidades em sinistros de trânsito - 2005 a 2018.

[Fonte: OBSERVATÓRIO Nacional de Segurança Viária. Estatísticas]

Ano	Brasil	Ceará	Rio Grande do Sul	São Paulo - estado	Brasília	Fortaleza	Porto Alegre	São Paulo - cidade
2005	4,23%	4,29%	3,69%	2,32%	7,91%	16,99%	8,33%	6,18%
2006	4,59%	4,43%	4,02%	4,75%	8,68%	18,77%	6,54%	5,65%
2007	4,41%	3,74%	3,73%	4,35%	7,35%	20,65%	5,67%	5,30%
2008	4,22%	2,42%	4,13%	4,15%	9,25%	18,08%	6,29%	4,72%
2009	4,18%	3,07%	3,24%	4,76%	6,87%	13,78%	5,00%	4,41%
2010	3,53%	4,10%	2,78%	4,05%	4,39%	11,23%	4,41%	3,61%
2011	3,41%	1,70%	4,15%	3,97%	6,85%	10,24%	5,00%	3,59%
2012	3,33%	1,44%	3,77%	3,56%	6,69%	6,50%	4,90%	4,22%
2013	3,19%	2,43%	3,63%	3,85%	6,09%	5,59%	6,72%	3,04%
2014	3,10%	1,30%	4,13%	3,95%	4,32%	4,51%	5,67%	3,76%
2015	3,39%	2,03%	3,14%	4,00%	7,89%	5,06%	3,23%	3,13%
2016	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,83%	4,55%	3,51%
2017	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,42%	1,15%	4,64%
2018	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,62%	2,67%	2,24%

A Tabela 17 indica que, apesar das variações, ao longo dos últimos anos o percentual de ciclistas mortos sobre o total de mortos no trânsito também tem se reduzido, assim como foi verificado para o índice de ciclistas mortos por milhão de habitantes. A Tabela 18 exibe as tendências verificadas para períodos de dez anos, comparando indicadores de 2015 com os de 2006 e de 2018 com os de 2009, conforme a disponibilidade de dados.

Tabela 18: Percentual de redução no índice de mortes de ciclistas sobre o total de fatalidades em sinistros de trânsito (entre 2006 e 2015, e entre 2009 e 2018). [Tabulação: CET]

Período	Brasil	Ceará	Rio Grande do Sul	São Paulo - estado	Brasília	Fortaleza	Porto Alegre	São Paulo - cidade
2006/2015	-26,0%	-54,2%	-22,1%	-15,7%	-9,1%	-73,0%	-50,6%	-44,7%
2009/2018	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-22,95%	-46,67%	-49,30%

A Tabela 18 corrobora a indicação de que, de forma geral, a segurança para a circulação de ciclistas no trânsito tem melhorado. A Figura 140 exibe graficamente as variações ocorridas nos percentuais entre 2006 e 2018.

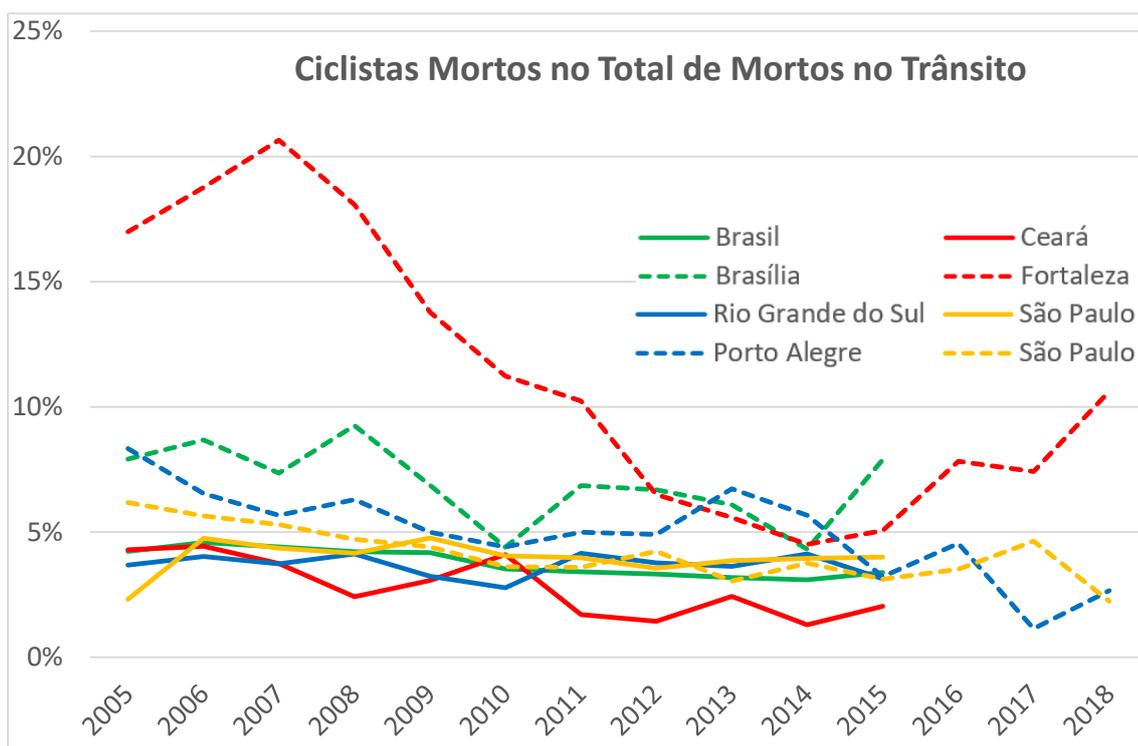


Figura 140: Evolução do percentual de ciclistas mortos sobre o total de mortos no trânsito – 2006 a 2018
[Fonte: Elaborado pela CET]

Pelo gráfico, verifica-se que alguns dados como os de Fortaleza e Brasília indicam uma certa reversão na tendência de melhoria da segurança viária que se registrou para os ciclistas até 2014. Contudo, como apresentado na Tabela 18, quando se comparam indicadores de 2015 com 2006 ou de 2018 com 2009, o resultado verificado ainda é positivo com decréscimo dos indicadores tanto para o país como para as localidades selecionadas.

Seria interessante poder observar o indicador de mortes de ciclistas por milhão de quilômetros pedalados para completar um cenário mais amplo de avaliação. Porém, conforme descrito anteriormente, os dados de extensão dos deslocamentos não costumam ser registrados no Brasil, e não foi possível oferecer estimativas confiáveis para comparação neste trabalho.

2.4.3.3. ESTATÍSTICAS DA CIDADE DE SÃO PAULO

Na cidade de São Paulo, a CET coleta dados de sinistros e vítimas do trânsito praticamente desde o início de suas atividades, há 45 anos. Os dados de vítimas fatais por tipo de usuário da via nos últimos dez anos podem ser vistos na Figura 141.

Em valores absolutos, o número de ciclistas mortos sofreu pequenas variações positivas e negativas ao longo da década, sendo que o valor mais alto dos últimos anos foi registrado em 2012, quando 52 ciclistas foram vítimas de trânsito na cidade (correspondendo a 4,2% dos 1 231 mortos no trânsito naquele ano)¹¹⁸.

¹¹⁸ CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. Relatório Anual de Sinistros de Trânsito – 2020.

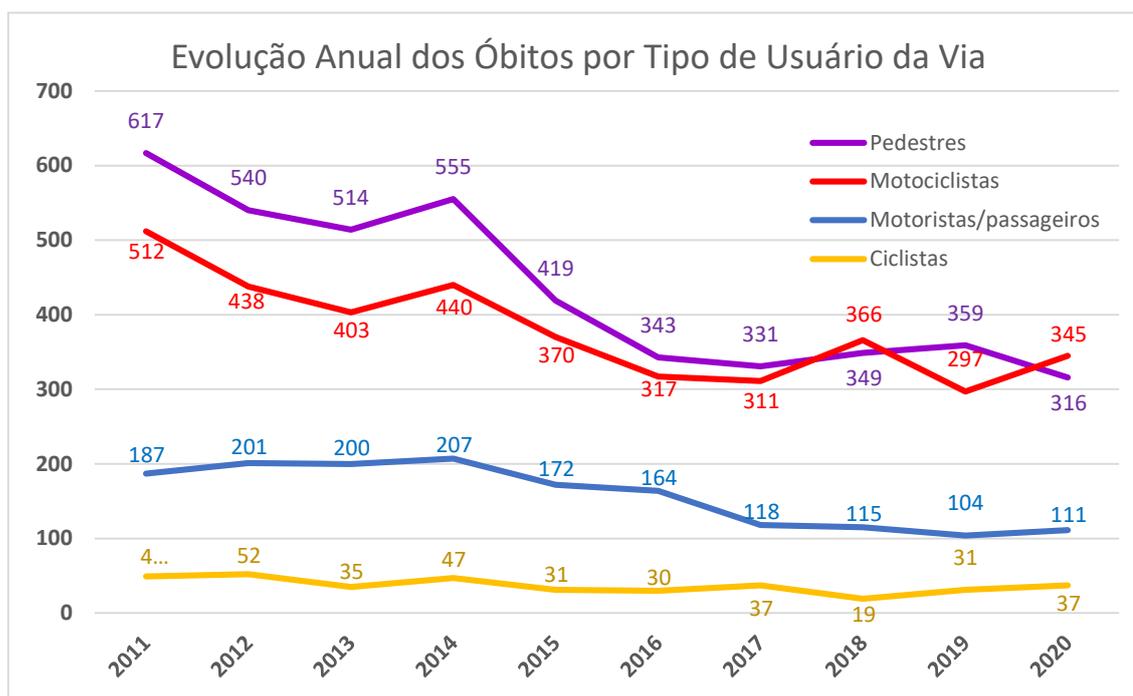


Figura 141: Série temporal de vítimas fatais no trânsito por tipo de usuário da via – Município de São Paulo – 2010 a 2019. [Fonte: CET - Relatório Anual de Sinistros de Trânsito – 2020]

Considerando-se a década entre 2011 e 2020, verifica-se que o município de São Paulo chegou próximo da meta da ONU de redução de 50% nas mortes causadas pelo trânsito, com redução de 41,7% no total de fatalidades (caindo de 1 365 para 809 mortos). Observando-se as mortes de ciclistas, houve redução menor, de 24%, reduzindo para 37 os mortos de 2020 em relação aos 49 de 2011.

Vale ressaltar que o aumento nos números de mortos de ciclistas e especialmente de motociclistas em 2020 deve ser analisado considerando os efeitos da situação atípica desencadeada pela pandemia de covid-19. Esta pandemia não só acarretou medidas de quarentena e restrições de circulação como impôs o isolamento social e a busca de transportes individuais que limitassem o contato interpessoal. Em vista da situação, muitas pessoas migraram do transporte coletivo para o uso de motocicletas e bicicletas. Complementarmente, o estímulo ao distanciamento social e ao teletrabalho resultou em um gigantesco crescimento dos serviços de entrega de compras feitas pela internet, por aplicativos ou por telefone, geralmente realizadas por ciclistas e motociclistas, o que pode ter motivado o incremento nos óbitos de ambos os usuários do sistema viário.

A seguir, a Tabela 19 apresenta os índices de óbitos de ciclistas sobre o total de óbitos no trânsito para o município de São Paulo no decorrer da “Década de Ação para Segurança no Trânsito” da ONU.

Tabela 19: Evolução do índice de fatalidades de ciclistas sobre o total de mortos no trânsito no Município de São Paulo [Fonte: Elaborado pela CET]

	Ano									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Índice	3,6%	4,2%	3,0%	3,8%	3,1%	3,5%	4,6%	2,2%	3,9%	4,6%
Varição absoluta anual	n.a.	0,6%	-1,2%	0,8%	-0,7%	0,4%	1,1%	-2,4%	1,7%	-0,7%

Pode-se notar que a redução no total de óbitos ao longo da década não se deu de forma homogênea entre todas as vítimas fatais dos sinistros de trânsito. Assim, ao contrário da redução verificada no número absoluto de ciclistas mortos em 2020, a comparação do índice de óbitos de ciclistas no total de mortos no trânsito de 2020 com o de 2011 revela aumento de 1,0%.

Uma consulta às bases de dados da CET permitiu identificar a localização dos sinistros envolvendo ciclistas que ocorreram na cidade desde o ano de 2005 até 2020. Os locais foram agregados para determinar a proporção dos sinistros ocorridos em cruzamentos e o resultado é exibido na Tabela 20.

*Tabela 20: Localização dos sinistros envolvendo ciclistas - total de vítimas entre 2011 e 2020 no município de São Paulo.
[Fonte: Sistema de Acidentes de Trânsito - SAT - B.I. SAT. Elaborado pela CET]*

Vítimas	Em Cruzamentos		Fora de Cruzamentos		Total	
Fatais	58	1%	326	5%	384	6%
Feridos	1.254	20%	4.569	74%	5.823	94%
Total	1.312	21%	4.895	79%	6.207	100%

Verifica-se que, ao longo dos últimos dez anos, os registros de sinistros envolvendo ciclistas totalizaram 6 207 entre ocorrências com vítimas, sendo que 6% dos sinistros resultaram em morte de ciclistas contra 94% em que houve apenas feridos.

Considerando-se todos os sinistros registrados, 21% deles teriam ocorrido em cruzamentos, sendo que 1% resultou em morte de ciclistas e em 20% dos casos houve ciclistas feridos.

Apesar de apresentar dados relevantes, ainda faltam mais pesquisas e ações focadas para a coleta de dados mais detalhados, que possam ser usados para a implementação de políticas públicas mais eficientes, independentemente do modo a ser utilizado.

2.5. CONTROVÉRSIAS

Ciclovias¹¹⁹ sempre foram cercadas de polêmica, principalmente na América do Norte e no Reino Unido, entre aqueles que preferem o foco na educação (em vez de separar o trânsito das bicicletas dos demais veículos) e aqueles que preferem criar condições especiais para tornar os ciclistas mais seguros para o público em geral. Outros, ainda, dizem que, por segurança, é melhor destinar o espaço viário para estacionamento.

Controvérsia sobre o contexto da infraestrutura cicloviária

Alguns detratores argumentam que é preciso ter cuidado ao interpretar a operação de ciclovias e ciclofaixas dedicadas ou segregadas de acordo com cada projeto ou contexto. O que funciona na Holanda não necessariamente funciona em outro lugar. Segundo seus defensores, ciclovias segregadas foram implementadas e são populares e seguras. Os detratores argumentam que a Holanda é um país plano, com cidades compactas e curtas distâncias a percorrer, tornando atraente o uso da bicicleta, como se percebe pela preferência pela típica bicicleta clássica holandesa (a *roadster* holandesa – v. item 2.4.2), que não tem mudança de marcha ou tem um eixo planetário de três velocidades e freio traseiro no pedal.

Outros países, no entanto, podem ter diferentes projetos urbanos, como subúrbios dispersos e diferentes culturas de ciclismo, onde os ciclistas podem andar de bicicleta com uma gama mais ampla de marchas e gostam de se deslocar mais rapidamente, como aqueles que pedalam regularmente para praticar esportes e exercícios e que andam de bicicleta para incorporar algum exercício aeróbico em seu dia a dia. Portanto, segundo esses detratores, embora uma ciclovia possa funcionar para ciclistas mais lentos, pode não ser segura para ciclistas que usam bicicletas mais rápidas. No entanto, isto é contestado pelos membros da *Royal Dutch Cycling Union*, que argumentam que os ciclistas de competição não têm problemas para treinar na Holanda.

Já o Departamento de Estradas da Dinamarca considera que a rede cicloviária "funciona melhor quando os ciclistas têm velocidades relativamente baixas", embora não esclareçam o que consideram velocidades "relativamente baixas". Há casos em que ciclovias podem acomodar ciclismo rápido, como por exemplo em ciclovias laterais segregadas em rodovias.

As cidades norte-americanas que instalaram recentemente ciclovias tiveram um crescimento significativo no número de ciclistas que usam essas vias. Seria útil, portanto, usar os exemplos americanos de ciclovias/ciclofaixas e compará-los com vias semelhantes usadas por ciclistas sem infraestrutura específica. Isso poderá fornecer dados mais precisos, usando ciclistas em terrenos semelhantes e com bicicletas e experiências supostamente semelhantes (v. estudo de Ferenchak no subitem "**Compartilhamento com veículos motorizados**", mais adiante).

Os ciclistas defensores do *ciclismo veicular*¹²⁰ se opõem às ciclovias com base no princípio de que elas podem não ter sido criadas tendo em mente o "tipo de ciclista rápido".

O Manual da *Sustrans*¹²¹, para a Rede Nacional de Bicicletas (*National Cycle Network* – NCN) do Reino Unido, é elaborado para a utilização recreativa de bicicletas, tendo como público-alvo um usuário de doze

¹¹⁹ BIKEWAY controversies. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021.

¹²⁰ *Ciclismo veicular*: princípio segundo o qual os ciclistas devem trafegar na via junto aos demais veículos, seguindo as mesmas regras gerais de circulação, de forma a colocar sobre cada indivíduo a responsabilidade pela segurança de todos.

¹²¹ Sustrans: instituição de caridade britânica para caminhadas e ciclismo da National Cycle Network.

anos. O *Dublin Transportation Office* usa como base um usuário de dez anos desacompanhado. Isto levantou a questão sobre o que aconteceria se os demais ciclistas (mais experientes ou mais rápidos) fossem obrigados a usar estas ciclovias, seja por força de lei, seja por pressão dos motoristas. Após a revisão em 1996 do *Proceedings of Institute of Civil Engineers* “o ciclista de alta velocidade não deve sair da sua rota e entrar em uma via destinada aos de doze anos de idade ou aqueles novatos”.

Controvérsia sobre a manutenção

O corredor da ciclovia precisa ser largo o suficiente para permitir o uso de varredores mecânicos de ruas. É preciso garantir que sejam varridos por máquinas adequadas. Em alguns locais, há problemas com detritos no caminho da bicicleta, como na cidade de Milton Keynes, no Reino Unido, onde os usuários da ciclovia têm sete vezes mais probabilidade de sofrer furos nos pneus do que os ciclistas de rua¹²². Na Irlanda, alguns ciclistas exigiram o compromisso simultâneo da construção de extensas ciclovias e de sua manutenção.

Em 2007, a cidade de Copenhague gastou 9,9 milhões de coroas dinamarquesas (equivalentes a US\$ 1,6 milhão em valores de 2021) na manutenção de sua rede de ciclovias.

No Reino Unido, as vias para usuários não motorizados geralmente não são salgadas no inverno ou fechadas em dias frios, o que as torna potencialmente perigosas ou intransitáveis. As ciclofaixas evitam este problema, pois são parte da via e podem ser facilmente acessadas pelos veículos de serviço ou trabalhadores que normalmente já mantêm a via, sem custo extra.

Controvérsia sobre o uso

Existem fatores, como ciclovias e outras infraestruturas do ciclismo, que contribuem para seus níveis de uso. Várias cidades demonstraram que determinadas ciclovias aumentaram o tráfego de bicicletas nessas rotas, como Montreal, Nova York e Copenhague. O uso de bicicletas aumentou 40% em áreas de Montreal, onde a cidade investiu em ciclovias e ciclofaixas. Em Copenhague, o tráfego de bicicletas aumentou cerca de 20% devido à construção de ciclovias.

A construção de pistas segregadas na rua e viaduto Dunsmuir, em Vancouver, Canadá, mais do que dobrou o volume de tráfego de bicicletas em comparação com antes da construção. Nova York também teve aumento de ciclistas de quase três vezes durante a semana e duas vezes nos fins de semana, quando foi implantada uma ciclovia ao lado da Prospect Park West.

Sevilha, na Espanha, é um exemplo do que é possível em escala municipal, quando grandes investimentos são destinados à infraestrutura para o ciclismo em um curto espaço de tempo. Em 2006, eram cerca de 6 mil viagens diárias de bicicleta na cidade de 700 mil habitantes. Em 2009, havia cerca de 50 mil viagens diárias de bicicleta. Durante esses três anos foram construídas oito ciclovias urbanas, totalizando 70 km; o centro da cidade foi fechado para veículos motorizados; projetos escolares receberam recursos para a criação de um percurso escolar seguro para bicicletas; medidas de *traffic calming* foram tomadas em distritos escolares e foi lançado o Sevici, que é um programa comunitário de compartilhamento de bicicletas. A combinação de todos esses fatores ajudou a criar uma mudança drástica nas taxas de uso de bicicletas.

¹²² FRANKLIN, J. Two decades of the Redway cycle paths of Milton Keynes, J. Franklin. *Traffic Engineering and Control*, Aug. 1999.

Depois que se atinge uma determinada distribuição modal, pode ser necessário mais do que simplesmente instalar ciclovias para se alcançar um aumento nas taxas de uso de bicicletas. Os volumes de uso do ciclismo na Holanda atingiram o pico na década de 1950 e caíram drasticamente até meados da década de 1970. A diminuição do uso da bicicleta foi causada pela motorização em massa e pelos processos de urbanização e indicadores de desenvolvimento social, territorial e econômico, como a redução da densidade populacional e o aumento das distâncias de deslocamento. A bicicleta foi quase totalmente excluída da visão do governo nacional. Algumas cidades, no entanto, como Amsterdã e Eindhoven, foram implementando gradualmente políticas mais favoráveis a bicicletas, por exemplo: ruas exclusivas para bicicletas e a permissão para que os ciclistas trafeguem no contrafluxo em ruas de mão única. Em Amsterdã, campanhas de protesto como o *Stop kindermoord* (parem com o massacre de crianças, em tradução livre), levaram as autoridades a mudar sua postura quanto à preferência dos carros sobre as bicicletas. Durante os anos 1970, as taxas de uso de bicicletas aumentaram, mas os investimentos em ciclovias no período subsequente tiveram pouco efeito. No período entre o final da década de 1980 e o início da década de 1990, a Holanda gastou 1,5 bilhão de florins (US\$ 945 milhões) para o desenvolvimento de infraestrutura para bicicletas. Mesmo assim, as taxas de ciclismo permaneceram praticamente as mesmas. Por outro lado, uma mudança de política mais abrangente focada no uso do solo, planejamento urbano e mudanças na política econômica, além de rotas de bicicleta, proporcionou o aumento do número de bicicletas em Groningen, onde 75% de todo o tráfego é feito de bicicleta ou a pé.



Figura 142: Protestos "Stop kindermoord", em 1972, em Amsterdã, contra a morte de crianças ciclistas em acidentes.

No Reino Unido, um estudo¹²³ de dez anos feito em 1995 sobre o efeito de ciclovias em oito cidades não demonstrou nenhum efeito sobre a transferência de usuários de outros meios de transporte. Em Dublin, na Irlanda, a construção de 320 km de "rede estratégica de ciclovias" foi seguida por uma queda de 15% no uso geral de bicicletas e 40% no uso por estudantes de ensino médio e superior.

Em algumas áreas, o trânsito de bicicletas aumenta primeiro, e só depois são instaladas ciclovias e ciclofaixas para atender à demanda. Por exemplo, o planejamento de ciclofaixas em Davis, Califórnia, foi devido à existência anterior de um grande volume de ciclistas na década de 1960. Um estudo¹²⁴ do boom alemão das bicicletas nos anos 1980 mostra como as autoridades locais alemãs se esforçaram para acompanhar o crescimento do uso de bicicletas em vez de direcionar esse crescimento pelas suas intervenções. Em relação ao Reino Unido, argumenta-se que níveis locais elevados de uso de bicicletas resultam, provavelmente, de outros fatores além da infraestrutura cicloviária. Isso inclui uma cultura de ciclismo preexistente e níveis historicamente altos de uso de bicicletas, formas urbanas compactas, relevo plano e falta de barreiras, como cruzamentos de alta velocidade.

¹²³ UK: Cycle Routes, Traffic Advisory Leaflet 5/95, UK Department for Transport, 1995

¹²⁴ MADDIX, Heath (2001). "Another look at Germany's bicycle boom: implications for local transportation policy & planning strategy in the USA" (PDF). World Transport Policy & Practice. 7 (3): 44–8.

Controvérsia sobre separação de ciclistas

Em alguns casos, as ciclovias foram construídas de forma que as bicicletas pudessem ser proibidas na via principal. Há um debate entre os ciclistas se isso foi feito para beneficiar os motoristas ou os ciclistas. Em 1996, o *Cyclists' Touring Club* do Reino Unido e o Instituto de Rodovias e Transporte produziram, em conjunto, uma série de manuais de infraestrutura amigável para ciclistas que colocava as infraestruturas segregadas para ciclistas em último lugar na lista de prioridades de medidas voltadas à promoção do ciclismo. Os planejadores da Diretoria de Infraestrutura de Tráfego e Transporte em Amsterdã colocam ciclistas e motoristas juntos em vias com limites de velocidade abaixo de 30 km/h e os segregam em ciclofaixas em vias de velocidade mais alta.

Oposição ao uso de bicicletas

O uso cada vez mais disseminado e incentivado a bicicletas e a consequente adaptação das grandes cidades à nova situação também têm causado forte oposição por parte de certos setores da sociedade. Uma voz importante nesta direção é a do escritor canadense Lawrence Solomon¹²⁵, diretor do *Urban Renaissance Institute*, uma divisão da *Energy Probe Research Foundation*, organização não governamental da qual é fundador. A EPRF, embora se defina como uma ONG de política social, econômica e ambiental, é conhecida por negar as mudanças climáticas causadas pelo homem e por considerar que os combustíveis fósseis, especialmente gasolina, óleo de xisto, gás natural e carvão são escolhas limpas e ambientalmente benéficas¹²⁶.

Em 2017, Solomon publicou um artigo¹²⁷ no qual faz fortes críticas à implantação de ciclovias e ciclofaixas nas grandes cidades, especialmente Londres, as quais **não são endossadas por este Boletim**. Segundo Solomon, as ciclovias consomem mais espaço viário do que liberam, e causam tanto uma redução da poluição individual quanto seu aumento coletivo, pois a redução do espaço para carros nas ruas aumenta os congestionamentos e, conseqüentemente, a poluição causada por eles, pois considera que, na maioria das cidades, as ciclovias são amplamente subutilizadas. Segundo Solomon

[...] os ciclistas são especialmente prejudicados, e não apenas porque trafegam em ciclovias ao lado dos canos de escapamento dos veículos. De acordo com um estudo da *London School of Medicine*, os ciclistas têm 2,3 vezes mais fuligem inalada do que os pedestres, porque respiram mais rápido e mais profundamente do que estes quando estão mais próximos da fumaça dos escapamentos. [...] Os bairros também sofrem com a poluição extra, devido aos automóveis que cortam bairros residenciais para evitar congestionamentos causados pela perda de espaço para as ciclovias.

Ainda segundo Solomon, as taxas de fatalidades de ciclistas por quilômetro rodado são oito vezes maiores do que a de motoristas. Por fim, Solomon destaca as perdas econômicas causadas ao comércio de rua. Empresas e lojas que dependem do estacionamento na rua para seus clientes costumam ser prejudicados pela substituição das vagas de estacionamento por ciclofaixas. As cidades não apenas perdem receita da cobrança por estacionamento nas ruas, mas também perdem receita com transporte público porque a maior parte dos ciclistas é oriunda do transporte público e não do transporte individual.

¹²⁵ LAWRENCE Solomon. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021.

¹²⁶ ENERGY Probe. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021.

¹²⁷ SOLOMON, Lawrence. Lawrence Solomon: Ban the bike! How cities made a huge mistake in promoting cycling. In: Financial Post, 2017.

Outras controvérsias

Outro assunto controverso diz respeito à **obrigatoriedade do uso de capacete** pelos ciclistas. Conforme mencionado no item 2.4 – Segurança do ciclista, não só a obrigatoriedade legal existe em muito poucos países, como também a segurança oferecida pelo seu uso é discutida em muitos estudos. Alguns deles indicam que o seu uso resulta em redução nas lesões da cabeça enquanto outros indicam aumento de lesões no pescoço. Esta questão é discutida em mais detalhes no item 2.4.2 – Equipamentos de proteção.

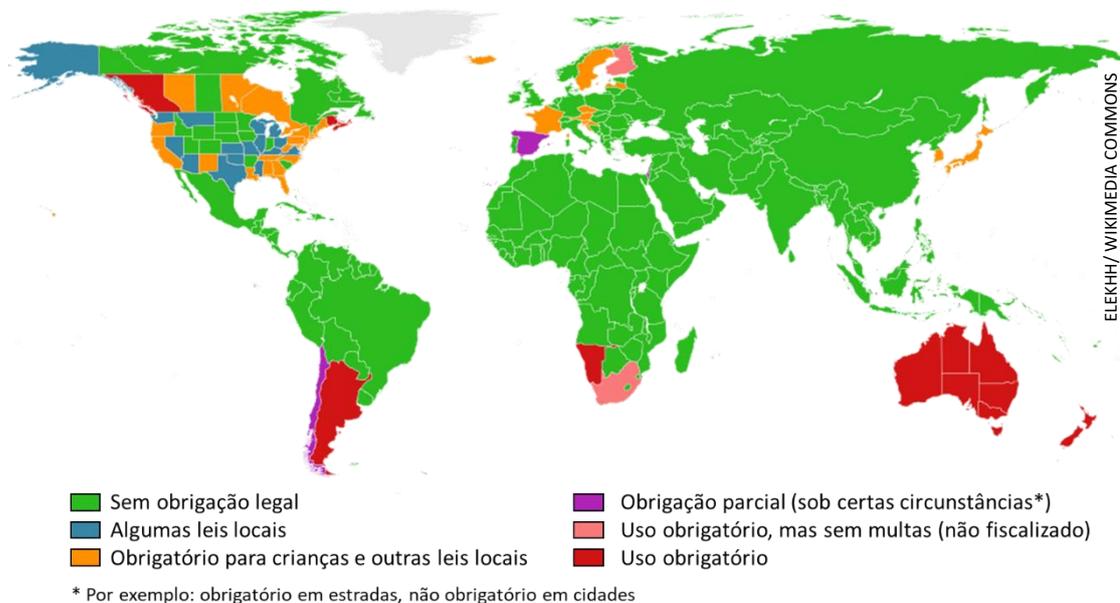


Figura 143: Obrigatoriedade do uso de capacete de bicicleta no mundo (2018).

O item 2.4 também apresenta possíveis motivos para o **desrespeito do ciclista à legislação** e ao semáforo, indicando estudos estatísticos e sugerindo possíveis causas. Alguns países, como França, Alemanha e Holanda, diante da dificuldade de fazer o ciclista respeitar o semáforo vermelho, optaram por alterar sua legislação, autorizando o ciclista a passar no semáforo vermelho em algumas circunstâncias, como em conversões à direita e interseções em T (mais detalhes no item 2.3.1.7).

Outro ponto polêmico é o **compartilhamento do uso da via** entre o ciclista e outros usuários, devido aos potenciais riscos de conflitos. Os tipos de compartilhamento de vias com ciclistas incluem:

- Vias multiuso
- Espaços compartilhados
- Compartilhamento com micromobilidade
- Compartilhamento com veículos motorizados (sharrow)
- Com transporte público
- Com estacionamento para carros

Vias multiuso

São caminhos separados das vias motorizadas e que podem ser usados por qualquer usuário não motorizado, como pedestres, ciclistas e praticantes de skate, patins, patinetes etc. Podem ser encontradas numa variedade de contextos, como adjacentes a ruas, corredores de ferrovias, parques, margens de rios, lagos ou praias. O principal problema com este tipo de via é o conflito potencial entre os seus diversos usuários, especialmente ciclistas e pedestres. O principal risco de colisão é devido ao diferencial de velocidade entre os usuários, associado às suas diferentes habilidades, idades e condições físicas¹²⁸. Isto pode não ser um grande problema em vias usadas principalmente para lazer, mas torna-se um risco maior em trechos em que são a única opção de caminho para determinados deslocamentos, obrigando os usuários a compartilharem o mesmo espaço.



BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF
TRANSPORTATION AND INFRASTRUCTURE

Figura 144: Via multiuso em Vancouver, Canadá.

Espaços e vias compartilhados

São ruas em que o ambiente de moradia ou comércio prevalece sobre o tráfego de veículos de passagem, com prioridade para pedestres e ciclistas, normalmente com todo o pavimento no mesmo nível. Embora o tráfego motorizado compartilhe o espaço com pedestres e ciclistas, seu uso é altamente desencorajado. Nas vias comerciais, projetos de vias compartilhadas podem agregar vitalidade ao espaço, viabilizando diversas atividades ao ar livre. Em áreas residenciais, podem fortalecer as relações sociais e comunitárias¹²⁹. Isto, porém, dificulta o uso das vias como atalho para veículos de passagem, obrigando-os a desviar para vias mais congestionadas, impactando a malha viária ao redor.



DENISE L. LOPES/ CET

Figura 145: Espaço compartilhado em Gante, Bélgica.

Também pode limitar o acesso de veículos de emergência, como ambulâncias e bombeiros, e veículos de grande porte para carga e descarga.

Compartilhamento com micromobilidade

A micromobilidade compreende não apenas veículos de tração humana, como bicicletas, skates, patinetes etc., mas também veículos individuais motorizados de baixa potência, como bicicletas e patinetes elétricas e ciclomotores. O recente aumento de oferta de veículos elétricos compartilhados por meio de aplicativos está fazendo crescer seu uso em ciclovias e ciclofaixas. Somente em 2018, nos Estados Unidos, foram realizadas 36,5 milhões de viagens em bicicletas convencionais compartilhadas, 38,5 milhões em

¹²⁸ BRITISH Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure (Província de Colúmbia Britânica). British Columbia Active Transportation Design Guide - 2019 Edition.

¹²⁹ SÃO Paulo (Cidade). Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias. 2020.

patinetes elétricas compartilhadas e 6,5 milhões em bicicletas elétricas compartilhadas¹³⁰. No total, isto representa um aumento de 140% em relação ao total de viagens compartilhadas no ano anterior. Este aumento está levando os legisladores de todo o mundo a uma tomada de decisão sobre a permissão ou não destes veículos em vias projetadas para uso exclusivo de bicicletas, já que a presença de veículos motorizados, ainda que de baixa potência, representa riscos potenciais de acidentes

Compartilhamento com veículos motorizados

O uso de sharrow (v. item 2) tem um custo de implantação menor do que uma ciclovia e ocupa menos espaço na pista de rolamento do que uma ciclofaixa. Porém, muitos ciclistas podem não se sentir confortáveis e seguros ao compartilhar o mesmo espaço dos automóveis. Um estudo publicado em 2013 pela revista *Injury Prevention*¹³¹, baseada em registros hospitalares, não mostra nenhuma redução significativa de ferimentos após a implantação da faixa compartilhada e, possivelmente, até um pequeno aumento.



Figura 146: Rua com sharrow em São Paulo.

Um estudo¹³² de 2016 da *Transportation Research Board*, que atende ao Governo e ao Congresso dos Estados Unidos, foi realizado em Chicago reunindo dados de mais de dois mil quarteirões, divididos em três categorias: vias com ciclovias instaladas, vias apenas com sharrow e vias sem nenhuma infraestrutura cicloviária. O estudo mostrou que as vias com ciclovias apresentaram um considerável aumento no uso de bicicletas (6,46 vezes), enquanto as vias com sharrow tiveram um aumento pouco significativo, mesmo quando comparadas com as do grupo sem ciclovias (2,08 e 1,37 vezes, respectivamente). Em termos de acidentes com feridos, os três grupos apresentaram redução; porém, a menor redução ocorreu justamente no grupo com sharrow (6,7% menos feridos), bem menos do que o grupo com ciclovias (27,5%) e até do que aquele sem infraestrutura (13,5%). Ou seja, segundo o estudo, a instalação de sharrow mostrou-se menos segura do que não fazer nada.

¹³⁰ NACTO - National Association of City Transportation Officials. *Shared Micromobility in the U.S.: 2018*. Nova York, Estados Unidos, 2019.

¹³¹ HARRIS, Anne M. et al. *Comparing the effects of infrastructure on bicycling injury at intersections and non-intersections using a case-crossover design*, 2013.

¹³² FERENCHAK, Nicholas N. e MARSHALL, Wesley. *The Relative (In)Effectiveness of Bicycle Sharrows on Ridership and Safety Outcomes*, 2016

Compartilhamento com transporte público

Trata-se de faixas exclusivas para ônibus que podem, porém, ser compartilhadas com bicicletas e, eventualmente, também por veículos em conversão à direita. Em algumas cidades, também podem ser usadas por táxis e veículos de entrega. Onde o espaço limitado impede a instalação de uma faixa separada para bicicletas, a intenção é permitir que os ciclistas usem a faixa designada para ônibus. O objetivo é oferecer uma rota mais direta aos ciclistas e oferecer um certo grau de separação entre as bicicletas e o trânsito em geral, a fim de melhorar sua segurança e conforto. No entanto, este uso combinado levanta muitas questões sobre a compatibilidade de bicicletas e ônibus compartilhando o mesmo espaço¹³³.

A faixa compartilhada entre bicicletas e ônibus não é a mais confortável para o ciclista nem é apropriada para altos volumes de ônibus. No entanto, ônibus e bicicletas frequentemente competem pelo mesmo espaço próximo ao meio-fio. Em vias sem infraestrutura dedicada a bicicletas, as faixas de ônibus costumam atrair o tráfego de ciclistas, levando algumas cidades a permitirem bicicletas nestas faixas¹³⁴.



Figura 147: Exemplos de faixas compartilhadas ônibus-bicicleta na Filadélfia (esq.) e em Sorocaba, São Paulo.

As faixas compartilhadas ônibus-bicicleta podem acomodar ambos os modos a baixas velocidades e intervalos moderados de ônibus, onde estes são desestimulados a ultrapassá-las e os ciclistas ultrapassam os ônibus apenas nas paradas. São mais usadas em vias de mão dupla com faixas de ônibus na lateral sem faixas de bicicletas originalmente planejadas.

Faixas de ônibus no contrafluxo com alta demanda de bicicletas e nenhuma ciclofaixa no contrafluxo podem ser regulamentadas como faixas ônibus-bicicletas (v. Figura 148, exemplo de Lyon). Também podem ser implantadas onde o estacionamento de veículos é permitido fora do horário de pico. Ainda segundo a NACTO, 2016, sua implantação deve ser limitada a faixas de ônibus com velocidade operacional máxima de 32 km/h e intervalos mínimos de quatro minutos entre ônibus. As faixas podem ser posicionadas adjacentes ao meio-fio ou afastadas por uma faixa de estacionamento.

¹³³ UNIVERSITY of South Florida. A Summary of Design, Policies and Operational Characteristics for Shared Bicycle/Bus Lanes - Center for Urban Transportation Research. July 2012.

¹³⁴ NACTO - National Association of City Transportation Officials. Transit Street Design Guide - Shared Bus-Bike Lane. Nova York, Estados Unidos, Apr. 2016.



Figura 148: Exemplos na França: faixa compartilhada entre ônibus e bicicleta em Paris (esq.) e faixa compartilhada no contrafluxo com grupo focal de ônibus e de bicicleta em Lyon.

Faixas separadas para bicicletas e ônibus são sempre preferíveis em relação às faixas compartilhadas, que não são substitutas das ciclofaixas e ciclovias, especialmente em horários de pico e em rotas de alto volume de ônibus.

Deve-se tomar um cuidado especial para não misturar o tráfego de bicicletas e ônibus em altas velocidades. À medida que o volume e a velocidade operacional dos ônibus aumentam, o número de ultrapassagens também aumentará, reduzindo o conforto e, potencialmente, a segurança dos ciclistas. Ainda que ônibus e bicicleta trafeguem em faixas separadas, um fator de risco a ser considerado é a força aerodinâmica sobre o ciclista causada pela passagem de um veículo pesado. A certas velocidades (ou diferenciais de velocidade), um ônibus ou caminhão pode gerar uma força aerodinâmica capaz de derrubar um ciclista. O gráfico da Figura 149 mostra as velocidades e distâncias críticas que podem pôr o ciclista em risco. Quando a velocidade esperada do veículo ultrapassa o limite de tolerância, deverá ser prevista uma distância maior entre a ciclofaixa e a faixa de ônibus. Por exemplo, se a velocidade máxima esperada para o ônibus for de 80 km/h, deverá ser prevista uma separação mínima de 1,1 metro entre ele e o ciclista.

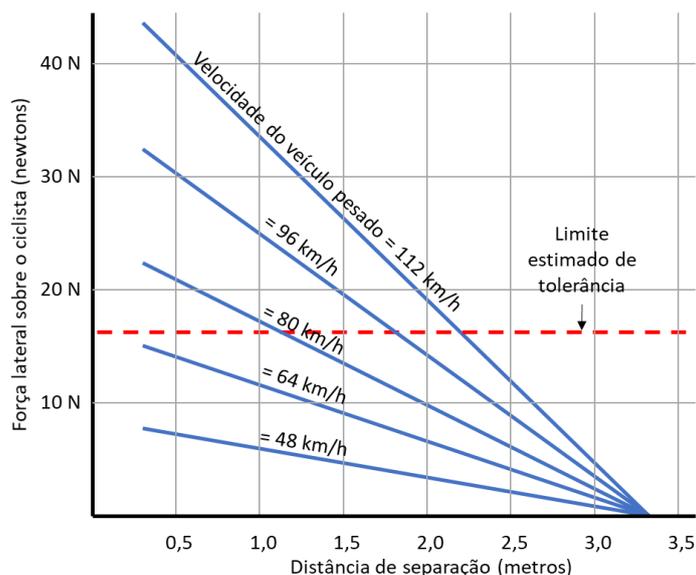


Figura 149: Forças aerodinâmicas sobre o ciclista. [Fontes: FHWA, 1977/ University of South Florida]

Em cidades que contam com redes de bondes, muito comuns na Europa, há um risco extra: a bicicleta poderá ficar com a roda presa no sulco do trilho, podendo resultar em queda do ciclista.

Vias com faixa compartilhada de ônibus e ciclista podem ser encontradas em cidades americanas, como Baltimore, Boston, Chicago, Denver, Filadélfia, Minneapolis, Portland, Seattle, Tucson, e Washington, além de Viena (Áustria), Gante (Bélgica), Ottawa, Toronto e Vancouver (Canadá), Paris e Lyon (França), Genebra (Suíça), Edimburgo, Liverpool e Londres (Reino Unido), Luxemburgo e Cidade do México.

Ciclofaixa e estacionamento para carros

O estacionamento afastado do meio-fio, isto é, com a ciclofaixa entre a faixa de estacionamento e a calçada (Figura 150 – esq.), pode ser inusitado para alguns motoristas brasileiros, podendo gerar dúvida quanto ao posicionamento dos veículos estacionados, que ficam posicionados de maneira distante do meio-fio.

Este efeito indesejado se torna maior especialmente nos períodos noturnos, quando a ciclovia fica ociosa e menos visível ao condutor, dando a impressão de que o veículo estacionado está em situação irregular ou sofreu algum tipo de pane (Figura 150 – dir.).



Figura 150: Faixa de estacionamento separada do meio-fio por ciclofaixa em São Paulo.

No entanto, estudos¹³⁵ realizados nos Estados Unidos, na cidade de Nova York, mostram que esta solução traz maior segurança aos ciclistas, podendo reduzir os índices de acidentes em 20%, mantendo a capacidade de vagas para estacionamento da via e mantendo também níveis aceitáveis de fluidez e tempo de percurso, além de criar maior atratividade ao ciclista neste local. A Figura 151 mostra exemplos nos Estados Unidos, onde fica clara a separação entre a ciclofaixa e a faixa de estacionamento por meio de recursos, como pintura de pavimento em cores vivas, sinalização vertical e barreiras físicas.

¹³⁵ NEW YORK City Department of Transportation. Protected Bicycle Lanes in NYC. 2014.

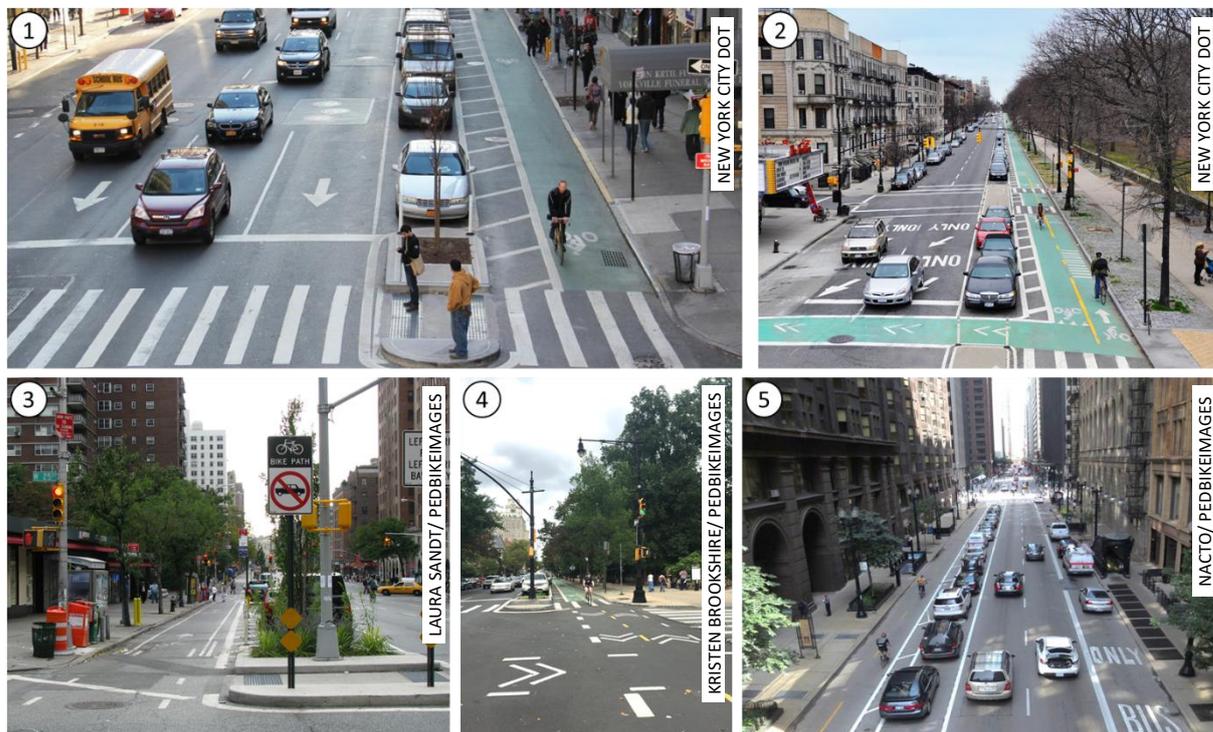


Figura 151: Faixas de estacionamento separadas do meio-fio por ciclofaixa em Nova York ① a ④ e Chicago ⑤.

Também é possível inverter a posição das faixas, com a faixa de estacionamento junto ao meio-fio e a ciclofaixa afastada, como exemplificado na Figura 152.



Figura 152: Ciclofaixa afastada do meio-fio com estacionamento paralelo em Seattle, EUA ①; Nova York, EUA ② e Toronto, Canadá ③.

Os dois casos, porém, implicam riscos à segurança do ciclista, como mostrado na Figura 153. Na foto ①, o veículo circulando na via coloca em risco os ciclistas ao cruzar a ciclofaixa para tentar chegar na faixa de estacionamento; em ②, o automóvel estaciona sobre a faixa de separação (*buffer*) devido à falta de uma barreira física; a foto ③ mostra uma ciclofaixa no contrafluxo e em curva, com um veículo longo ocupando parte da ciclofaixa; A foto ④ mostra um flagrante de um comportamento de risco conhecido como *dooring*, em que um ocupante do veículo pode causar um acidente ao, inadvertidamente, abrir a porta do carro, obstruindo a passagem do ciclista.

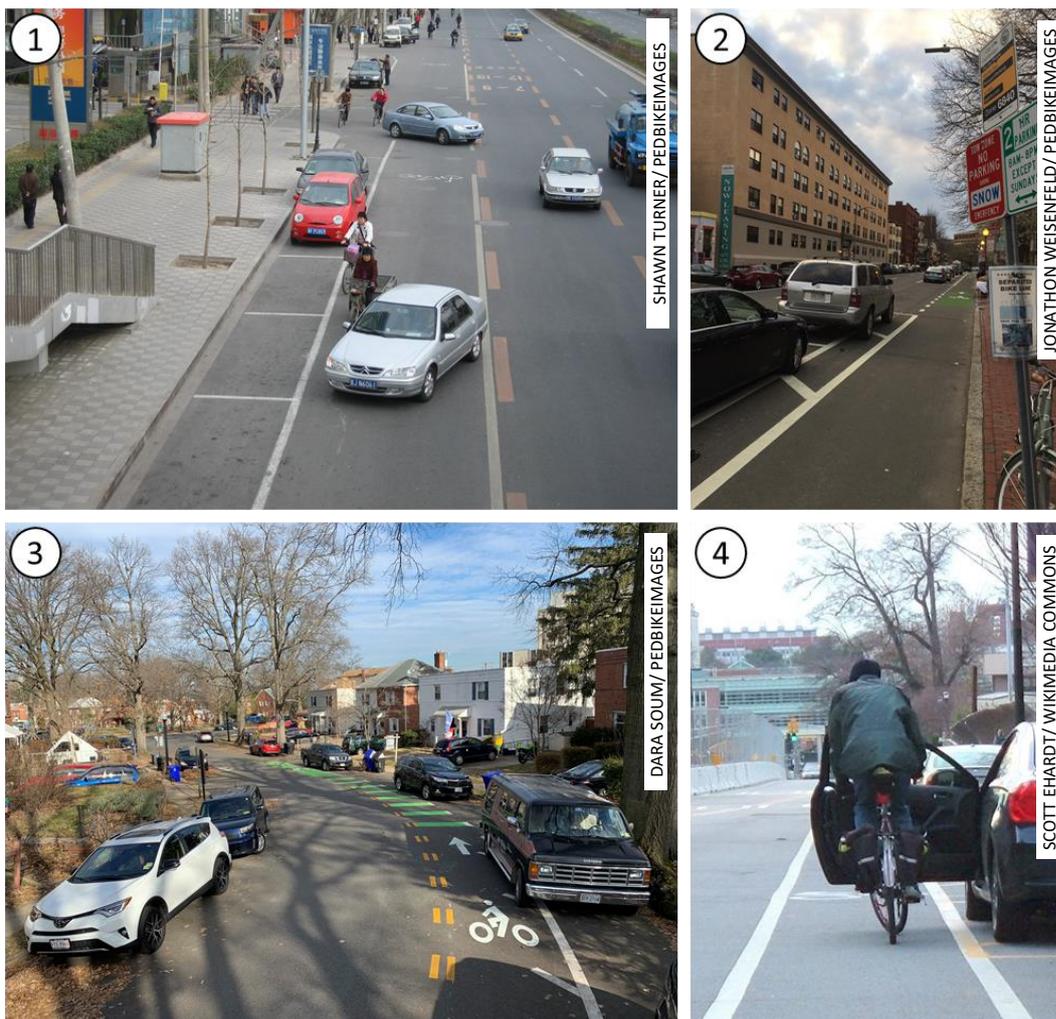


Figura 153: Ciclofaixa com estacionamento paralelo em Pequim, China ①; Cambridge, EUA ② e Arlington, EUA ③ e caso de dooring ④.

O problema do **dooring** geralmente é atacado em duas frentes: educação e projeto. Por meio da educação, ciclistas e motoristas são conscientizados a ficar atentos e manterem distância ao passar por veículos estacionados e ao abrir a porta do carro, respectivamente. Pesquisas¹³⁶ realizadas no Reino Unido e no estado americano da Flórida revelaram que 33% e 60% dos motoristas, respectivamente, não verificavam a presença de ciclistas na via antes de abrirem a porta. Um hábito adotado na Holanda conhecido nos Estados Unidos como *Dutch reach* (“maçaneta holandesa”, em tradução livre) consiste em abrir a porta do carro com a mão mais distante, levando o corpo a fazer um giro que facilita a visão da eventual aproximação de um ciclista¹³⁷. Tem sido ensinado nas autoescolas e cursos de direção defensiva no país desde os anos 1960, e, mais recentemente, em outros países, como Reino Unido, Estados Unidos, Canadá, Austrália, Alemanha e Nova Zelândia. Desde 2018, o Uber passou a treinar seus motoristas em quatro cidades americanas para que adquirissem este hábito.

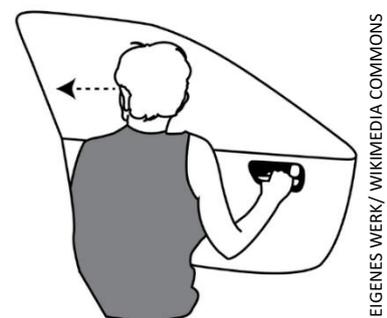


Figura 154: hábito do Dutch reach.

¹³⁶ DOORING. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia. 2021

¹³⁷ DUTCH Reach. In: WIKIPEDIA Die freie Enzyklopädie. 2021.

Outra forma de se reduzir o risco de dooring é por meio do projeto da ciclofaixa, prevendo-se afastadores (buffers) entre a ciclofaixa e a faixa de estacionamento e/ou de rolamento (Figura 155).

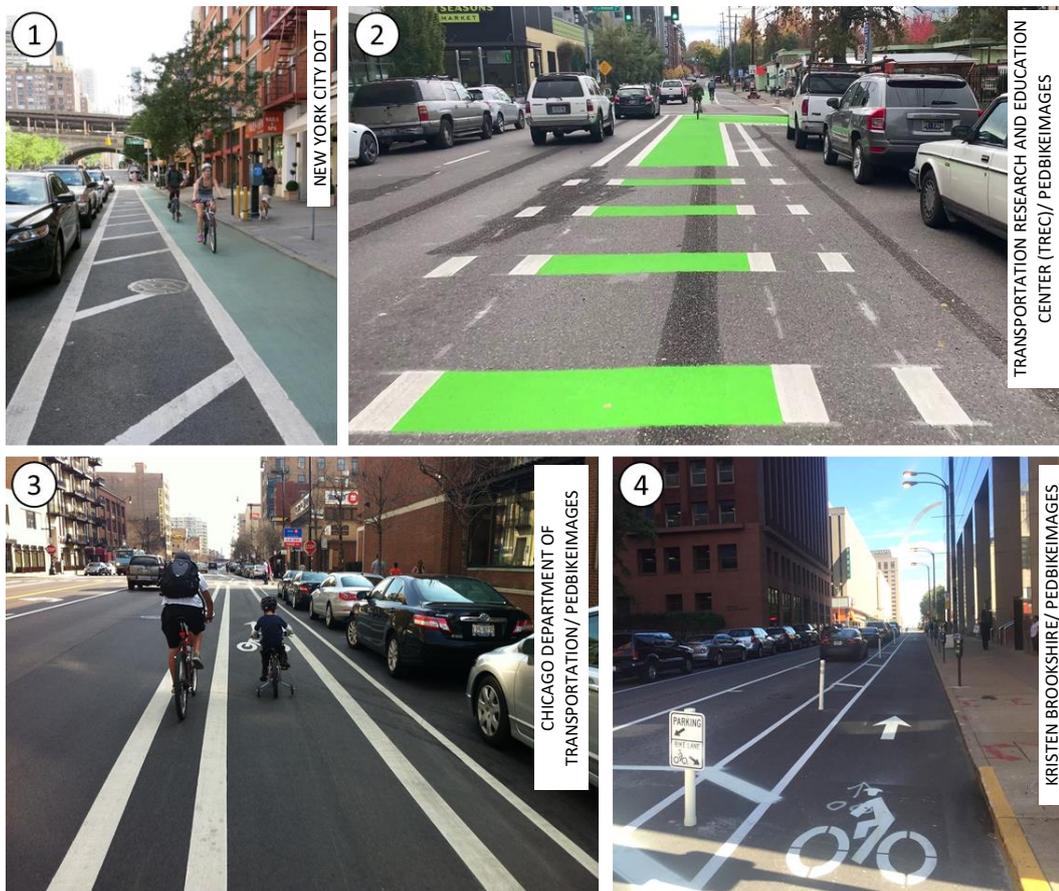


Figura 155: Ciclofaixas com afastadores em Nova York ①, Portland ②, Chicago ③ e St. Louis ④, EUA.

3. LEGISLAÇÃO E NORMAS

Este capítulo apresenta algumas publicações referentes a legislação, normas, manuais, guias e outros documentos nacionais e internacionais com temas pertinentes a projetos viários para bicicletas.

3.1. LEGISLAÇÃO E MANUAIS BRASILEIROS

O antigo Código Nacional de Trânsito – CNT¹³⁸ (1966) válido até 1997, não estabelecia regras claras para a circulação de bicicletas no sistema viário, e nem especificava a condição da bicicleta como veículo, uma vez que em seus artigos apenas fazia menção à permissão de condução de bicislos e ciclomotores. A partir de 1997, o atual Código de Trânsito Brasileiro - CTB¹³⁹, passou a reconhecer a bicicleta como veículo não motorizado e estabeleceu regras para sua circulação, além de direitos e deveres específicos para a bicicleta, bem como estabeleceu sinalizações específicas.

Em 2004, por meio da Resolução Nº 160, o CONTRAN aprovou o Anexo II que regulamenta o CTB – Código de Trânsito Brasileiro, o qual foi instituído pela lei Nº 9.503 em 1997.

Em seu item 4, sobre a Sinalização Semafórica, o Anexo II indicava à época:

A sinalização semafórica é um subsistema da sinalização viária que se compõe de indicações luminosas acionadas alternada ou intermitentemente através de sistema elétrico/eletrônico, cuja função é controlar os deslocamentos.

Existem dois grupos:

- Sinalização semafórica de regulamentação;
- Sinalização semafórica de advertência.

Tabela 21: Formas e dimensões da sinalização semafórica. [Fonte: Res. CONTRAN 160/04]

SEMÁFORO DESTINADO A	FORMA DO FOCO	DIMENSÃO DA LENTE
Movimento veicular	Circular	Diâmetro: 200 mm ou 300 mm
Movimento de pedestres e ciclistas	Quadrada	Lado mínimo: 200 mm

Contudo, a Resolução Nº 483, de 9 de abril de 2014, que aprovou o Volume V – Sinalização Semafórica do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - MBST, alterou o Anexo II do CTB.

Esta Resolução, hoje em vigor, deu nova redação ao Art. 3º, conforme se vê abaixo:

Art. 3º O item 4 do Anexo da Resolução nº 160/2004 passa a vigorar com as seguintes alterações, no que diz respeito às formas e dimensões dos semáforos para ciclistas e de controle ou faixa reversível:

4. SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

[...]

¹³⁸ BRASIL. Código Nacional de Trânsito. 1966.

¹³⁹ BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro. 1997.

Tabela 22: Formas e dimensões da sinalização semafórica. [Fonte: MBST, 2014.]

SEMÁFORO DESTINADO A	FORMA DO FOCO	DIMENSÃO DA LENTE (mm)
Veículos automotores e bicicletas	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Controle ou faixa reversível	Quadrada	Lado de 300 (mínimo)
Pedestre	Quadrada	Lado de 200 ou 300

Observe-se que a **alteração é consistente com o Art. 96 do CTB** (onde a bicicleta encontra-se classificada como veículo de tração humana e de passageiros) e também com a **descrição de bicicleta constante do Anexo I** da mesma lei. Ainda no **CTB**, o **Art. 58** estabelece que, como veículo, a circulação de bicicletas deve fazer uso da pista e não da calçada, conforme transcrição abaixo.

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.

Vale ressaltar que, somente quando da existência de sinalização específica, o ciclista pode fazer uso da calçada.

Complementarmente, o Volume V do MBST, em seu capítulo 3, que trata das Considerações Gerais Sobre Sinalização Semafórica, inclui o item 3.2 – Padrão de sinalização semafórica, no qual se encontra o subitem 3.2.1 que estabelece os padrões atualmente vigentes de sinalização semafórica em termos de formas, cores e sinais (símbolos).

Dentro do subitem 3.2.1, nas Tabelas 3.1 e 3.2 são apresentadas as combinações envolvendo, respectivamente, focos de forma circular e retangular, conforme estabelecido na Resolução Nº 160/04 (Anexo II do CTB) e em consonância com as alterações impostas pela Resolução Nº 483/14.

Assim, a Tabela 3.1 da Resolução Nº 160/04 apresenta focos de formato circular destinados tanto aos veículos automotores como às bicicletas. **Um extrato** da Tabela 3.1 no que tange aos focos circulares para bicicletas pode ser verificado a seguir, na Tabela 23.

Tabela 23: Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular. [Fonte: Extrato da Tabela 3.1 do MBST – vol. V]

FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
Circular	Amarela		Indica o término do direito de passagem	O condutor deve parar o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança
	⋮	⋮	⋮	⋮
	Vermelha		Indica para o ciclista a proibição do direito de passagem	Obrigatoriedade do ciclista em parar o veículo
	Verde		Indica para o ciclista a permissão do direito de passagem	O ciclista tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha

Esta descrição está apresentada também na Cartilha do Ciclista¹⁴⁰ do DENATRAN, estabelecida pela Resolução nº 550/2015 do Contran e reforça a bicicleta como veículo e o ciclista como condutor.

¹⁴⁰ BRASIL – Ministério das Cidades. Cartilha do Ciclista. DENATRAN. 2015..

Ainda no capítulo 3, a Tabela 3.3 apresenta as características complementares dos vários tipos de focos dos semáforos previstos na Resolução 160/04, incluindo os focos específicos para bicicletas, conforme se vê a seguir:

Tabela 24: Formas e dimensões das lentes dos focos semafóricos. [Fonte: Tabela 3.3 do MBST – vol. V]

SEMÁFOROS DESTINADOS A	FORMA DO FOCO	DIMENSÃO DA LENTE (mm)
Veículos automotores	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Bicicletas	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Faixas reversíveis	Quadrada	Lado de 300 (mínimo)
Advertência	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Pedestres	Quadrada	Lado de 200 ou 300

Já o item 3.3.2, que trata dos Tipos de Semáforos, apresenta na letra “a” (Semáforos empregados na sinalização semafórica de regulamentação) a descrição do semáforo para ciclistas, conforme se vê abaixo:

CICLISTAS - Os grupos focais de ciclistas são compostos por focos vermelho, amarelo e verde, com os pictogramas respectivos, dispostos nesta ordem, de cima para baixo, na posição vertical.

Neste mesmo item, a Tabela 3.4 ilustra as opções de grupos focais por tipo de semáforo. Um extrato da tabela apresentando exclusivamente os semáforos para ciclistas pode ser visto a seguir, na Tabela 25.

Tabela 25: Semáforos para sinalização semafórica de regulamentação. [Fonte: Extrato da Tabela 3.4 do MBST – vol. V]

TIPO DO SEMÁFORO	POSIÇÃO VERTICAL	POSIÇÃO HORIZONTAL
Circular		

Vale ressaltar que o formato dos focos para ciclistas não só acompanha o formato circular utilizado nos focos para os veículos automotores, como os grupos focais de ciclistas devem ter três focos, similarmente ao que ocorre com os grupos focais daqueles veículos. Esta definição é baseada particularmente na velocidade de deslocamento da bicicleta, que se aproxima mais daquela dos veículos automotores do que da velocidade média estimada para pedestres.

A Nota Técnica 266 da CET – Companhia de Engenharia de Tráfego, publicada em julho de 2020¹⁴¹, esclarece esta questão, afirmando:

O foco amarelo no grupo focal para ciclistas é indispensável, uma vez que a bicicleta, embora não sendo motorizada, é classificada como veículo e, como tal, compartilha com os veículos motorizados a aproximação semaforizada. Deve-se lembrar de que o tempo de amarelo deve ser dimensionado de forma que o veículo possa parar com segurança na linha de retenção na mudança de direito de passagem. Assim, a bicicleta, sendo um veículo, também necessita de um tempo para poder parar na linha de retenção. Por outro lado, os pedestres não apresentam essa dinâmica e, portanto, não necessitam de um intervalo de tempo para essa função. Por isso, o grupo focal de pedestres é composto por apenas dois focos: verde e vermelho.

141 MING, Sun H. Uma Análise Crítica do Manual Brasileiro de Sinalização - Volume V. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego, 2020. 26p. – pag. 22;

No entanto, deve-se ressaltar que, como a velocidade e a taxa de frenagem da bicicleta são bem diferentes dos veículos motorizados, os intervalos de entreverdes para bicicletas também deverão ser diferentes dos entreverdes para veículos [...]

Portanto, pode-se verificar que a bicicleta é tratada no CTB como veículo, justificando-se assim que, na aproximação semaforizada, a sinalização a ela destinada tenha características similares àquelas dos veículos automotores.

O manual¹⁴² do extinto GEIPOT sugere por exemplo que devem-se adotar medidas do tipo traffic calming como elevações na pista, estreitamento da via destinada aos veículos motorizados, ou sinalização intensiva em placas especiais, visando melhorar as condições de acesso dos ciclistas e evitar maiores custos com a colocação de semáforos específicos.

Um outro ponto a ser ressaltado neste manual, é a proposta da criação de faixa de retenção para bicicletas, antes da faixa de pedestres e posterior à faixa de retenção do tráfego automotor. Com tal procedimento, seria possível conceder um tempo maior às bicicletas do que ao tráfego geral, na mudança de fase do semáforo à frente, tanto para efetuar conversão como para cruzar a interseção com segurança.

Uma outra medida relacionada à circulação de bicicletas e a sinalização semafórica é a criação de Áreas de Espera para bicicletas e motos (v. item 2.3.1.2). Esta medida está prevista também na Cartilha do Ciclista do DENATRAN, estabelecida pela Resolução nº 550/2015.

Tais orientações foram reforçadas quando da publicação pelo extinto, Ministério das Cidades, do Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades¹⁴³ dentro do “Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta – Bicicleta Brasil” em 2007.

Vale ressaltar que, acompanhando a legislação nacional, a cidade de São Paulo vem substituindo os grupos focais de ciclista que se encontram fora da padronização (por ainda usarem a forma quadrada, com apenas dois focos) por grupos focais de formato circular, com três focos.

A legislação aprovada na Resolução – Contran nº 973, de 18/07/2022 relativa ao foco amarelo para bicicletas, pelo MBST – Volume VIII, vigente é a da Tabela 26.

Tabela 26: Sinalização semafórica para ciclistas segundo Resolução Contran nº 973/22. [Fonte: Tabela 8.1 do MBST – vol. VIII]

COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
Vermelha		Indica para o ciclista a proibição do direito de passagem	Obrigatoriedade do ciclista em parar o veículo
Amarela		Indica o término do direito de passagem	O ciclista deve parar o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança
Verde		Indica para o ciclista a permissão do direito de passagem	O ciclista tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha

¹⁴² GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. Manual de Planejamento Cicloviário. Ministério dos Transportes. 2001.

¹⁴³ BRASIL – Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades. Brasília, 2007. 232 p.

3.1.1. LEGISLAÇÃO E MANUAIS NA CIDADE DE SÃO PAULO

Em 2007, uma Lei Municipal¹⁴⁴ criou o Sistema Cicloviário na cidade de São Paulo, como incentivo ao uso de bicicletas para o transporte, contribuindo para o desenvolvimento da mobilidade sustentável, onde o transporte por bicicletas deveria ser incentivado em áreas apropriadas e abordado como modo de transporte para as atividades do cotidiano, devendo ainda ser considerado modo efetivo na mobilidade da população.

Estabeleceu também que a rede viária para o transporte por bicicletas fosse formada por ciclovias, ciclofaixas, faixas compartilhadas e rotas operacionais de ciclismo e que fossem designados locais específicos para estacionamento, como bicicletários e paraciclos.

Indicou também a necessidade de se promoverem atividades educativas visando à formação de comportamento seguro e responsável no uso da bicicleta e sobretudo no uso do espaço compartilhado.

Em 2009 foi promulgada uma Lei municipal que instituiu a Política de Mudança do Clima no Município de São Paulo, com o estímulo ao transporte não-motorizado, com ênfase na implementação de infraestrutura e medidas operacionais para o uso da bicicleta, valorizando a articulação entre modos de transporte.

O Sistema Cicloviário do Município de São Paulo era composto preferencialmente por faixas compartilhadas e ciclovias. Em 2017, uma nova legislação introduziu alterações na Lei 14.266/2007, propondo principalmente que a ciclofaixa consistisse numa faixa exclusiva destinada à circulação de bicicletas, delimitada por sinalização específica e utilizando parte da pista de rolamento. Assim sendo, a opção por ciclofaixas deveria ser adotada apenas quando não houvesse indicação técnica para a implantação de faixas compartilhadas e quando houvesse disponibilidade de espaço físico ou de recursos financeiros para a construção de uma ciclovia, desde que as condições físico-operacionais do tráfego motorizado fossem compatíveis com a circulação de bicicletas.

Em 2018, com a promulgação da Lei Municipal 16.885, foi adicionada a definição de que os elementos constitutivos do Sistema Cicloviário devem incluir também a sinalização vertical, horizontal, semafórica, luminosa e demais sinalizações disponíveis para orientar e alertar para o tráfego de ciclistas.

Em 2019 com a criação do Plano Cicloviário do Município de São Paulo 2019-2028¹⁴⁵ definiu-se a rede cicloviária da cidade e seus elementos de apoio, orientados para a estruturação de um sistema integrado. O Plano visa, ainda, promover a intermodalidade e a conexão com os principais equipamentos de transportes públicos e garantir a segurança do uso da bicicleta na malha viária da cidade de São Paulo, promovendo ações que incentivavam a sua utilização, de forma a expandi-la e consolidá-la na estrutura viária. Cita ainda a análise da sinalização dos cruzamentos como forma de estabelecer um novo padrão, com pintura vermelha aplicada apenas na aproximação das travessias, proporcionando maior atenção dos ciclistas aos cruzamentos.

¹⁴⁴ Lei nº 14.266/2007.

¹⁴⁵ SÃO Paulo (Cidade). Plano Cicloviário do Município de São Paulo. 2019.

O Manual de Sinalização Urbana¹⁴⁶ (MSU-2020) da CET-SP em seu Volume 13, estabeleceu uma série de critérios para a o uso e locação de sinalização semafórica para ciclista considerando os seguintes aspectos:

- A bicicleta é um veículo;
- Em interseções semaforizadas de ciclovia ou ciclofaixa, o ciclista deve respeitar o grupo focal veicular normal ou foco específico quando existir;
- Em situações em que o ciclista se movimenta como um pedestre, ele deve realizar seu movimento desmontado e seguindo a sinalização existente.
- Em ciclofaixa ou ciclovia, com ou sem grupo focal para ciclista, a programação semafórica deve ser revista, com o recálculo dos entreverdes e eventuais adaptações complementares, considerando as necessidades dos ciclistas;
- Onde a ciclovia ou ciclofaixa cruzar com uma intersecção semaforizada que já tenha três estágios, não se coloca um quarto estágio para ciclistas. Caso a avaliação técnica conclua pela necessidade de um estágio específico para ciclistas, devem ser propostas alternativas para eliminar um dos estágios existentes, de modo a manter o semáforo com três estágios.

Assim estabeleceu como critérios gerais:

- a) Em aproximação semaforizada, não deve ser colocado grupo focal específico para ciclistas quando não houver ciclovia ou ciclofaixa.
- b) Deve ser colocado grupo focal específico para ciclistas quando:
 - A aproximação não possuir grupo focal veicular voltado para a ciclovia/ciclofaixa;
 - A visibilidade dos grupos focais veiculares à distância não for adequada para o ciclista.

Deve-se colocar grupo focal específico para ciclistas se houver a necessidade de se configurar um estágio semafórico específico para o movimento de ciclista.

O Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias - PMSP¹⁴⁷, publicado em 2020, afirma que quando os semáforos forem implantados em vias com ciclofaixas, os grupos focais para ciclistas devem ser previstos para a circulação de ciclistas no contrafluxo do trânsito de veículos. Para movimentos no mesmo sentido dos demais veículos e para garantir que os ciclistas vejam os semáforos veiculares, a implantação dos grupos específicos para ciclistas passa a ser facultativa.

A legislação nacional, de forma geral, está compatível com as internacionais. Um desafio que todas enfrentam é com relação à sua aplicação e fiscalização. Desafios estes que demandam atenção e até mesmo criatividade para serem solucionados.

¹⁴⁶ CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. Manual de Sinalização Urbana - Espaço Cicloviário. 2020.

¹⁴⁷ SÃO Paulo (Cidade). Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias. 2020.

3.2. MANUAIS E PUBLICAÇÕES TÉCNICAS INTERNACIONAIS

Este item traz a revisão bibliográfica não exaustiva de especificações e padronizações técnicas recomendadas para os grupos focais destinados aos ciclistas, tendo como base de pesquisa publicações técnicas de diversas cidades, estados e países disponibilizadas na internet. Outras questões relativas a regulamentações de sinalização de ciclistas também são tratadas em outros pontos deste Boletim, como o item 2.3.1.7, que relata como alguns países regulamentam o comportamento dos ciclistas durante a fase vermelha do semáforo veicular.

Traffic Signal Guidelines for Bicycles – Final Report – Transportation Association of Canada – TAC (Canadá, 2004)¹⁴⁸

O guia canadense para semáforos de bicicletas, em sua edição de 2004, faz um inventário de questões operacionais e de segurança relacionadas às bicicletas em interseções semaforizadas, incluindo uma revisão bibliográfica da operação de cruzamentos com ciclistas na América no Norte, Europa e Austrália e apresenta recomendações de implementação e aplicação.

Segundo o manual, quando um projeto é destinado a ciclistas, talvez os imperativos comportamentais dos ciclistas precisem ser considerados mais do que outros aspectos da engenharia de tráfego.

A seção A 4.1.2 do *Traffic Signal Guidelines* recomenda que os semáforos para bicicleta estejam em conformidade com os padrões definidos para a província de Quebec, que estabelece que os focos sejam compostos de **três lentes circulares de 200 mm (8 pol.) posicionadas verticalmente com pictogramas de bicicleta**, como mostrado na Figura 156.

O uso de pictograma nas lentes é expressamente recomendado, a fim de evitar que condutores dos modos motorizados se confundam com a sinalização.

Outra recomendação é com relação à cor da caixa do grupo focal, que deve ter cor preta em semáforos de bicicletas, para contrastar com as caixas amarelas de grupos focais veiculares.

A Seção A 4.1.5 do manual canadense apresenta diversos procedimentos para instalação de focos de ciclistas, como:

- Instalar o grupo focal de ciclistas dentro do campo de visão dos ciclistas ou em raio 30 m (98,4 pés) a partir da faixa de retenção para fácil percepção e identificação do semáforo.
- Recomenda-se utilizar focos de 300 mm (12 pol.) em grupos focais localizados a mais de 30 m de distância dos ciclistas parados. Alternativamente, em cruzamentos muito largos, semáforos de bicicleta podem ser colocados no canteiro central e na esquina posterior do cruzamento.

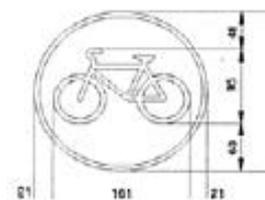


Figura 156: Grupo focal no padrão Quebec.
[Fonte: TAC- 2004]

¹⁴⁸ TRANSPORTATION Association of Canada (TAC), Traffic Signal Guidelines for Bicycles, Final Report, 2004.

- Os focos semafóricos devem ser com LED.
- Focos antecipados adicionais são sugeridos para cruzamentos extremamente largos ou com geometria complexa.
- Os focos para ciclistas devem ser instalados na mesma altura dos focos de pedestres e dispostos no lado oposto do cruzamento. Em situações em que o foco de ciclistas está sobre a seção percorrida da via, este deve ser colocado no padrão da altura do foco veicular, a 4,5 m (15 pés) de altura do pavimento.

Alturas e posições sugeridas de instalação de grupos focais para ciclistas podem ser vistas na Figura 157.

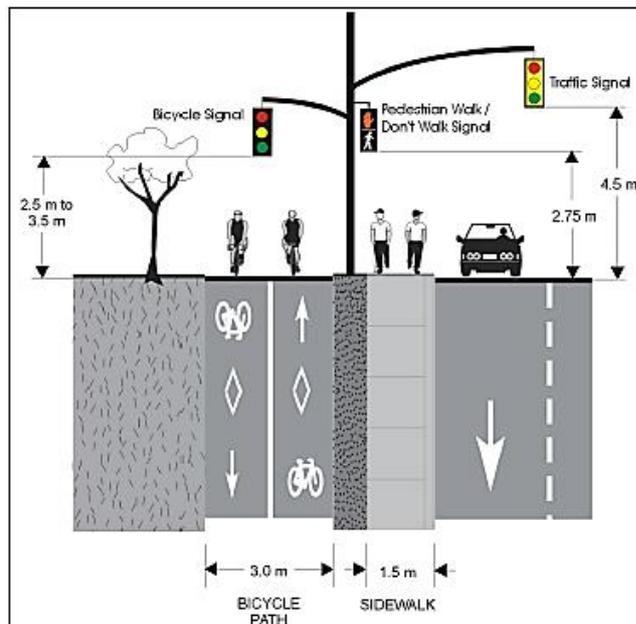


Figura 157: Alturas típicas de montagem de grupo focal de ciclistas acompanhando o movimento dos pedestres.
[Fonte: TAC, 2004]

Manual of Uniform Traffic Control Devices for Canada, 2008 update - TAC 2008 (Canadá, 2008)¹⁴⁹

Em termos de projetos de semáforo para bicicletas, o MUTCD canadense tem orientações semelhantes às do *Traffic Signal Guidelines for Bicycles*, recomendando o uso de lentes circulares de 200 mm (8 pol.). Também afirma que o grupo focal de ciclistas deve ser “instalado dentro do cone de visão dos ciclistas e de preferência a, no máximo, 30 m de distância da faixa de retenção”.

Para distâncias maiores, deve ser considerada a possibilidade do uso de lentes de 300 mm e grupo focal projetado sobre a via com altura mínima para o foco de bicicleta de 4,5 metros (14,8 pés).

Ontario Traffic Manual OTM – Book 18: Cycling Facilities (Canadá, 2013)¹⁵⁰

Este volume pertence a série de publicações chamada de Manual de Tráfego de Ontário – OTM, editado pelo Ministério de Transporte da província, sendo referência para a aplicação de medidas de engenharia de tráfego e de controle. O propósito do manual é fornecer orientações práticas e detalhadas de planejamento, projeto, implantação, operação e manutenção para a infraestrutura de Ontário.

O manual apresenta, na sua Tabela 1.1, um resumo do código de trânsito de Ontário (*Highway Traffic Act* – HTA) com regras específicas para o trânsito de bicicletas. O HTA define a bicicleta (inclusive as elétricas assistidas) como um veículo.

A seção 1.5 do manual discute questões de segurança viária dos ciclistas, respondendo a sete questões que são consideradas mitos como, por exemplo, de que é desejável que o ciclista pedale pelas calçadas ou de que é mais seguro pedalar em sentido contrário ao fluxo de tráfego.

¹⁴⁹ TRANSPORTATION Association of Canada (TAC), Manual of Uniform Traffic Control Devices for Canada apud Operational Guidance for Bicycle-Specific Traffic Signals in The United (2013). Canadá, 2008.

¹⁵⁰ MINISTRY of Transportation of Ontario (MTO). Ontario Traffic Manual - Book 18 (Cycling Facilities). 2013.

A seção 5.8 do manual traz informações detalhadas de projetos de semaforização e sinalização horizontal para ciclistas em áreas próximas à interseção. São mostrados exemplos de sinalização semaforizada para ciclistas com uso de grupos focais circulares com três focos e aplicação de pictogramas nas lentes.

Ontario Traffic Manual OTM – Book 12A: Bicycle Traffic Signals Guide (Canadá, 2018)¹⁵¹

Este volume traz informações operacionais detalhadas sobre os semáforos para ciclistas, e complementa as recomendações de projeto dos volumes 12 – Semáforos de Tráfego e 18 – Infraestrutura Ciclovial do OTM.

O volume apresenta capítulos dedicados a aspectos de legislação relevantes para ciclistas no HTA, estudos detalhados de temporização semaforizada, recursos de implantação para diferenciar o grupo focal de ciclistas do veicular, programação de fases específicas para ciclistas, critérios de decisão para implantação e sistema de detecção de bicicletas.

O volume apresenta diversos exemplos de projetos de interseções semaforizadas com diferentes soluções de tratamento para ciclistas e ilustra com foto os projetos implantados.

O modelo de grupo focal de pedestres apresentado na Figura 158 foi aprovado pelas normas de Ontario em janeiro de 2017, sendo inicialmente adotado por Quebec, no Canadá.

O HTA estabelece que, quando utilizado, deve haver obrigatoriamente pelo menos um grupo focal para ciclistas em cada aproximação da interseção, localizado após o cruzamento e é permitida a instalação de um foco antecipado adicional.



Figura 158: Grupo focal com pictogramas. [Fonte: OTC, 2018]

¹⁵¹ MINISTRY of Transportation of Ontario (MTO). Ontario Traffic Manual – Book 12A - Bicycle Traffic Signals Guide. 2018.

Complete Streets Design and Construction Standards – City of Edmonton (Canadá, 2018)¹⁵²

Trata-se de um manual de desenho urbano com padrões e referência para o planejamento, projeto e construção de vias urbanas da cidade de Edmonton.

O manual possui capítulos bastante extensos sobre ciclovias e interseções urbanas e, ao mencionar os semáforos para ciclista afirma que as cores indicativas são vermelho, amarelo e verde com o pictograma de bicicleta (Figura 159). Para mais detalhes, remete à consulta ao MUTCD-C e ao *Traffic Signal Guidelines for Bicycles* da TAC.



Figura 159: Grupo focal de bicicletas. [Fonte: CSDCS, 2018]

Pedestrian and Bicycle Facility Design Guidance – Region of Peel (Canadá, sem data)¹⁵³

O guia de projetos para pedestres e bicicletas da Região de Peel traz orientações práticas para a instalação de infraestrutura para os modos ativos, bem como exemplos de tratamento para redes desses modos, como ilustra a Figura 160.



Figura 160: Exemplo de travessia com grupo focal para ciclistas. [Fonte: PBFDG]

O guia faz uma revisão de diretrizes do Canadá, EUA, alguns países da Europa e Austrália, indicando resumidamente as referências em quadros para que se possa consultar diferentes tópicos visando a elaboração de projetos para pedestres e ciclistas.

O guia menciona, por exemplo, a recomendação do TAC para uso de grupo focal específico para ciclistas, distante no máximo de 30 m da linha de retenção e que outros três manuais fornecem orientações sobre grupos focais destinados aos ciclistas.

¹⁵² EDMONTON (Cidade). Complete Streets Design and Construction Standards. 2018.

¹⁵³ PEEL, Região. Pedestrian and Bicycle Facility Design Guidance.

Active Transportation Design Guide – British Columbia (Canadá, 2019)¹⁵⁴

O *Active Transportation Design Guide* da Columbia Britânica é um guia extenso e bastante ilustrado para o planejamento e projeto de infraestrutura de modos ativos. O guia de projeto é organizado em nove seções abrangentes, cada uma contendo tópicos detalhados sobre o tema abordado, sendo o conceito da acessibilidade universal uma das diretrizes para a elaboração dos projetos. Ao longo do guia são apresentados vários estudos de casos locais, nacionais e internacionais com exemplos de boas práticas de instalações e programas de transporte ativo. Também são apresentadas referências bibliográficas de pesquisas relevantes e recentes sobre os temas abordados.

O guia dedica um capítulo específico para interseções e cruzamentos com pedestres e ciclistas, com orientações gerais de projeto para os cruzamentos, incluindo princípios e considerações de projeto e diferentes tipos e controles para os cruzamentos. São também abordadas discussões gerais de parâmetros de projetos, campo visual dos usuários, raios de giro dos cruzamentos e critérios de sinalização.

Os três modos de controle de travessias para os modos ativos mencionados no Guia, são:

- a) sem nenhum tipo de controle;
- b) por meio de placas PARE e “Dê a Preferência”;
- c) uso de semáforos.

O deslocamento de ciclistas pelas interseções semaforizadas, por sua vez, pode ser controlado por meio de grupos semafóricos veiculares, específicos para ciclistas ou de pedestres, sendo este último com indicação complementar para o ciclista.

Os semáforos específicos para ciclistas são dispositivos de três cores, em formato circular com pictograma de bicicleta nos focos, e opcionalmente identificados com uma placa complementar na coluna do grupo focal.

As lentes do grupo focal para ciclistas podem ser de 200 mm e 300 mm, sendo que o foco de 300 mm é o mais utilizado.

A locação do grupo focal geralmente é realizada do lado oposto da interseção, com afastamento lateral de 1,5 m da borda da ciclovia. Recomenda o uso em conjunto com a infraestrutura existente sempre que possível, para reduzir o número de colunas necessárias na interseção. O guia recomenda utilizar o grupo focal de 300 mm para o lado oposto da interseção e um foco de 100 mm na aproximação, de forma adicional/suplementar, com vão livre do solo de 1,2 m a 2,5 m.

A Figura 161, apresenta um exemplo de locação de grupos semafóricos para o tráfego geral e ciclistas.

As indicações de semáforos para ciclistas, ao longo de um corredor, devem ser consistentes e o mais uniformes possível

Os focos semafóricos do tráfego geral ou para ciclistas devem ser visíveis ao ciclista que se aproxima de uma interseção. Pelo menos um grupo focal deve ser visível, no mínimo, 30 m antes da linha de retenção com base em uma distância de visibilidade de parada para um ciclista que se desloca a 25 km/h.

¹⁵⁴ BRITISH Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure (Província de Colúmbia Britânica). British Columbia Active Transportation Design Guide - 2019 Edition.

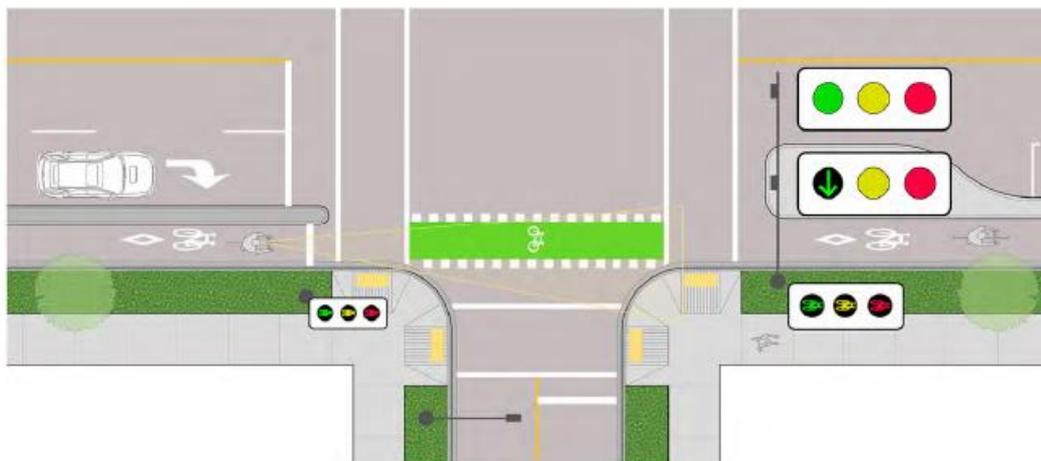


Figura 161: Exemplo de locação de grupos focais geral e para ciclistas. [Fonte: ATCD, 2019]

Atualmente a legislação veicular da Columbia Britânica (*B.C. Motor Vehicle Act*) não reconhece os semáforos para ciclistas como dispositivos de controle de tráfego e, como tal, não têm significado legal nos termos da legislação em vigor. Este tipo de sinalização não pode, tampouco, ser utilizado nas rodovias sob jurisdição dessa província canadense.

Collection of Cycle Concepts (Dinamarca, 2012)¹⁵⁵

O *Collection of Cycle Concepts* é uma publicação estratégica para a divulgação das boas práticas do ciclismo na Dinamarca. Apresenta dados abrangentes divididos por temas como rede cicloviária, comparativos de custo/benefício do deslocamento por meio de automóveis e bicicletas, campanhas de divulgação, relação entre saúde e ciclismo, projeto de infraestrutura para bicicletas, estacionamento para bicicletas, dentre outros temas.



Figura 162: Travessia semaforizada em Copenhague com antecipação do verde de bicicleta. [Fonte: CCC, 2012]

O manual apresenta exemplos de interseções semaforizadas como o da Figura 162, ilustrando o tempo de verde antecipado para ciclistas, grupo focal circular, três focos destinados ao movimento de bicicletas e sinal indicativo de que o foco é para ciclistas.

¹⁵⁵ ANDERSEN, Troels et al. *Collection of Cycle Concepts*. Cycling Embassy of Denmark. 2012

Manual on Uniform Traffic Control Devices MUTCD - FHWA (EUA, 2009)¹⁵⁶

Este manual apresenta duas referências específicas sobre semáforos para ciclistas. A primeira, na seção 4D.07 – Tamanho das Indicações Semafóricas Veiculares, em que é indicado o uso de foco circular de 8 pol. (200 mm) com “único propósito de controlar uma ciclovia ou um movimento de bicicleta”. Não há, porém, detalhes complementares sobre tais focos, como o uso de pictograma ou sua disposição na via.

A segunda menção, na Seção 9D.02 - Operações Semafóricas para Bicicletas, estabelece que, em instalações onde os focos semafóricos têm visibilidade limitada, estes devem ser ajustados de tal forma que os ciclistas possam ver as indicações luminosas a eles destinadas. Caso estes focos semafóricos não possam ser posicionados para atender aos ciclistas devem ser providenciados focos específicos.

O manual afirma ainda que nas ciclovias a programação e atuação do semáforo devem ser revisados e ajustados para considerar as necessidades dos ciclistas.

Urban Bikeway Design Guide – NACTO (EUA, 2011)¹⁵⁷

O manual da NACTO para projeto de ciclovias urbanas apresenta um capítulo específico para semáforo de ciclistas, no qual identifica recursos obrigatórios, recomendados e opcionais relacionados a estes dispositivos.

Como recursos obrigatórios são:

- Clara visibilidade dos focos para os ciclistas que se aproximam da interseção;
- Instalação de detectores atuados para bicicletas caso não haja fase específica para os ciclistas em todos os ciclos;
- Tempo de limpeza do cruzamento adequado para que os ciclistas que entram no cruzamento durante a fase verde possam atravessá-lo antes que os movimentos conflitantes recebam a indicação verde;
- Conversão veicular à direita proibida no vermelho se o semáforo para ciclista permitir fases distintas para o movimento em frente do ciclista e conversão à direita do veículo motorizado;
- Focos para ciclista são preferíveis à instalação de placas instruindo o ciclista a usar os focos de pedestres. Embora orientar os ciclistas a usar os focos de pedestre seja uma opção de menor custo, a duração do intervalo de liberação de pedestres (normalmente calculados a partir da velocidade de 1,07 m/s ou 3,5 pés/s) geralmente é inapropriado para ciclistas. O resultado é que os ciclistas que se aproximam da travessia têm pouca



Figura 163: Travessia semaforizada de ciclistas em Tucson, EUA.
[Fonte: NACTO, 2011]

¹⁵⁶ MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways). Ed. 2009, rev. 2012.

¹⁵⁷ NACTO - National Association of City Transportation Officials. Urban Bikeway Design Guide – Bicycle Signal Heads. 2011.

informação de quando é seguro e permitido iniciar o movimento.

O manual informa que nos EUA os grupos focais para ciclistas tipicamente utilizam três lentes, verde, amarelo e vermelho, como o da Figura 163, onde se veem focos circulares, todos com pictograma.

California MUTCD – Caltrans (EUA, 2012)¹⁵⁸

O MUTCD da Califórnia determina condições para a instalação de semáforo para ciclistas: o volume mínimo de cinquenta ciclistas na hora-pico; a ocorrência de duas ou mais colisões entre bicicleta e veículo automotor no período de doze meses; e geometria em que haja conexão de vias ou permissão de movimento proibido para veículos.

Para controlar o movimento de bicicletas, o MUTCD da Califórnia estabelece a obrigatoriedade do uso de focos nas cores vermelho, amarelo e verde com pictograma de bicicleta em lentes circulares de 8 pol. (200 mm).

A Figura 164 apresenta um modelo de grupo focal semafórico de bicicleta, com pictograma de bicicleta virado para esquerda.



Figura 164: Grupo focal para bicicletas. [Fonte: California MUTCD, 2012]

Operational Guidance for Bicycle-Specific Traffic Signals in The United States – (EUA – 2013)¹⁵⁹

O relatório de Oregon é composto de duas fases: 1) síntese da prática e 2) análise das características de desempenho do ciclista. A síntese da prática atual faz uma revisão da literatura, projetos de engenharia e documentos de orientação operacional, e pesquisa junto a jurisdições nos EUA e Canadá sobre o estado da prática do uso de semáforos para ciclistas. Algumas das referências mencionadas neste item do Boletim foram transcritas do Apêndice A da publicação do Oregon. A análise de desempenho resume resultados de uma pesquisa comportamental de ciclistas em interseções sinalizadas em várias cidades no estado do Oregon, obtidas por meio de filmagens. Graças a essas observações foram determinados dados de desempenho (aceleração, velocidade de cruzeiro e tempo de reação), desmanche de filas de ciclistas na retenção e índice de obediência ao semáforo.

Uma pesquisa de legislação sobre indicação luminosa de semáforos para ciclistas foi feita para o Oregon e Califórnia. Os requisitos de obediência para o sinal amarelo de bicicleta na legislação do



Figura 165: Travessia de ciclistas acompanhando o movimento dos pedestres em Portland. [Fonte: FHWA, 2013]

¹⁵⁸ MUTCD-C apud Oregon Department of Transportation, Operational Guidance for Bicycle-Specific Traffic Signals in The United States. 2013.

¹⁵⁹ OREGON Department of Transportation e Federal Highway Administration (FHWA). Operational Guidance for Bicycle-Specific Traffic Signals in The United States. 2013

Oregon podem levar o ciclista a uma zona de dilema. O relatório, no entanto, informa que a potencial existência de zonas de dilema para ciclistas não é discutida na literatura pesquisada.

A Figura 165 ilustra um exemplo de interseção semaforizada apresentada no relatório, exibindo grupos focais com três focos circulares para ciclistas.

Bike Intersection Design – Seattle (EUA – 2017)¹⁶⁰

O guia de projetos de interseções para bicicleta da cidade de Seattle apresenta diretrizes para projeto geométrico de diversos tipos de aproximação e movimentos de bicicletas.

Apresenta também um capítulo sobre tratamentos complementares para interseções de vias com bicicletas, como detectores, semáforos, forma de temporização e sinalização de advertência.

Com relação à semaforização, é apresentada a Figura 166, com o detalhe sobre o foco semafórico com três focos circulares com pictogramas, afirmando tratar-se de “um semáforo de tráfego que exhibe sinais (sinalização vertical) de bicicleta destinados a fornecer orientação aos ciclistas”. São apresentadas também recomendações e padrões de projeto para a implantação desses semáforos.



*Figura 166: Semáforo para ciclistas com sinalização vertical.
[Fonte: BID, 2017]*

Design Manual for Bicycle Traffic - CROW (Holanda, 2017)¹⁶¹

O *CROW Design Manual for Bicycle Traffic* traz uma abordagem mais qualitativa do que os manuais americanos e canadenses nas recomendações para a infraestrutura cicloviária. Todas as discussões de medidas de tráfego concentram-se em cinco princípios para uma infraestrutura mais favorável à bicicleta: atratividade, conforto, clareza, segurança e coesão. Para os semáforos, os dois princípios aplicáveis são a clareza e o conforto. Nos cruzamentos, tanto a clareza quanto o conforto lidam com o atraso do ciclista, que é dividido em probabilidade de parar e o tempo de espera uma vez parado. A probabilidade do tempo parado/em movimento e tempo de espera são considerados altamente significativos na avaliação da qualidade de uma travessia de bicicleta. Uma premissa básica do manual é a de que os ciclistas devem parar o menos possível durante os deslocamentos. Para o manual, um tempo médio de espera de menos de doze segundos é considerado bom, com um tempo absoluto máximo de espera de noventa segundos em áreas urbanas.

¹⁶⁰ SEATTLE (Cidade). Seattle Right-of-Way Improvements Manual - Bike Intersection Design. 2017.

¹⁶¹ CROW. Design Manual for Bicycle Traffic apud Oregon Department of Transportation, Operational Guidance for Bicycle-Specific Traffic Signals in The United States. 2013.

Embora o manual não trate diretamente das recomendações para a instalação de semáforo, a segurança para os ciclistas é citada como um importante fator a ser considerado para a implantação de qualquer tipo de semáforo, especialmente em locais onde a velocidade e/ou volume de tráfego é suficientemente alto para impedir que os ciclistas cruzem uma interseção. Outra justificativa para a implantação de semáforos é o de manter o fluxo de bicicletas, principalmente quando é preciso enfatizar a prioridade dos ciclistas.



Figura 167: Configuração de semáforo em Amsterdã.
[Fonte: Google Maps, 2019]

Traffic Signs Manual – Chapter 6 – Traffic Control (Reino Unido, 2019)¹⁶²

O manual de sinalização de tráfego do Reino Unido traz uma seção específica com orientações para projeto e instalação de semáforo para ciclistas em cruzamentos.

O manual prescreve dois tipos de grupo focal para uso exclusivo de ciclistas, ambos com três focos circulares, lentes de 200 mm, sendo o foco vermelho com ou sem pictograma, conforme Figura 168. O manual menciona que em locais onde a obediência ao semáforo vermelho é problemática, o foco vermelho com pictograma pode reforçar a mensagem PARE para os ciclistas.

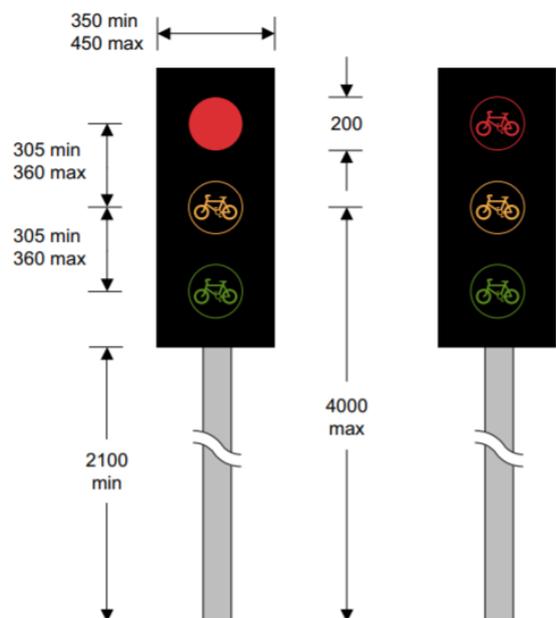


Figura 168: Alternativas de grupos focais altos.
[Fonte: TSM, 2019]

¹⁶² DEPARTMENT for Transport. Traffic Signs Manual – Chapter 6.2019.

Os grupos focais de altura baixa para ciclistas, com lentes de 100 mm de diâmetro, são especificados em dois modelos, conforme a Figura 168.

A legislação permite que os grupos focais de altura baixa sejam usados para as seguintes situações:

- a) Como sinalização própria para movimentos segregados de bicicletas;
- b) Como semáforo repetidor montado no mesmo suporte de um semáforo veicular convencional;
- c) Como semáforo repetidor montado no mesmo suporte do grupo focal para ciclistas (Figura 170); ou
- d) Com a função de liberar antecipadamente o ciclista, montado no mesmo suporte do semáforo de veicular convencional (Figura 171). Nestes casos também é implantada uma linha de retenção avançada (ASL – *Advanced Stop Line*) para os ciclistas.

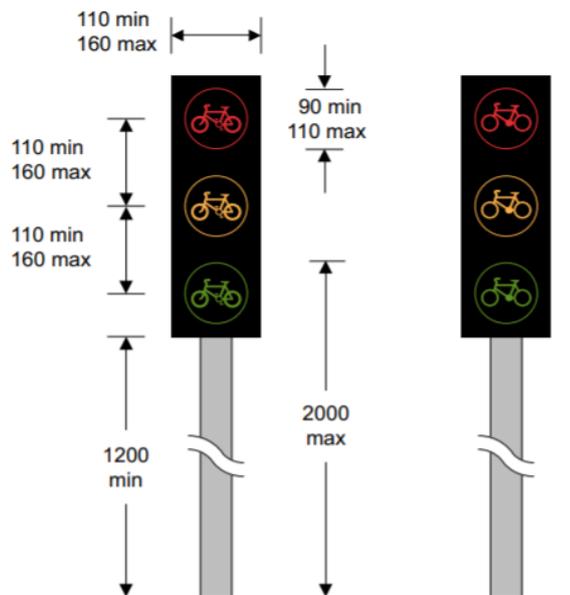


Figura 169: Alternativas de grupos focais baixos. [Fonte: TSM, 2019]

A Figura 170 ilustra um exemplo de grupo focal veicular convencional e grupo focal de altura baixa para ciclistas instalados na mesma coluna. Não dá prioridade no tempo aos ciclistas, mas quando usado com uma linha de retenção avançada os focos disponibilizam mais informações no momento que estão tomando decisões, o que pode ser útil.

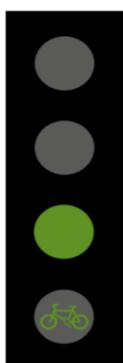


Figura 171: Grupo focal com antecipação de fase verde para ciclistas. [Fonte: TSM, 2019]

A Figura 171 ilustra o foco verde adicional que pode ser usado no conjunto dos grupos focais de altura baixa ou como uma alternativa para dar prioridade aos ciclistas, por meio de sua liberação antecipada, dando alguns segundos de vantagem antes do fluxo principal que faz a conversão (v. *Leading Bicycle Interval* – LBI, item 2.3.1.3).

O foco de antecipação de verde para o ciclista pode ser montado abaixo do verde veicular, ou à sua direita, ou à sua esquerda.

Para maior ganho de benefícios do estágio prioritário, o foco adicional deve ser utilizado juntamente com o avanço da linha de retenção para permitir que os ciclistas se posicionem a frente do tráfego geral.

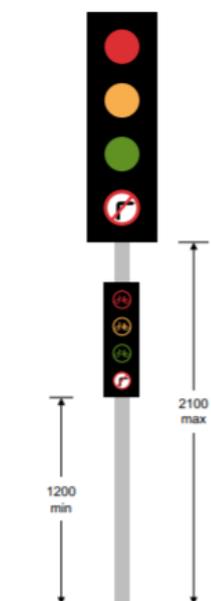


Figura 170: Diagrama de grupos focais alto e baixo. [Fonte: TSM, 2019]

A Figura 172 ilustra o modelo de foco semafórico de travessia de pedestres e ciclistas com o sistema toucan. Neste tipo de travessia, o pedestre e o ciclista compartilham a travessia, que é geralmente mais larga do que as travessias padrão. Na fase verde se acendem os focos de pedestre e ciclista simultaneamente, e na fase vermelha da travessia o foco do ciclista permanece apagado.

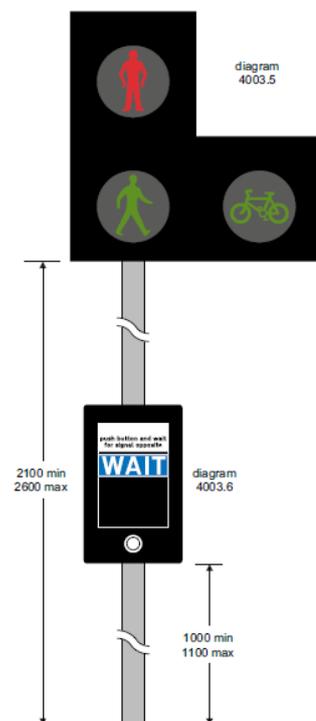


Figura 172: Diagrama de travessia toucan. [Fonte: TSM, 2019]

Convention on Road Signs and Signals - (ONU, 1968)¹⁶³

A Convenção sobre Sinalização e Semaforização Viária, ocorrida em novembro de 1968 na cidade de Viena, Áustria, é um acordo internacional multilateral que teve por objetivo facilitar o trânsito internacional e aumentar a segurança nas rodovias por meio de uma uniformização dos sinais, símbolos e marcações rodoviárias.

Atualmente 80 países constam da relação de participantes da Convenção das Nações, sendo que todos os países da União Europeia são signatários. Porém os Estados Unidos não participam do acordo.

O semáforo destinado aos ciclistas é mencionado no item 13 do Artigo 23, no Capítulo III, que trata dos focos semáforos para tráfego veicular. A Convenção estabeleceu que quando os focos semafóricos são destinados somente aos ciclistas, se necessário e para evitar confusão, pode ser incluído um pictograma de bicicleta no próprio semáforo ou com uma pequena placa de sinalização suplementar quadrada exibindo uma bicicleta (mais detalhes no item 1.2).

O item 7 do mesmo artigo estabelece que os semáforos não intermitentes com três cores (vermelho, amarelo e verde, item 2) ou duas cores (provisório com verde e vermelho, item 3) devem ser circulares. Não há referências quanto ao tamanho dos focos semafóricos.

¹⁶³ CONVENÇÃO de Viena sobre Sinalização Viária – Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (ECOSOC) – Organização das Nações Unidas. 1968.

Signs and Signals for Cyclists and Pedestrians (UNECE/OMS, 2014)

O estudo do Cerema¹⁶⁴ desenvolvido para o Programa Pan-Europeu para Transporte, Saúde e Meio Ambiente (THE PEP), estabelecido pela Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE) e o Escritório Regional para a Europa da Organização Mundial de Saúde (OMS), fez um levantamento de regras, regulamentações e legislação existentes, bem como as melhores práticas de sinalização para ciclistas e pedestres em áreas urbanas e suburbanas de 13 países. As regulamentações de sinalização e semaforização estabelecida pela Convenção de Viena são a base comum entre todos os países analisados, com exceção dos Estados Unidos.

O estudo menciona que na maioria dos países existem semáforos de três focos para rotas exclusivas para ciclistas, mas não informa mais detalhes, apresentando apenas dois exemplos de configuração de grupo focal da Figura 173.

O estudo informa ainda que em países como a Holanda, França, Bélgica, Estados Unidos (exceto Nova York), Canadá (exceto Montreal) e parte da Austrália é permitida a conversão de bicicletas à direita (ou à esquerda em vias com sistema de mão inglesa) durante a fase veicular vermelha.

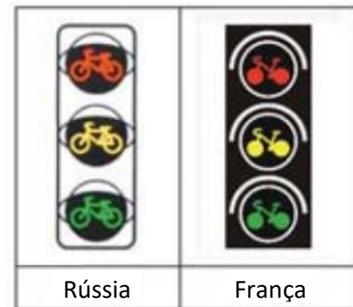


Figura 173: Grupos focais de ciclista. [Fonte: CEREMA, 2014]

Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière – 6ème Partie: Feux De Circulation Permanentes, (França, 1991; rev. 2013)¹⁶⁵

A legislação francesa regulamenta grupos focais específicos destinados aos modos bicicleta e ônibus. São compostos de três focos (vermelho, amarelo e verde), cada um deles com o mesmo pictograma do modo regulamentado. De acordo com a legislação, o foco verde pode ser substituído por um foco amarelo intermitente. Não são mencionadas dimensões para o foco na legislação. Exemplo de semáforos modais são apresentados na Figura 174.

A legislação francesa também apresenta grupos focais compostos, com indicação luminosa de direito de passagem para o tráfego geral e modo específico, conforme descritos a seguir.

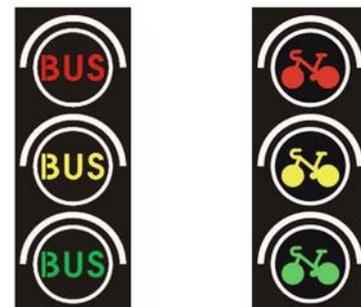


Figura 174: Grupos focais modais para ônibus e bicicleta. [Fonte: SÉCURITÉ Routière Tous Responsable]

- Grupo focal com antecipação modal: grupo focal regular com um foco adicional, acoplado ao lado do foco verde, com luz amarela piscante com pictograma para o direito de passagem destinado ao modo específico (Figura 175 – esq.).
- Grupo focal com autorização condicional para bicicletas: grupo focal regular com foco adicional, acoplado ao lado do foco verde, com luz amarela piscante e dois pictogramas, de bicicleta e seta. No estágio do vermelho veicular é permitido às bicicletas prosseguir apenas no sentido do movimento indicado pela seta (em frente ou à direita, Figura 175 – dir.).

¹⁶⁴ CEREMA (Center for Expertise and Engineering on Risks, Urban and Country Planning, Environment and Mobility). Signs and signals for cyclists and pedestrians – Comparison of rules and practices in 13 countries. 2014.

¹⁶⁵ SÉCURITÉ Routière Tous Responsable. Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière - 6ème Partie: Feux de circulation permanents. França, mar. 2013.



Figura 175: Exemplos de grupo focal com modo antecipado para bicicleta e ônibus (esq.) e grupo focal com autorização condicional para bicicletas. [Fonte: SÉCURITÉ Routière Tous Responsable]

Cerema Colletion Références - Fiche nº 13 (França, 2016)¹⁶⁶

Placas de sinalização triangulares instaladas nos grupos semafóricos de dois ou três focos também são utilizadas para permitir o direito de passagem de ciclistas quando o estágio veicular está no vermelho. Entre os 2012 a 2015, somente os movimentos em frente ou conversão à direita eram permitidos. A partir de 2015 outros movimentos, como conversão à esquerda e compostos também foram autorizados.

A Figura 176 ilustra exemplos deste tipo de sinalização e seu uso em conjunto com focos semafóricos específicos de ônibus, ciclistas e pedestres (mais detalhes no item 2.3.1.7).

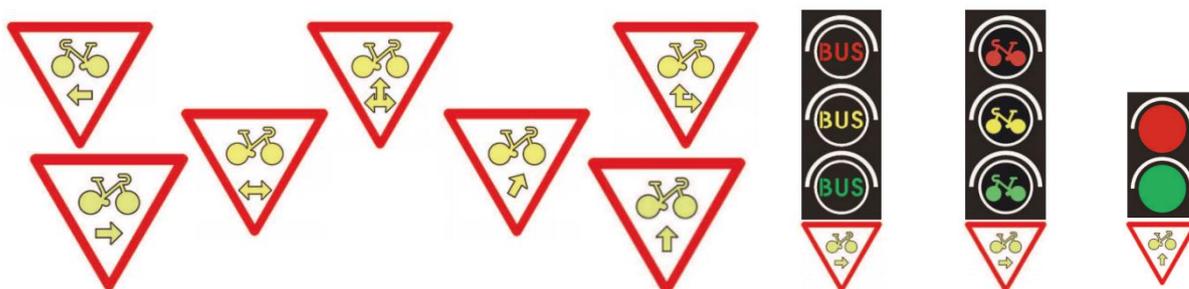


Figura 176: Exemplos de placas de sinalização triangulares e seu uso com grupos focais específicos de ônibus, ciclistas e pedestres. [Fonte: CEREMA, 2016]

¹⁶⁶ CEREMA (Center for Expertise and Engineering on Risks, Urban and Country Planning, Environment and Mobility). Extension du domaine d'emploi du «cédez-le-passage cycliste au feu rouge». 2016.

4. PESQUISA INTERNACIONAL — GRUPO FOCAL DE CICLISTAS NO MUNDO

O uso de bicicletas nas grandes cidades brasileiras como importante meio de deslocamento tem se intensificado nos últimos anos. Porém, em diversas cidades do mundo este modo já está consagrado há várias décadas. Por isso, é importante conhecer as soluções adotadas nessas cidades, de forma a aprender com sua experiência, seus erros e seus acertos. Para isso, foi realizada uma pesquisa envolvendo muitas cidades do mundo, observando as características de sua infraestrutura cicloviária, especialmente no que diz respeito a semáforos voltados a ciclistas.

Primeiramente, foi preciso estabelecer quais cidades deveriam ser incluídas na pesquisa. Consultando várias páginas especializadas na internet, foram encontradas duas fontes com dados bastante abrangentes:

- **Coya**¹⁶⁷. Seguradora alemã especializada na cobertura de acidentes e furtos envolvendo ciclistas. A empresa reuniu uma equipe de engenheiros, cientistas de dados e profissionais de seguros que chegaram, em 2019, a um índice com as noventa principais cidades globais em relação ao uso de bicicletas. Para a elaboração do índice, o grupo utilizou uma fórmula com diversos parâmetros, como a porcentagem de uso da bicicleta nos deslocamentos diários, as taxas de acidentes e de furtos, a qualidade e extensão das ciclovias etc.
- **Scanmovers**¹⁶⁸. Plataforma holandesa de comparação entre empresas de mudança que auxilia a preparação de mudanças, incluindo informações sobre a cidade destino, como o uso de bicicletas como meio de deslocamento. Para a elaboração de um índice de cem cidades, a empresa utilizou fórmulas com diversos parâmetros, como quantidade e extensão das ciclovias, compartilhamento de bicicletas, apoio governamental, número de fatalidades etc. A lista foi elaborada em 2019, mas como as fontes têm diversas origens, os dados coletados podem ser de anos diferentes.

Além das páginas da Coya e Scanmovers, outras fontes¹⁶⁹ também foram consultadas, cujas cidades já constavam das duas listas. Excluindo-se as cidades em comum, as duas listas totalizam 132 cidades.

Uma vez definidas as 132 cidades, iniciamos a pesquisa propriamente dita, que consistiu num levantamento fotográfico contendo várias interseções com ciclovias/ciclofaixas onde fosse possível identificar as soluções adotadas nestas interseções com relação ao ciclista. Para isso, foram usadas principalmente as ferramentas Google Street View e Mapillary. As informações sobre a localização das ciclovias ou ciclofaixas foram obtidas no Google Maps e no OpenCycleMap. Sempre que possível, foram localizados vários pontos de forma a se estabelecer qual a solução mais frequente, já que nem sempre há uma padronização de equipamentos dentro de uma mesma cidade. De modo geral, as fotos obtidas são

¹⁶⁷ Critérios para a elaboração da fórmula e a relação completa das 90 cidades em COYA e metodologia de cálculo na versão em alemão.

¹⁶⁸ Lista de 100 cidades, parâmetros utilizados e metodologia de cálculo em SCANMOVERS.

¹⁶⁹ Outras páginas consultadas:

<https://www.cyc-lok.ie/top-10-list-of-the-most-bike-friendly-cities-in-the-world/>

<https://www.fastcompany.com/90367664/these-are-the-20-best-cities-for-biking-in-the-world>

<https://www.weforum.org/agenda/2019/06/these-are-the-world-s-best-cities-to-be-a-cyclist/>

<https://www.travelchannel.com/interests/outdoors-and-adventure/photos/top-cycling-cities-in-the-us>

recentes, entre 2017 e 2020.

Algumas cidades, porém, foram excluídas devido à dificuldade na obtenção de informações e imagens: Cairo, Nova Déli e Bombaim ainda não foram mapeadas pelo Google e têm poucas imagens no Mapillary. Também não foi possível obter imagens de ciclovias das cidades de Casablanca, Nairóbi, Jacarta, Lagos, Hanói e Vientiane, pois, embora sejam cobertas pelo Google, não foi possível localizar nenhuma ciclovias, reduzindo a lista para 123 cidades.

Apesar de as cidades da China não serem mapeadas pelo Google, conseguimos obter imagens por pesquisa fotográfica na internet. Embora a rede cicloviária seja pequena, foi possível obter dados de Singapura, Atenas, Tbilisi e Bangkok. Assim, mesmo com dados escassos, estas cidades foram mantidas na pesquisa.

Outras listas foram acrescentadas, como a do Travel Channel¹⁷⁰, canal de TV a cabo especializado em viagens, mas focada apenas em cidades americanas, além de outras cidades do Brasil e do resto do mundo que julgamos importante incluir. Com isso, chegamos a uma lista final de **150 cidades**. Estas cidades representam 55 países, sendo 82 na Europa¹⁷¹, 30 na América do Norte, 15 na Ásia, 14 na América do Sul, cinco na Oceania, três na África e uma na América Central. As regiões metropolitanas destas cidades somam mais de **1,4 bilhão de pessoas**, ou quase um terço da população urbana do mundo.

O relatório fotográfico completo encontra-se no **Anexo A** deste boletim.

¹⁷⁰ Top 13 Cycling Cities in the US: <https://www.travelchannel.com/interests/outdoors-and-adventure/photos/top-cycling-cities-in-the-us>.

¹⁷¹ No caso de países transcontinentais, como Rússia, Turquia e Geórgia, o continente considerado foi aquele onde se encontra a cidade em questão. No caso da cidade transcontinental de Istambul, foi considerado o continente onde se encontra a parte mais populosa e importante da cidade. Portanto, as cidades de Moscou, São Petersburgo, Tbilisi e Istambul foram todas consideradas europeias.

Tabela 27: Relação de cidades utilizadas na pesquisa.

Cidade	País	Cidade	País	Cidade	País
Aarhus	Dinamarca	Fortaleza	Brasil	Nova York	Estados Unidos
Amsterdã	Holanda	Frankfurt	Alemanha	Nuremberg	Alemanha
Antuérpia	Bélgica	Genebra	Suíça	Odense	Dinamarca
Atenas	Grécia	Glasgow	Reino Unido	Osaka	Japão
Auckland	Nova Zelândia	Gotemburgo	Suécia	Oslo	Noruega
Austin	Estados Unidos	Groningen	Holanda	Ottawa	Canadá
Bangkok	Tailândia	Guadalajara	México	Paris	França
Barcelona	Espanha	Haia	Holanda	Pequim	China
Belgrado	Sérvia	Hamburgo	Alemanha	Phoenix	Estados Unidos
Belo Horizonte	Brasil	Hangzhou	China	Portland	Estados Unidos
Berlim	Alemanha	Hannover	Alemanha	Porto	Portugal
Berna	Suíça	Helsinki	Finlândia	Praga	Rep. Checa
Birmingham	Reino Unido	Hong Kong	China RAE	Reykjavik	Islândia
Bogotá	Colômbia	Houston	Estados Unidos	Riga	Letônia
Bonn	Alemanha	Innsbruck	Áustria	Rio de Janeiro	Brasil
Bordeaux	França	Istambul	Turquia	Roma	Itália
Boston	Estados Unidos	Joanesburgo	África do Sul	Roterdã	Holanda
Boulder	Estados Unidos	Kiev	Ucrânia	Salvador	Brasil
Brasília	Brasil	Kuala Lumpur	Malásia	San Diego	Estados Unidos
Bratislava	Eslováquia	Leeds	Reino Unido	San Francisco	Estados Unidos
Bremen	Alemanha	Leipzig	Alemanha	Santiago	Chile
Bristol	Reino Unido	Lima	Peru	São Paulo	Brasil
Bruxelas	Bélgica	Lisboa	Portugal	São Petersburgo	Rússia
Bucareste	Romênia	Liubliana	Eslovênia	Saragoça	Espanha
Budapeste	Hungria	Liverpool	Reino Unido	Seattle	Estados Unidos
Buenos Aires	Argentina	Londres	Reino Unido	Seul	Coreia do Sul
Cáli	Colômbia	Los Angeles	Estados Unidos	Sevilha	Espanha
Chicago	Estados Unidos	Louisville	Estados Unidos	Shenzhen	China
Cid. da Guatemala	Guatemala	Luxemburgo	Luxemburgo	Singapura	Singapura
Cidade do Cabo	África do Sul	Lyon	França	Southampton	Reino Unido
Cidade do México	México	Madri	Espanha	Stuttgart	Alemanha
Colônia	Alemanha	Malmö	Suécia	Sydney	Austrália
Copenhague	Dinamarca	Manchester	Reino Unido	Taipé	Taiwan
Córdoba	Argentina	Manila	Filipinas	Tallinn	Estônia
Cracóvia	Polônia	Marrakech	Marrocos	Tbilisi	Geórgia
Curitiba	Brasil	Marselha	França	Tel Aviv	Israel
Dallas	Estados Unidos	Medellín	Colômbia	Tóquio	Japão
Darwin	Austrália	Melbourne	Austrália	Toronto	Canadá
Davis	Estados Unidos	Miami	Estados Unidos	Toulouse	França
Denver	Estados Unidos	Milão	Itália	Tucson	Estados Unidos
Detroit	Estados Unidos	Minneapolis	Estados Unidos	Utrecht	Holanda
Dortmund	Alemanha	Missoula	Estados Unidos	Vancouver	Canadá
Dresden	Alemanha	Montreal	Canadá	Varsóvia	Polônia
Dublin	Irlanda	Moscou	Rússia	Viena	Áustria
Düsseldorf	Alemanha	Munique	Alemanha	Vilna	Lituânia
Edimburgo	Reino Unido	Münster	Alemanha	Washington	Estados Unidos
Edmonton	Canadá	Nagoia	Japão	Wellington	Nova Zelândia
Estocolmo	Suécia	Nantes	França	Xangai	China
Estrasburgo	França	Nápoles	Itália	Zagreb	Croácia
Filadélfia	Estados Unidos	Nice	França	Zurique	Suíça

Comportamento do ciclista

Dependendo da maneira como a estrutura cicloviária foi projetada, é possível distinguir de que forma o ciclista é levado a se comportar diante de uma interseção:

- a) **Com o veículo:** o ciclista segue ao longo da via, junto aos demais veículos, em faixa segregada ou não, e cruza a interseção no mesmo movimento dos veículos motorizados. Caso não haja um semáforo específico, o ciclista deverá obedecer ao mesmo grupo focal dos demais veículos.
- b) **Com o pedestre:** o ciclista segue em faixa demarcada, sobre a calçada ou não, e é levado a atravessar a interseção junto aos pedestres. Caso não haja um semáforo específico, o ciclista deverá obedecer ao mesmo grupo focal dos pedestres¹⁷².

Parâmetros analisados

Com base no levantamento fotográfico (Anexo A), foram analisados os seguintes parâmetros:

- a) **Existência de semáforo de ciclista:** a cidade possui semáforo específico de ciclistas ou são utilizados os semáforos comuns para veículos e pedestres?
- b) **Número de focos do grupo focal de ciclistas:** quantos focos possui cada grupo focal?
- c) **Formato dos focos:** os focos são circulares ou quadrados?
- d) **Pictogramas:** os focos utilizam algum tipo de pictograma?
- e) **Posição do grupo focal:** o grupo focal está antes ou depois da interseção?
- f) **Altura do grupo focal:** a que altura o grupo focal foi posicionado na coluna?
- g) **Tamanho do foco:** o foco é de 100 mm, 200 mm ou 300 mm de diâmetro/lado?
- h) **Compartilhamento de foco:** os pictogramas de ciclista e pedestre compartilham o mesmo foco?

¹⁷² Neste caso, segundo a legislação brasileira, deverá fazê-lo desmontado; esta regra, no entanto, pode não valer em outros países.

4.1. RESULTADOS DA PESQUISA

Conforme explicado, a pesquisa foi dividida entre os ciclistas que são induzidos pelo projeto a se deslocar ora com os veículos motorizados, ora com os pedestres. A seguir os resultados deste levantamento por tipo de movimento:

4.1.1. MOVIMENTO DE CICLISTA COM OS VEÍCULOS

a) Existência de semáforo de ciclista

Foi observado que em diversas cidades não há semáforos específicos para ciclistas, mesmo onde há ciclovias ou ciclofaixas. Além disso, mesmo nas cidades que os adotam, em geral não há um padrão, pois há diversos cruzamentos que contam apenas com os semáforos veiculares comuns ou que usam os semáforos de ciclistas apenas no contrafluxo. Considerando as 150 cidades, obtivemos os seguintes resultados:

- Cidades em que **não foram encontrados semáforos específicos para o ciclista**¹⁷³ (o ciclista segue o mesmo semáforo veicular ou não há ciclistas no movimento veicular): **44** (29,3% da amostra);
- Cidades em que **foram encontrados semáforos específicos para o ciclista**: **106** (70,7% da amostra).

As 106 cidades em que foram encontrados semáforos de ciclistas foram consideradas válidas e serão a base dos resultados dos próximos itens, já que não faria sentido incluir as demais 44.

- **Lista das 106 cidades incluídas** (movimento do ciclista com veículos): Aarhus, Amsterdã, Antuérpia, Auckland, Austin, Barcelona, Berlim, Berna, Bogotá, Bonn, Bordeaux, Boston, Bratislava, Bremen, Bristol, Bruxelas, Bucareste, Budapeste, Buenos Aires, Chicago, Cidade do Cabo, Cidade do México, Colônia, Copenhague, Córdoba, Cracóvia, Davis, Denver, Dortmund, Dresden, Dublin, Düsseldorf, Edmonton, Estocolmo, Estrasburgo, Fortaleza, Frankfurt, Genebra, Glasgow, Gotemburgo, Groningen, Haia, Hamburgo, Hangzhou, Hannover, Helsinki, Houston, Innsbruck, Istambul, Joanesburgo, Kiev, Leeds, Leipzig, Lima, Lisboa, Londres, Los Angeles, Luxemburgo, Lyon, Madri, Malmö, Manchester, Marselha, Medellín, Melbourne, Milão, Minneapolis, Montreal, Moscou, Munique, Münster, Nantes, Nice, Nova York, Nuremberg, Odense, Oslo, Ottawa, Paris, Pequim, Portland, Praga, Riga, Roma, Roterdã, San Francisco, Santiago, São Paulo, Saragoça, Seattle, Southampton, Stuttgart, Sydney, Tallinn, Tel Aviv, Toronto, Toulouse, Utrecht, Vancouver, Varsóvia, Viena, Vilna, Washington, Xangai, Zagreb, Zurique.
- **Lista das 44 cidades excluídas** (movimento do ciclista com veículos): Atenas, Bangkok, Belgrado, Belo Horizonte, Birmingham, Boulder, Brasília, Cáli, Cidade da Guatemala, Curitiba, Dallas, Darwin, Detroit, Edimburgo, Filadélfia, Guadalajara, Hong Kong, Kuala Lumpur, Liubliana, Liverpool, Louisville, Manila, Marrakech, Miami, Missoula, Nagoia, Nápoles, Osaka, Phoenix, Porto, Reykjavik, Rio de Janeiro, Salvador, San Diego, São Petersburgo, Seul, Sevilha, Shenzhen, Singapura, Taipé, Tbilisi, Tóquio, Tucson, Wellington.

¹⁷³ Este resultado não significa que 44 cidades não possuem semáforos específico, mas que não foi possível localizá-los mesmo após exaustiva procura.

Casos particulares:

- **Cidades excluídas da base de dados válidos:**
 - Bangkok: as poucas ciclovias que existiam foram desativadas há alguns anos;
 - Cádi: os ciclistas seguem o grupo focal veicular no fluxo, mas há ciclofaixas no contrafluxo sem um grupo focal específico; há foco de ciclista na travessia com o pedestre;
 - Dallas e Miami: o ciclista segue o grupo focal veicular, mas há uma placa “*Bike Lane*” junto a este;
 - Hong Kong: as ciclovias são segregadas e não têm semáforos; o ciclista é obrigado a desmontar nos cruzamentos;
 - Reykjavik: as ciclovias são segregadas e sem semáforo;
 - Sevilha: não foi localizado movimento de ciclistas junto aos veículos, mas apenas nas travessias de pedestre;
 - Shenzhen, Singapura e Tbilisi o número de ciclovias localizadas foi muito pequeno para se formar uma base de dados consistente;
 - Taipé: a ciclofaixa é desviada para a calçada no cruzamento e o ciclista atravessa com o pedestre.
- **Cidades mantidas na base de dados válidos:**
 - Bucareste, Cidade do Cabo, Leeds, Minneapolis e Southampton: existem grupos focais de ciclista, mas são raros;
 - Copenhague, Munique, Nova York: o ciclista segue o semáforo veicular na maioria dos casos, mas também há grupos focais específicos de ciclista;
 - Madri, Paris e Vancouver: há grupo focal de ciclista apenas no contrafluxo veicular.

b) Número de focos do grupo focal de ciclistas

Quanto ao número de focos em cada grupo focal de ciclistas, fica clara a preferência do projetista internacional pelo uso de **grupos focais com três focos**:

Tabela 28: Número de focos do grupo focal: ciclistas com os veículos.

FOCOS	CIDADES	%
1 foco	1	0,9%
2 focos	15	14,2%
3 focos	88	83,0%
4 focos	1	0,9%
3 ou 4 focos na mesma cidade	1	0,9%

Casos particulares:

- Nas cidades de Hamburgo e Luxemburgo, há grupos focais de ciclistas com três focos, sendo dois focos vermelhos e um verde e também do tipo tradicional, com as três cores.
- Em Viena, são quatro focos, sendo dois vermelhos, um amarelo e um verde.
- Em Xangai há grupos focais com três focos, mas também com dois focos com contador regressivo;
- Em Denver há grupos focais de ciclista verticais e horizontais;
- Em Lima, é usado um único foco de ciclista, que alterna verde e vermelho;
- Em Minneapolis, são usados três focos, mas a sequência é: amarelo intermitente (foco inferior) – amarelo (meio) – vermelho (foco superior);
- Em Hannover, em casos excepcionais, existem quatro focos, sendo dois vermelhos (por exemplo, quando há dois grupos focais lado a lado, sendo um para conversão sem seta no foco – a seta é uma pequena placa).

c) Formato dos focos

Foram identificados dois formatos: circular e quadrado. Os casos em que os focos são circulares montados em caixas quadradas foram considerados circulares. Por simplificação, focos retangulares foram classificados como sendo quadrados. **Na quase totalidade dos casos pesquisados o foco é circular.** Foram localizados focos quadrados apenas em Barcelona e Sydney, além de Moscou, que usa os dois tipos.

Tabela 29: Formato dos focos: ciclistas com os veículos.

Formato	Cidades	%
Circular	103	97,2%
Quadrado	2	1,9%
Circular e quadrado na mesma cidade	1	0,9%

d) Pictogramas

O semáforo deve ser identificado facilmente pelo ciclista, para não ser confundido com semáforos destinados a outros usuários. Por isso, **a maioria dos semáforos possui algum tipo de pictograma**, seja nos próprios focos, seja por meio de informações fixas, como placas ou focos fixos. O foco fixo é um quarto foco, com mesma forma e tamanho dos demais, posicionado acima do foco vermelho; é composto por um pictograma branco de bicicleta sobre um fundo azul permanentemente iluminado (*backlight*). Este tipo de grupo focal pode ser encontrado principalmente nos países escandinavos.

Tabela 30: Pictogramas: ciclistas com os veículos.

Pictogramas	Cidades	%
Sem pictogramas ¹	2	1,9%
Pictograma somente em placa fixa	9	8,5%
Pictogramas em todos os focos	80	75,5%
Dois grupos focais, pictograma apenas no superior ²	3	2,8%
Pictograma em placa fixa ou <i>backlight</i> e também nos focos	11	10,4%
Sem pictogramas, mas com placa nos grupos focais ³	1	0,9%

Obs. 1: a identificação geralmente é feita pelo posicionamento do grupo focal em relação à via (usado em Bristol e Riga);

Obs. 2: São usados dois grupos focais na mesma coluna, geralmente um deles no braço projetado. Pode ser visto em Haia, Roterdã e Xangai (possui pictograma nas conversões);

Obs. 3: Uma placa com pictograma indica que o foco é direcionado ao ciclista.

Casos Particulares:

- Em Nantes e Toulouse, utiliza-se placa triangular acima ou abaixo de grupos focais com ou sem pictogramas nos focos;
- Em cidades americanas e canadenses, são comuns placas com inscrições como “*bike signal*” associadas aos grupos focais;
- Em Manchester, há pictograma somente no foco verde;
- Em Bratislava, é usado foco em negativo, isto é, pictograma preto sobre fundo iluminado.

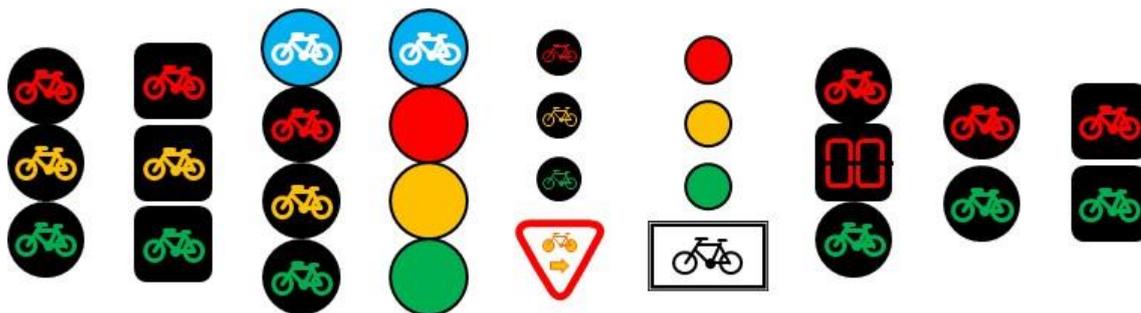


Figura 177: Exemplos de pictogramas destinados aos ciclistas; os focos em azul são fixos (backlight).

e) Posição do grupo focal

A posição do grupo focal em relação à interseção é importante para definir a facilidade com que o ciclista irá perceber o semáforo. Por isso, **na maioria dos casos**, o projetista optou por posicionar o grupo focal **antes da interseção**.

Tabela 31: Posição do grupo focal: ciclistas com os veículos

Posição	Cidades	%
Antes da interseção	68	64,2%
Depois da interseção	26	24,5%
Antes e depois em diferentes cruzamentos ¹	3	2,8%
Antes e depois no mesmo cruzamento	9	8,5%

Obs. 1: Nas cidades de Lima, Medellín e Barcelona foram observados grupos focais de ciclista antes do cruzamento em alguns locais e após em outros.

Casos Particulares:

- Em Portland, existe grupo focal antecipado e posterior quando é proibida a conversão no vermelho;
- Em Moscou, há cruzamentos com grupos focais antecipados e posteriores em ambos os lados da via;
- Em Medellín há grupos focais antecipados, mas em poucos casos;
- Em Lima, há grupos focais antecipados em ciclofaixas e posteriores em ciclovias no canteiro central;
- Em Barcelona, o grupo focal é antecipado quando a trajetória do ciclista intercepta a do pedestre (grupo focal pequeno).

f) Altura do grupo focal

O grupo focal de ciclistas é posicionado em coluna semafórica a uma determinada altura, de acordo com os critérios de visibilidade do local. Consideramos, aqui, como instalação “alta”, aquela em que o grupo focal fica na altura geralmente reservada a grupos focais veiculares, repetidores ou grupos focais de pedestres, isto é, entre 1,7 m e 2,5 m. Já a instalação “baixa” considerada aqui é aquela abaixo da linha dos olhos do ciclista, entre 1,0 m e 1,2 m. Geralmente, os grupos focais baixos são também de menor tamanho. A preferência internacional foi por grupos focais altos, conforme resume a Tabela 32.

Tabela 32: Altura do grupo focal: ciclistas com os veículos.

Altura	Cidades	%
Alto em coluna (1,7 m-2,5 m)	60	56,6%
Baixo em coluna (1,0 m-1,2 m)	28	26,4%
Um alto e um baixo na mesma coluna	7	6,6%
Um alto e um baixo em cruzamentos diferentes	5	4,7%
Um alto na coluna e um no projetado	4	3,8%
Alto, apenas no braço projetado	2	1,9%

Casos Particulares:

- Em Estrasburgo, há grupo focal de ciclista alto apenas no contrafluxo veicular;
- Em Oslo, há tanto grupos focais altos quanto baixos; em alguns casos na mesma coluna, em outros, em colunas separadas, uma de cada lado da via;
- Em Istambul, antigos grupos focais altos e grandes foram substituídos por baixos e pequenos a partir de 2015;
- Em Roterdã, há colunas com grupo focal alto e grande e com pictograma, e também com grupo focal baixo, pequeno e sem pictograma;
- Em Ottawa, há locais com grupos focais na coluna e no projetado, dois grupos focais só na coluna ou dois grupos focais no braço projetado;
- Em Manchester, o grupo focal grande e alto é o mais comum, mas também há baixo e pequeno;
- Em Toronto, há dois grupos focais no braço projetado;
- Em Haia e Tallinn há um grupo focal grande e alto e outro pequeno e baixo na mesma coluna.

g) Tamanho do foco

Os tamanhos de foco são de cerca de 80 mm a 100 mm (pequenos) ou 200 mm (grandes) de diâmetro ou lado. Os focos pequenos geralmente são posicionados na parte baixa da coluna ou em colunas baixas. A **maioria** dos projetistas internacionais optou por **focos de 200 mm**, mas também podemos encontrar de até 300mm.

Tabela 33: Tamanho do foco: ciclistas com os veículos.

Tamanho	Cidades	%
Pequeno (aprox. 80-100 mm)	36	34,0%
Grande (aprox. 200 mm)	56	52,8%
Um grupo focal pequeno e um grande na mesma coluna	6	5,7%
Um grupo focal pequeno e um grande em cruzamentos diferentes	6	5,7%
Dois grupos focais pequenos ¹	1	0,9%
Extra Grande (aprox. 300 mm) ²	1	0,9%

Obs. 1: Um grupo focal na coluna e outro no braço projetado (Copenhague).

Obs. 2: Grupo focal com focos de 300 mm com contador regressivo no foco central em alguns casos (Xangai).

Casos Particulares:

- Em Estrasburgo, há grupo focal de ciclista grande apenas no contrafluxo veicular;
- Em Barcelona, o grupo focal é pequeno quando a trajetória do ciclista intercepta a do pedestre ou quando está no contrafluxo veicular;

- Em Istambul, antigos grupos focais altos e grandes foram substituídos por baixos e pequenos a partir de 2015;
- Em Moscou, geralmente os focos são grandes, mas foi localizado pelo menos um caso de grupo focal pequeno;
- Em Roterdã, há colunas com grupo focal alto e grande e com pictograma, e também com grupo focal baixo, pequeno e sem pictograma;
- Em Manchester, o grupo focal grande e alto é o mais comum, mas também há baixos e pequenos;

4.1.2. MOVIMENTO DE CICLISTA COM O PEDESTRE

a) Existência de semáforo de ciclista:

Foi observado que na maioria das cidades há semáforos específicos para ciclistas na travessia de ruas, tanto lado a lado com o pedestre quanto compartilhando o mesmo grupo focal com pictograma de pedestre e ciclista no mesmo foco. Para as demais cidades, na maioria dos casos o ciclista segue o mesmo grupo focal do pedestre. Considerando a relação de 150 cidades, obtivemos os seguintes resultados:

- Cidades em que **não foram localizados semáforos específicos para o ciclista** (onde o ciclista atravessa com o pedestre): **41** (27,3%)
- Cidades em que **foram localizados semáforos específicos para o ciclista**: **109** (72,7%)

As 109 cidades em que foram encontrados semáforos de ciclistas foram consideradas válidas e serão a base dos resultados dos próximos itens, já que não faria sentido incluir as demais 41.

- **Lista das 109 cidades incluídas** (movimento do ciclista com pedestre): Aarhus, Amsterdã, Antuérpia, Auckland, Austin, Barcelona, Berlim, Berna, Birmingham, Bonn, Bordeaux, Boston, Bratislava, Bremen, Bristol, Bruxelas, Bucareste, Budapeste, Buenos Aires, Cáli, Chicago, Cidade da Guatemala, Cidade do Cabo, Colônia, Copenhague, Cracóvia, Darwin, Davis, Denver, Dortmund, Dresden, Dublin, Düsseldorf, Edimburgo, Estocolmo, Estrasburgo, Frankfurt, Genebra, Glasgow, Gotemburgo, Groningen, Haia, Hamburgo, Hangzhou, Hannover, Helsinki, Houston, Innsbruck, Istambul, Joanesburgo, Kuala Lumpur, Leeds, Leipzig, Lisboa, Liubliana, Liverpool, Londres, Los Angeles, Luxemburgo, Madri, Malmö, Manchester, Medellín, Melbourne, Milão, Minneapolis, Missoula, Montreal, Moscou, Munique, Münster, Nantes, Nova York, Nuremberg, Odense, Oslo, Ottawa, Paris, Pequim, Portland, Porto, Riga, Roma, Roterdã, San Francisco, Santiago, São Paulo, Saragoça, Seattle, Sevilha, Southampton, Stuttgart, Sydney, Taipé, Tallinn, Tel Aviv, Toronto, Toulouse, Tucson, Utrecht, Vancouver, Varsóvia, Viena, Vilna, Washington, Wellington, Xangai, Zagreb, Zurique.
- **Lista das 41 cidades excluídas** (movimento do ciclista com pedestre): Atenas, Bangkok, Belgrado, Belo Horizonte, Bogotá, Boulder, Brasília, Cidade do México, Córdoba, Curitiba, Dallas, Detroit, Edmonton, Filadélfia, Fortaleza, Guadalajara, Hong Kong, Kiev, Lima, Louisville, Lyon, Manila, Marrakech, Marselha, Miami, Nagoia, Nápoles, Nice, Osaka, Phoenix, Praga, Reykjavik, Rio de Janeiro, Salvador, San Diego, São Petersburgo, Seul, Shenzhen, Singapura, Tbilisi, Tóquio.

Casos particulares:

- **Cidades excluídas da base de dados válidos:**
 - Bangkok, Boulder, Cidade do México, Kiev, Manila e Praga: não foi localizado movimento de travessia do ciclista junto ao pedestre, mas apenas junto aos demais veículos;
 - Hong Kong: as ciclovias são segregadas e não têm semáforos; o ciclista é obrigado a desmontar nos cruzamentos e atravessar como pedestre.
- **Cidades mantidas na base de dados válidos:**
 - Bucareste, Cidade do Cabo, Colônia, Madri, Manchester, Minneapolis, Missoula, Taipé, Tucson e Wellington: o ciclista segue o grupo focal de pedestre na maioria dos casos, mas também há focos específicos de ciclista;

b) Número de focos do grupo focal de ciclistas

Quanto ao número de focos em cada grupo focal de ciclistas, novamente foi observada a **preferência pelos grupos de três focos**, embora uma parcela considerável tenha optado por dois focos:

Tabela 34: Número de focos do grupo focal: ciclista com o pedestre.

Focos	Cidades	% Total
1 foco	5	4,6%
2 focos	33	30,3%
3 focos	60	55,0%
1 ou 2 focos na mesma cidade	3	2,8%
2 ou 3 focos na mesma cidade	7	6,4%
3 ou 4 focos na mesma cidade	1	0,9%

Casos Particulares:

- Em cidades como Hangzhou, Sevilha e Taipé há um único foco que alterna vermelho e verde, já em cidades do Reino Unido, como Birmingham, Edimburgo, Glasgow, Leeds e Southampton o único foco é verde e se apaga na fase vermelha do pedestre;
- Em Berna, o grupo focal de ciclista tem três focos, porém o grupo focal de pedestre também tem três focos;
- A cidade de Bordeaux usa o padrão de três focos, mas, em alguns casos, usa quatro focos (dois vermelhos) para conversão, sem seta;
- Em Bratislava e nas cidades alemãs de Dresden, Frankfurt, Leipzig, Munique e Stuttgart o padrão é com três focos, mas usa dois focos quando é foco compartilhado de ciclista de pedestre, sendo que em Frankfurt o padrão de dois focos é obsoleto;
- Em Bruxelas, há colunas com dois grupos focais de três focos (um grande e um pequeno), mas também com dois focos quando é foco compartilhado de ciclista de pedestre;
- Em Budapeste, o padrão é com dois focos, mas existem raros casos com três focos pequenos com pictograma negativo (pictograma preto com fundo iluminado);
- Em Denver, o grupo focal de ciclista é horizontal;
- Em Xangai, alguns grupos focais de ciclistas possuem temporizador regressivo.

c) Formato dos focos

Foram identificados dois formatos: circular e quadrado. Os casos em que focos circulares são montados em caixas quadradas foram considerados como focos circulares. Por simplificação, focos retangulares foram considerados quadrados. **Na grande maioria dos casos pesquisados o foco é circular.**

Tabela 35: Formato dos focos: ciclista com o pedestre.

Formato	Cidades	%
Circular	94	86,2%
Quadrado	11	10,1%
Ambos	4	3,7%

Casos Particulares:

- Em Moscou, Birmingham, Glasgow e Southampton foram localizados os dois formatos de focos;
- Em Londres, foram localizados, em poucos casos de conversão, grupos focais em que o verde e o amarelo são quadrados.

d) Pictogramas

A exemplo dos focos veiculares, o semáforo deve ser identificado facilmente pelo ciclista, para não ser confundido com semáforos destinados a outros usuários. Por isso, **a maioria dos grupos focais possui algum tipo de pictograma**, seja nos próprios focos, seja por meio de informações fixas, como placas ou focos com *backlight*.

Tabela 36: Pictograma: ciclista com o pedestre.

Pictogramas	Cidades	%
Sem pictogramas ¹	1	0,9%
Pictograma somente em placa fixa ou <i>backlight</i> , mas não nos focos	11	10,1%
Pictogramas nos focos (alguns ou todos)	86	78,9%
Foco superior: pictograma em todos; inferior: nenhum pictograma	3	2,8%
Pictograma em placa fixa ou <i>backlight</i> e também nos focos	7	6,4%
Sem pictogramas, mas com placa em alguns grupos focais	1	0,9%

Obs. 1: a identificação geralmente é feita pelo posicionamento do grupo focal em relação à via.

Casos Particulares:

- Em San Francisco, há locais sem pictograma;
- Em cidades americanas e canadenses, são comuns placas com inscrições como “*bike signal*” associadas aos grupos focais;
- Em cidades escandinavas, é comum haver pictograma apenas no foco azul fixo (*backlight*);
- Em Haia, Lisboa e Roterdã, há pictogramas no grupo focal superior, mas não no inferior;
- Em Bratislava, o pictograma é negativo (pictograma preto com fundo iluminado);

e) Posição do grupo focal

Diferentemente do que ocorre na travessia com o veículo, a preferência internacional é por **grupos focais de ciclistas após a travessia**, a exemplo do que já ocorre com os grupos focais de pedestres.

Tabela 37: Posição do grupo focal: ciclista com o pedestre.

Posição	Cidades	%
Antes da interseção	22	20,2%
Depois da interseção	69	63,3%
Antes e depois em diferentes cruzamentos	8	7,3%
Antes e depois no mesmo cruzamento	10	9,2%

Casos particulares:

- Em Bruxelas, Colônia, Innsbruck, Leipzig, Munique e Stuttgart, o grupo focal de ciclista não é antecipado quando é compartilhado com o pedestre (o não compartilhado possui três focos e o compartilhado, dois);
- Em Sevilha, há grupos focais de ciclista antes e depois do cruzamento em alguns casos;
- Em Moscou, há cruzamentos com grupos focais antecipados e posteriores em ambos os lados da via;
- Em Londres, há casos de grupo focal de ciclista pequeno e antecipado;

f) Altura do grupo focal

A exemplo dos focos veiculares, o grupo focal de ciclista é posicionado em coluna semafórica a uma determinada altura, de acordo com os critérios de visibilidade do local. Igualmente consideramos, aqui, como instalação “alta”, aquela em que o grupo focal fica na altura geralmente reservada a grupos focais de pedestres, isto é, entre 1,7 m e 2,5 m. Já a instalação “baixa” é aquela em que o grupo focal fica abaixo da linha dos olhos do ciclista, entre 1,0 m e 1,2 m. Geralmente, os grupos focais baixos são também de menor tamanho. A **preferência** do projetista internacional foi novamente por **grupos focais altos**.

Tabela 38: Altura do grupo focal: ciclista com o pedestre

Altura	Cidades	%
Alto em coluna (1,7 m - 2,5 m)	84	77,1%
Baixo em coluna (1,0 m - 1,2 m)	14	12,8%
Um alto e um baixo na mesma coluna ¹	5	4,6%
Um alto e um baixo em cruzamentos diferentes	5	4,6%
Dois grupos focais em braço projetado	1	0,9%

Obs. 1: o grupo focal alto é grande e o baixo é pequeno (Amsterdã, Birmingham, Haia, Lisboa e Roterdã).

Casos particulares:

- Em Bruxelas normalmente são usados dois grupos focais de ciclista na mesma coluna, um grande e um pequeno, mas os grupos focais compartilhados com pedestre são altos e grandes;
- Em Toronto, há dois grupos focais grandes no mesmo braço projetado.

g) Tamanho do foco

Os tamanhos de foco são de cerca de 80 mm a 100 mm (pequenos) ou 200 mm (grandes) de diâmetro ou lado. Os focos pequenos geralmente são posicionados na parte baixa da coluna ou em colunas pequenas. Na **maioria** dos projetos internacionais optou-se por **focos de 200 mm**.

Tabela 39: Tamanho do foco: ciclista com o pedestre

Tamanho	Cidades	%
Pequeno (aprox. 80-100 mm)	17	15,6%
Grande (aprox. 200 mm)	81	74,3%
Um pequeno e um grande na mesma coluna	4	3,7%
Um pequeno e um grande em cruzamentos diferentes	4	3,7%
Extra grande (aprox. 300 mm)	3	2,8%

Casos particulares:

- Em Hangzhou, Kuala Lumpur e Xangai são encontrados focos de 300 mm;
- Em Bratislava, geralmente o grupo focal é de 200 mm, mas foi localizado um caso de grupo focal pequeno.

h) Compartilhamento de foco

Em algumas cidades, pedestres e ciclistas utilizam a mesma travessia e o mesmo grupo focal composto por focos de pictograma com dupla informação, conforme Figura 178, abaixo.



Figura 178: Exemplos de compartilhamentos de foco.

Embora o grupo compartilhado seja relativamente comum (principalmente na Europa), a **maioria** dos projetos apresentou **focos não compartilhados**.

Tabela 40: Compartilhamento de foco: ciclista com o pedestre:

Compartilhado	Cidades	%
Na travessia, o ciclista utiliza o GF específico de ciclistas	78	71,6%
Na travessia, o ciclista utiliza o GF de ciclista compartilhado com pedestres	13	11,9%
Na travessia, existem dos dois tipos, com e sem compartilhamento ¹	18	16,5%

Obs. 1: casos em que o grupo focal compartilhado ocorre em alguns locais (Leipzig, Bristol, Colônia, Dortmund, Barcelona e Cracóvia).

Casos particulares:

- Em cidades do Reino Unido, é frequente o uso de grupos focais compartilhados do tipo toucan (v. item 2.3.1.11).

4.1.3. RESUMO DO LEVANTAMENTO

De acordo com o levantamento, a maioria das cidades optou pelas seguintes soluções:

No movimento de ciclista com o veículo:

- Adotaram grupo focal de ciclista junto ao grupo focal veicular: 70,7%

Desta amostra de 70,7%, apurou-se:

- Grupo focal de ciclistas com 3 focos: em 83,0%
- Foco circular: em 97,2%
- Pictogramas em todos os focos: em 87,8%¹⁷⁴
- Grupo focal antes da interseção: em 75,5%¹⁷⁵
- Grupo focal alto: em 73,6%¹⁷⁶
- Focos de 200 mm: em 64,2%¹⁷⁷

No movimento de ciclista com o pedestre:

- Adotaram grupo focal de ciclista junto ao grupo focal de pedestres: 72,7%

Desta amostra de 72,7%, apurou-se:

- Grupo focal de ciclistas com 3 focos: em 62,4%¹⁷⁸
- Foco circular: em 89,9%¹⁷⁹
- Pictogramas em todos os focos: em 88,1%¹⁸⁰
- Grupo focal depois da interseção: em 79,8%¹⁸¹
- Grupo focal alto: em 87,2%¹⁸²
- Focos de 200 mm: em 81,7%¹⁸³
- Foco não compartilhado com pedestre: em 71,6%

¹⁷⁴ Pictogramas nos focos em pelo menos um dos grupos focais.

¹⁷⁵ Grupo focal antes da interseção ou antes e depois da interseção.

¹⁷⁶ Pelo menos um grupo focal alto na interseção.

¹⁷⁷ Pelo menos um grupo focal de 200 mm na interseção.

¹⁷⁸ Grupo focal de 3 focos em todas ou algumas interseções.

¹⁷⁹ Grupo focal circular em todas ou algumas interseções.

¹⁸⁰ Pictogramas nos focos em pelo menos um dos grupos focais.

¹⁸¹ Grupo focal depois da interseção ou antes e depois da interseção.

¹⁸² Pelo menos um grupo focal alto na interseção.

¹⁸³ Pelo menos um grupo focal de 200 mm na interseção.

CONCLUSÃO

O movimento em direção ao uso cada vez mais disseminado de bicicletas nas grandes e pequenas cidades do mundo parece inexorável. Mas, como saber se o que está acontecendo hoje não é apenas mais uma entre as várias ondas de popularidade que a bicicleta experimentou nos últimos duzentos anos, como mostrado resumidamente no primeiro capítulo deste Boletim? Não há como prever o futuro – e nem pretendemos fazê-lo, mas é possível perceber alguns indícios de que não se trata de apenas mais uma moda passageira:

- Os veículos movidos exclusivamente por combustíveis fósseis estão com os dias contados. Há décadas se anuncia o fim da Era do Petróleo, mas há indícios de que agora é para valer. A União Europeia pretende banir a fabricação e comercialização de carros movidos a combustão a partir de 2035¹⁸⁴. Várias importantes montadoras de veículos também já marcaram data para encerrar a produção deste tipo de automóvel: Jaguar (2025), Ford-Europa (2026), Volkswagen e Volvo (2030), General Motors (2035)¹⁸⁵. Também, no Brasil, há um projeto de lei tramitando no Senado Federal que proíbe a venda de veículos movidos a gasolina e óleo diesel a partir de 2030, sendo permitidos apenas os elétricos e movidos a biocombustíveis (como o etanol)¹⁸⁶.
- Mesmo que os carros elétricos venham a substituir os de combustão, esta substituição dificilmente será completa, nos mesmos níveis atuais. Neste século, está em curso uma mudança gradual na sociedade, em que a “cultura do automóvel” está perdendo espaço. Ou, pelo menos, a do automóvel particular. Há uma tendência de que o carro particular possa passar pelo mesmo processo de mudança comportamental que atingiu, por exemplo, o cigarro: antes um símbolo de status até poucas décadas atrás e hoje visto como algo antigo, ultrapassado. O automóvel não é mais um objeto do desejo das novas gerações. Um estudo realizado em 2018 mostra que 62% das pessoas das gerações Y (os *millennials*, nascidos entre 1980 e 1994) e Z (1995 a 2010) utilizam serviços de compartilhamento de automóveis e acham dispensável a compra de um carro no futuro, incluindo 55% de brasileiros, que questionam a necessidade de ter um veículo próprio¹⁸⁷. De fato, segundo um levantamento do Instituto Ipsos, a partir de dados do Denatran, houve uma queda de 23% no número de emissões de carteira de habilitação entre 2014 e 2017. Nos Estados Unidos, o número de estudantes do ensino médio que possuíam habilitação caiu 16% entre 1996 e 2015. Entre os jovens britânicos, a queda foi de 33%, entre 1992 e 2004¹⁸⁸.
- A “cara” das cidades está mudando. Não há como deixar de perceber. Nas antigas ondas de popularidade das bicicletas, os ciclistas se infiltravam na infraestrutura existente das cidades, sem alterá-la, pois as ciclovias eram raras. Hoje, ciclovias e ciclofaixas podem ser vistas em quase todas as cidades importantes do mundo, assim como as sinalizações associadas a elas, como os grupos focais. Certamente, ciclos de maior ou menor popularidade de bicicletas ocorrerão no futuro, mas as mudanças na configuração urbana serão de difícil reversão. Elas chegaram para ficar.

¹⁸⁴ RIBEIRO, Felipe. Conselho Europeu sugere fim dos carros a combustão em 2035. 2020.

¹⁸⁵ MORENO, Thiago. Adeus, gasolina: estas marcas vão parar de investir nos motores a combustão. CNN Brasil Business. 2021.

¹⁸⁶ BANDEIRA, Renan. Projeto proíbe carro a combustão no Brasil. Fabricantes dizem ser inviável. Revista Quatro Rodas. 2020.

¹⁸⁷ HYPENESS. 62% dos millennials não pensam em comprar carro. Como isso muda a indústria automotiva? 2018.

¹⁸⁸ GENOSO, Lucas. Uma geração sem carro. Revista IstoÉ. 2018.

Este último ponto foi o foco central deste Boletim. Procuramos abordar os diversos aspectos da circulação de bicicletas nas cidades, positivos e negativos. Vimos como é grande a variedade de alternativas adotadas no mundo. Há diferenças – às vezes pequenas, às vezes significativas – entre os diversos países, ou às vezes dentro de um mesmo país ou uma mesma cidade. Essas diferenças podem ser conceituais, culturais, históricas ou apenas cosméticas, mas há. Não há uma solução única; o que funciona em um lugar, pode não funcionar em outro. O que é habitual em um lugar é novidade em outro. Erros foram e serão cometidos – e corrigidos. Portanto, nunca pretendemos, com este Boletim, apontar qual é a melhor solução em cada caso. Apenas apresentamos o que existe, onde existe, como existe e por que existe, e tentamos aprender mais um pouco a cada dia.



Figura 179: Ciclistas em Copenhague, Dinamarca.

GLOSSÁRIO

Area de espera (para bicicletas, motos etc.). Área delimitada por duas linhas de retenção, destinada exclusivamente à espera de motocicletas, motonetas e ciclomotores, ou ainda bicicletas junto à aproximação semafórica, imediatamente à frente da linha de retenção dos demais veículos.¹⁸⁹

Balizador. Dispositivo temporário previsto no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – volume VI – Dispositivos auxiliares. Constitui-se de elemento refletor colocado em suporte apropriado e posicionado do lado externo da via ou fixado em defensas e barreiras. Pode ser implantado de forma definitiva ou temporária, fora da superfície de circulação veículos, com o objetivo de proporcionar ao condutor melhor percepção dos limites da pista (ou de ciclofaixa) e direcionar o veículo na pista.

Bicicleta de segurança. Bicicleta em que as rodas dianteira e traseira têm o mesmo tamanho, com o ciclista posicionado entre as rodas em posição sentada. Nela, os pedais impulsionam a roda traseira por meio de corrente e catraca. Ficaram conhecidas também como *safety bicycles*, entre outros motivos, por permitir que os pés do ciclista alcancem o chão e em contraposição às inseguras *penny-farthing*.

Bicicleta penny-farthing. Bicicleta em que o sistema de tração inclui pedais fixados diretamente na roda dianteira (sem correntes ou catraca), com o ciclista pedalando quase em pé e próximo da roda da frente, de forma que cada giro do pedal corresponde a um giro da roda dianteira. Consequentemente, quanto maior a roda dianteira, maior o deslocamento por pedalada. Por isso, essas bicicletas foram produzidas com rodas dianteiras significativamente maiores que as rodas traseiras e eram bastante altas. Ficaram conhecidas como *penny-farthing* em referência a duas antigas moedas inglesas do século XIX de tamanhos bastante diferentes.

Bicycle-friendly signal phasing. V. Programação Semafórica Favorável ao Ciclista.

Bike box. V. Area de espera

Bike flash. Indicação luminosa instalada em botoeira de ciclista para informá-lo de que foi detectado pelo laço detector (ou outro meio) de um semáforo.

Bonde. Mesmo que VLT – Veículo Leve sobre Trilhos.

Ciclável (via, estrutura etc.). Relativo a bicicletas, ciclovias, ciclofaixas e afins.

Ciclismo veicular. princípio segundo o qual os ciclistas devem trafegar na via junto aos demais veículos, seguindo as mesmas regras gerais de circulação, de forma a colocar sobre cada indivíduo a responsabilidade pela segurança de todos.

Ciclo (veículo). Veículo com duas ou mais rodas e propulsão humana. Neste Boletim, usamos *ciclo* e *bicicleta* como sinônimos quando traduzidos dos textos em inglês.

Ciclo semafórico. Sequência completa das indicações luminosas do semáforo.

Ciclofaixa. Parte da pista de rolamento destinada à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por

¹⁸⁹ Res. 550/15 conjugada com a Lei 14071/20.

sinalização específica¹⁹⁰.

Ciclomotor. Veículo de duas ou três rodas, provido de motor de combustão interna, cuja cilindrada não exceda a 50 cm³ ou de motor de propulsão elétrica com potência máxima de 4 kW, e cuja velocidade máxima de fabricação não exceda a 50 km/h. Considera-se, também, ciclomotor a bicicleta dotada originalmente de motor elétrico, bem como aquela que tiver este dispositivo motriz agregado posteriormente à sua estrutura.¹⁹¹

Ciclorrota. Caminhos urbano que oferece condições seguras de interconexão com percursos que satisfaçam a necessidade de fruição dos ciclistas pelas cidades.

Ciclovía. Pista própria destinada à circulação de ciclos, separada fisicamente do tráfego comum¹⁹².

Contador regressivo. Dispositivo instalado no grupo focal que indica o tempo restante para o final da fase semafórica. A indicação do tempo é feita por meio de números que decrescem ou de leds que se apagam.

CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito

Conversão em duas etapas. Manobra realizada por carros ou bicicletas em via de mão dupla, na qual os veículos que normalmente fariam uma conversão pela faixa de trânsito mais interna, o fazem pela faixa mais externa, cruzando primeiro uma rua e depois outra, em vez de fazer a conversão diretamente.

CTB. Código de Trânsito Brasileiro (1997)

Cycle pocket. V. *Bike box*

Dead red. Permissão legal, adotada em alguns estados americanos, para que o ciclista passe na fase vermelha do semáforo caso não seja detectado pelo laço indutivo (v. também *Bike flash*).

Distribuição modal. Também conhecida como divisão modal é a composição de cada tipo ou meio de transporte utilizado na movimentação de pessoas ou bens. A distribuição modal das viagens não-motorizadas realizadas na Região Metropolitana de São Paulo, por exemplo, é de 97,3% pelo modo a pé e 2,7% por bicicletas, segundo o Relatório Síntese da Pesquisa O/D 2017 do Metrô.

Encurtamento da ciclofaixa. Interrupção da ciclofaixa de 25 a 30 metros antes do cruzamento, levando o ciclista a compartilhar o espaço e o semáforo com os demais veículos.

Espaço compartilhado. Calçada, canteiro, ilha, passarela, passagem subterrânea, via de pedestres, faixa ou pista, sinalizadas, em que a circulação de bicicletas é compartilhada com pedestres ou veículos, criando condições favoráveis para sua circulação.

Estágio semafórico. Parte do ciclo semafórico compreendida entre quaisquer dois inícios consecutivos de verde que nela ocorram.

Faixa de retenção avançada para ciclistas. Elementos de projeto utilizado para manter os ciclistas visíveis e oferecer-lhes uma maneira segura de se movimentar à frente do tráfego motorizado em fila no

¹⁹⁰ BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro, Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.

¹⁹¹ Conforme Lei 14071/20 que alterou o Anexo I do CTB.

¹⁹² BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro, Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.

semáforo vermelho.¹⁹³

Faixa segregada. Uma combinação entre ciclovia e ciclofaixa construída no mesmo nível da via de veículos motorizados, mas totalmente separada das demais faixas por barreiras físicas, como balizadores, e da calçada, mais elevada.

Fase semafórica. Circuito elétrico que alimenta as lâmpadas de mesma cor de um grupo semafórico.

Foco semafórico grande. No contexto deste Boletim, foco semafórico com aproximadamente 200 mm de diâmetro ou lado.

Foco semafórico pequeno. No contexto deste Boletim, foco semafórico com aproximadamente 80 mm a 100 mm de diâmetro ou lado.

Grupo focal (veicular, pedestre, ciclista). Elemento físico da instalação semafórica voltado para o sentido de movimento, no qual são exibidas as indicações luminosas que regulamentam o direito de passagem dos usuários da via. O CTB estabelece que os grupos focais semafóricos destinados aos veículos motorizados e ciclistas têm três focos e para os pedestres dois focos.

Hook turn. V. conversão em duas etapas.

Idaho Stop. Lei sancionada originalmente no estado americano de Idaho, segundo a qual o ciclista pode interpretar a placa PARE como se fosse uma placa DÊ A PREFERÊNCIA, chamado de *stop-as-yield*, e a fase vermelha como se fosse uma placa PARE (*red-as-stop*).

Interseção holandesa. V. Interseção protegida

Interseção protegida. Também conhecida como *interseção holandesa*, é um tipo de cruzamento em nível cujo projeto geométrico procura separar os movimentos de ciclistas e pedestres dos movimentos dos carros.

Interseção. Convergência de duas ou mais vias no mesmo nível.

Intervalo Prioritário de Bicicletas. Programação semafórica que exhibe a indicação verde para o ciclista momentos antes de fazê-lo para os demais veículos.

Laço indutivo. Também conhecido como *looping*, trata-se de um arranjo de cabos elétricos instalados sob o pavimento com formato de uma bobina, configurando um circuito indutivo utilizado para detectar a presença de uma massa metálica.

LBI (*Leading Bicycle Interval*). V. Intervalo Prioritário de Bicicletas

Linha de retenção. Linha demarcada no pavimento que indica ao condutor o local limite em que deve parar o veículo.

Mão inglesa. Em via de mão dupla, ocorre quando a via tem os sentidos de circulação de tráfego invertidos, com os veículos circulando pela(s) faixa(s) da esquerda.

¹⁹³ GUIA Global de Desenho de Ruas (Global Street Design Guide). Initiative, National Association of City Transportation Officials, 2018.

Moderação de tráfego. Do inglês *Traffic calming*, em tradução literal "tranquilização do tráfego", é um conjunto de medidas de planejamento urbano e de tráfego que consiste na utilização de estruturas físicas como ondulações transversais (lombadas) ou na mudança da geometria das vias, visando à redução da velocidade do tráfego de veículos motorizados a fim de aumentar a segurança dos deslocamentos de pedestres e ciclistas.¹⁹⁴

Modo (Transporte). Meio de transporte utilizado no deslocamento. Por exemplo, 67% das 42 milhões de viagens realizadas diariamente na Região Metropolitana de São Paulo são por modo motorizado (coletivo + individual) e 33% por modo não motorizado (bicicleta + a pé), de acordo com a Pesquisa Origem Destino 2017 do Metrô.

Modo ativo. Meio de transporte onde a locomoção é realizada utilizando somente os meios físicos humanos para a propulsão. Os modos ativos mais utilizados em São Paulo são o deslocamento a pé e de bicicleta.

Onda verde para ciclista. Programação semafórica na qual os semáforos de uma determinada via são programados de maneira sincronizada, de tal forma que os ciclistas que se mantiverem numa determinada velocidade constante, cruzarão interseções em sequência sempre na fase verde.

Pictograma. Desenho figurativo de símbolos e/ou figuras. Pode ser usado em focos semafóricos, placas de sinalização vertical ou no pavimento, como sinalização horizontal.

Programação Semafórica Favorável ao Ciclista. Forma de otimizar a travessia de ciclistas em detrimento dos automóveis em cruzamentos semaforizados com grupos focais de ciclista por meio de programação específica.

Retenção avançada para ciclistas. Sinalização horizontal na qual a linha de retenção do semáforo em uma determinada aproximação é avançada para o ciclista em relação à linha de retenção dos veículos motorizados.

Segurança efetiva. Conceito aplicável às mais diversas áreas e que se refere à segurança que pode ser objetivamente observada e mensurada. Na área de trânsito está geralmente associada a estatísticas de sinistralidade e vítimas.

Segurança percebida. Ou "risco subjetivo", está associado com a forma como o usuário percebe ou avalia o risco em um ponto de via. Há um mecanismo compensatório no qual os motoristas ajustam seu comportamento. Por exemplo: para estabelecer a velocidade do veículo, a pessoa faz um balanço do que acontece na via e seu nível subjetivo.¹⁹⁵

Semáforo tipo HAWK (*High intensity Activated cross Walk* – Travessia ativada de alta intensidade). Grupo focal destinado à travessia de pedestres e ciclistas, ativado por botoeira, cuja sequência de estágios veiculares é programada de tal forma que os ciclistas e pedestres podem iniciar a travessia no vermelho fixo veicular (foco "WALK" verde) e concluí-la no vermelho intermitente (foco "DON'T WALK" vermelho intermitente com contador regressivo).

Sharrows (*shared lane + arrow*; faixa compartilhada + seta). Compartilhamento de uma faixa ou uma parte da pista de rolamento entre bicicletas e veículos motorizados.

¹⁹⁴ TRAFFIC Calming. In: WIKIPÉDIA A Enciclopédia Livre, 2021.

¹⁹⁵ ESPAÇO do Trânsito. Fatores Humanos e a Percepção de Riscos no Trânsito. Brasil, jun. 2017

Sinistro de trânsito. Todo evento que resulte em dano ao veículo ou à sua carga e/ou em lesões a pessoas e/ou animais, e que possa trazer dano material ou prejuízos ao trânsito, à via ou ao meio ambiente, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou em áreas abertas ao público.¹⁹⁶

Traffic calming. V. Moderação de tráfego.

Travessia tipo Pelican. Adaptação do inglês “*pedestrian light controled crossing*”, indica uma travessia de pedestres semaforizada. Os grupos focais de pedestres são posicionados após a travessia e podem incluir botoeiras e mesmo dispositivos para pessoas com deficiência.

Travessia tipo Puffin. Sistema semafórico simultaneamente atuado e demandado que faz uso de sensores de pedestres na área de travessia e na área de espera. O nome deriva da expressão em inglês “*pedestrian user-friendly intelligent crossing*”. Esse tipo de travessia de pedestres é demandado (isto é, só ocorre se houver o acionamento da botoeira) e também atuada, pois o tempo de travessia (vermelho intermitente) é variável em função da detecção de pedestres na faixa de travessia. O modelo britânico inclui botoeiras e focos para o pedestre voltados para o tráfego (para que os pedestres vejam a aproximação dos veículos) e antecipados.

Travessia tipo Toucan. Aquela em que a sinalização orienta a travessia de pedestres e também de ciclistas. O nome é uma adaptação do termo em inglês “*two can*” uma vez que tanto pedestres como ciclistas podem realizar a travessia lado a lado. A sinalização semafórica mais antiga incluía apenas um foco verde para o ciclista ao lado do verde do pedestre e as bicicletas podiam atravessar mesmo quando não havia indicação verde para elas (desde que em situação segura). Já a sinalização mais recente apresenta também o foco vermelho para a bicicleta ao lado do vermelho do pedestre, proibindo sua circulação fora do momento indicado. Nesta travessia, a sinalização semafórica para pedestres e ciclistas não está obrigatoriamente antecipada à travessia.

Verde antecipado para ciclistas. V. Intervalo Prioritário de Bicicletas

Via ciclável. Qualquer via destinada ao tráfego de ciclistas, exclusivas ou não, como ciclovias e ciclofaixas.

¹⁹⁶ Termo técnico derivado da normatização dada pela NBR ABNT 10697/20. O intuito foi de corrigir a terminologia “acidente de trânsito” que é permeada pela ideia de que não haja premeditação vinculada ao evento.

BIBLIOGRAFIA

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 10697/2020 – Pesquisa de sinistros de trânsito — Terminologia**. Brasil, 2020. Disponível em: <<https://www.abramet.com.br/repo/public/commons/ABNT%20NBR10697%202020%20Acidentes%20de%20Tran%20sito%20Terminologia.pdf>>. Acesso em: mar. 2021.
- ABRAMET (Associação Brasileira de Medicina de Trânsito). **Qualificar incidentes no tráfego**. Brasil, fev. 2021. Disponível em: <<https://www.abramet.com.br/noticias/abnt-muda-terminologia-e-adota-a-expressao-sinistro-de-transito-para-qualificar-incidentes-no-trafego/>>. Acesso em: mar. 2021.
- ALTA Planning + Design. **San Francisco's Shared Lane Pavement Markings: Improving Bicycle Safety**. Encomendado por San Francisco Department of Parking & Traffic. Estados Unidos, Feb. 2004. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20061015010527/http://www.bicycle.sfgov.org/site/uploadedfiles/dpt/bike/BikePlan/Shared%20Lane%20Marking%20Full%20Report-052404.pdf>>. Acesso em: dez. 2020.
- AMÉNAGEMENT Cyclable. In: WIKIPEDIA L'Encyclopédie Libre, 2021. Disponível em: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Am%C3%A9nagement_cyclable#C%C3%A9dez-le-passage_cycliste_au_feu_rouge>. Acesso em: fev. 2021.
- AMPELMANN. **The development of the East German Ampelmännchen**. Alemanha, sem data. Disponível em: <<https://www.ampelmann.de/en/a-brand-with-a-history/the-development-of-the-east-german-ampelmaennchen/>>. Acesso em: dez. 2020.
- AMPELMANN. **The history of pedestrian crossing lights**. Alemanha, sem data. Disponível em: <<https://www.ampelmann.de/en/a-brand-with-a-history/the-history-of-pedestrian-crossing-lights/>>. Acesso em: dez. 2020.
- ANDERSEN, Troels et al. **Collection of Cycle Concepts**. Cycling Embassy of Denmark. Dinamarca, 2012. Disponível em: <<https://www.cycling-embassy.org.uk/sites/cycling-embassy.org.uk/files/documents/Collection%20of%20Cycle%20Concepts%202012.pdf>>. Acesso em: out. 2019.
- ANDERSEN, Troels. **Cycle superhighways**. Site Cycling Embassy of Denmark. Odense, Dinamarca, May 2019. Disponível em: <<https://cyclingsolutions.info/cycle-superhighways/>>. Acesso em: maio 2021.
- ANDERSEN, Troels. **Infrastructure and design**. Site Cycling Embassy of Denmark. Odense, Dinamarca, May 2019. Disponível em: <<https://cyclingsolutions.info/infrastructure-and-design/>>. Acesso em: maio 2021.
- ANDERSEN, Troels. **Intersection solutions**. Site Cycling Embassy of Denmark. Odense, Dinamarca, May 2019. Disponível em: <<https://cyclingsolutions.info/intersection-solutions/>>. Acesso em: maio 2021.
- ANDERSEN, Troels. **Signal controlled intersections – cycle friendly solutions**. Site Cycling Embassy of Denmark. Odense, Dinamarca, May 2019. Disponível em: <<https://cyclingsolutions.info/signal-controlled-intersections-cycle-friendly-solutions/>>. Acesso em: fev. 2021.
- ANDERSEN, Troels. **Signal controlled intersections – safe cycling solutions**. Site Cycling Embassy of Denmark. Odense, Dinamarca, May 2019. Disponível em: <<https://cyclingsolutions.info/signal-controlled-intersections-safe-cycling-solutions/>>. Acesso em: fev. 2021.
- ANDERSEN, Troels. **Traffic calming**. Site Cycling Embassy of Denmark. Odense, Dinamarca, May 2019. Disponível em: <<https://cyclingsolutions.info/traffic-calming/>>. Acesso em: maio 2021.

ANDERSEN, Troels. **Traffic safety and cyclist sense of security**. Site Cycling Embassy of Denmark. Odense, Dinamarca, May 2019. Disponível em: <<https://cyclingsolutions.info/traffic-safety-and-cyclist-sense-of-security/>>. Acesso em: fev. 2021.

ANDERSEN, Troels. **Traffic safety audits and service levels**. Site Cycling Embassy of Denmark. Odense, Dinamarca, May 2019. Disponível em: <<https://cyclingsolutions.info/traffic-safety-audits-and-service-levels/>>. Acesso em: maio 2021.

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - SIMOB/ANTP. Relatório geral 2018**. Maio 2020. Disponível em: <<http://files.antp.org.br/simob/sistema-de-informacoes-da-mobilidade--simob--2018.pdf>>. Acesso em: mar. 2021.

ASHDEN. **Hangzhou Bicycle Service and Transport Development Co Ltd / The biggest public bike share scheme in the world**. Site Ashden – Climate Solutions in Action. Reino Unido, 2017. Disponível em: <<https://ashden.org/winners/Hangzhou-bicycles/>>. Acesso em: mar. 2021.

AUSTRÁLIA. **Australian Cycling Safety** - Australian Government. 2015. Disponível em: <https://www.bitre.gov.au/publications/2015/is_071>. Acesso em: mar. 2021.

BACCHIERI et al. **Cycling to work in Brazil: users profile, risk behaviors, and traffic accident occurrence. Accident Analysis and Prevention**, 42. 2010. pp. 1025-1030.

BALTON, Jeff. **Bicycle Guider, Bike Statistics & Facts**. 2020. Disponível em: <<https://www.bicycle-guider.com/bike-facts-stats/>>. Acesso em: dez. 2020.

BANDEIRA, Renan. **Projeto proíbe carro a combustão no Brasil. Fabricantes dizem ser inviável**. Revista Quatro Rodas. Fev. 2020. Disponível em: <<https://quatorodas.abril.com.br/noticias/projeto-proibe-carro-a-combustao-no-brasil-fabricantes-dizem-ser-inviavel/>>. Acesso em: jul. 2021.

BARNABÉ, Sérgio. **Frente Segura - Motocicletas e Bicicletas** – Nota Técnica 255. Companhia de Engenharia de Tráfego. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/570140/nt255.pdf> acesso em jun/2021> jun. 2021.

BICYCLE Facilities. Ferramenta online da empresa Geovelo. França, 2023. Disponível em: <<https://www.bicycle-facilities.com>>. Acesso em: jun. 2023.

BICYCLE helmet laws by country. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_helmet_laws_by_country>. Acesso em: maio 2021.

BIKE boom. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2020. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bike_boom>. Acesso em: set. 2020.

BIKE Lane. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2020. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bike_lane>. Acesso em: dez. 2020.

BIKE New York. **Education**. Nova York, Estados Unidos, 2019. Disponível em: <<https://www.bike.nyc/education/>>. Acesso em: mar. 2021.

BIKE Path. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2020. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bike_path>. Acesso em: dez. 2020.

BIKEWAY controversies. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bikeway_controversies>. Acesso em: maio 2021.

BIKEWAY safety. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bikeway_safety>. Acesso em: mar. 2021.

BLAINE, Fanshawe. **Helmet from England - Circa 1930's - Leather Cycling Hairnet - Riding Sports helmet.** In: PINTEREST, s/d. Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/101190322855061034/>>. Acesso em: mar. 2021.

BOSTON (Cidade). **Better Bike Lanes.** Mar. 2021. Disponível em: <<https://www.boston.gov/departments/boston-bikes/better-bike-lanes>>. Acesso em: jul. 2021.

BRASIL – Ministério das Cidades. **Cartilha do Ciclista.** DENATRAN, Brasil, set. 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/cartilhadociclista.pdf>> Acesso em: jun. 2021.

BRASIL. **Caderno de Referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades.** Programa Bicicleta Brasil. Ministério das Cidades - Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Brasília, 2007, 232p. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/plano_de_bicis.pdf>. Acesso em: mar. 2021.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**, Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Presidência da República - Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasil, set. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm>. Acesso em: dez. 2020.

BRASIL. **Código Nacional de Trânsito**, Decreto-lei nº 2.994, de 28 de janeiro de 1941. Brasil, jan. 1941. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-2994-28-janeiro-1941-412976-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Código Nacional de Trânsito**, Decreto-lei nº 3.651, de 25 de setembro de 1941. Brasil, set. 1941. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/1937-1946/Del3651.htm>. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Código Nacional de Trânsito**, Lei nº 5.108, de 21 de setembro de 1966. Brasil, set. 1966. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L5108.htm>. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: abr. 2021.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação.** 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: abr. 2021.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Livro 1.** 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>>. Acesso em: abr. 2021.

BRIESE, Volker. **Separating bicycle traffic. Towards a history of bikeways in Germany up through 1940.** Alemanha, 1940. Original em alemão traduzido para o inglês por John S. Allen. Disponível em: <http://john-s-allen.com/pdfs/Volker_Briese_Bikeways.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

BRITISH Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure (Província de Colúmbia Britânica). **British Columbia Active Transportation Design Guide - 2019 Edition.** British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure (MOTI). Canadá, 2019. Disponível em: <<https://bicycleinfrastructuremanuals.com/manuals3/British%20Columbia%20Active%20Transportation%20Design%20Guide.pdf>>. Acesso em: maio 2021.

BROADUS, Victoria. **Zebras, Puffins, Pelicans or Hawks for Pedestrians?** The City Fix - WRI Ross Center for Sustainable Cities. Washington, Estados Unidos, July 2010. Disponível em: <<https://thecityfix.com/blog/zebras-puffins-pelicans-or-hawks-for-pedestrians/>>. Acesso em: fev. 2021.

BRUHÈZE, Adri Albert de la; VERAART, Frank. **Fietsverkeer in praktijk en beleid in de twintigste eeuw** - Ministerie van Verkeer en Waterstaat - Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Enschede/Eindhoven, Holanda, Apr. 1999. p. 14-16. Acesso em: dez. 2020.

BUCHANAN, Colin. **Mixed blessing: the motor in Britain**, Leonard Hill Books, Londres, 1958. 194 p. *apud* PARKER, Jeremy. **Getting Rid of Cyclists**, sem data. Disponível em: <<http://notanothercyclingforum.net/bikereader/contributors/parker/gettingrid.html>>. Acesso em: dez. 2020.

CAMERON, M.H.; VULCAN, A.P.; FINCH, C.F.; NEWSTEAD, S.V. **Mandatory bicycle helmet use following a decade of helmet promotion in Victoria, Australia - an evaluation**. *Accid Anal Prev* 1994; 26(3): 325-37

CANON von Nederland. **Utrecht Fietsstad - Het eerste fietspad van Nederland**, Mar. 1999. Disponível em: <<https://www.canonvannederland.nl/en/utrecht/stad/het-eerste-fietspad-van-nederland>>. Acesso em: dez. 2020.

Fotografia no Maliebaan em 1900:

<https://www.canonvannederland.nl/image/2017/7/1/39_1_20maliebaan_20met_20hoge_20bi_s.jpg%28mediaclass-fancybox-big-img.5a17fc1f47109709397ae88813c748b421ef8e41%29.jpg>. **Fotografia** no Maliebaan em 2019:

<https://www.google.com/maps/@52.0908921,5.1332731,3a,89.2y,223.45h,87.36t/data=!3m7!1e1!3m5!1shG8l4UoY9rEN1XAJ3LuijA!2e0!6s%2F%2Fgeo0.ggpht.com%2Fcbk%3Fpanoid%3DhG8l4UoY9rEN1XAJ3LuijA%26output%3Dthumbnail%26cb_client%3Dmaps_sv.tactile.gps%26thumb%3D2%26w%3D203%26h%3D100%26yaw%3D301.0346%26pitch%3D0%26thumbfov%3D100!7i16384!8i8192>

CBS – Statistics Netherlands. **Decline in road fatalities larger among motorists than cyclists**. July 2020. Disponível em: <<https://www.cbs.nl/en-gb/news/2020/31/decline-in-road-fatalities-larger-among-motorists-than-cyclists>>. Acesso em: mar. 2021.

CEREMA (Center for Expertise and Engineering on Risks, Urban and Country Planning, Environment and Mobility). **Extension du domaine d'emploi du «cédez-le-passage cycliste au feu rouge»**. Lyon, França, fév. 2016. Disponível em: <http://voiriepour tous.cerema.fr/IMG/pdf/1770_fi04715pama13_cycliste_feu_rouge-3.pdf>. Acesso em: jun. 2021.

CEREMA (Center for Expertise and Engineering on Risks, Urban and Country Planning, Environment and Mobility). **Signs and signals for cyclists and pedestrians – Comparison of rules and practices in 13 countries**. Lyon, França, avr. 2014. Disponível em: <https://thepep.unece.org/sites/default/files/2017-05/Signs_and_signals_for_cyclists_and_pedestrians.pdf>. Acesso em: jun. 2021.

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. **Cartilha do Ciclista**. São Paulo, out. 2015. Disponível em: <<https://issuu.com/cetsp/docs/cartilhadociclista>>. Acesso em: mar. 2021.

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. **Dados Estatísticos dos Acidentes de Trânsito com Vítimas Ocorridos no Município de São Paulo em 2019**. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/1058619/2019.pdf>>. Acesso em: mar. 2021.

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. **Manual De Sinalização Urbana - Espaço Cicloviário (MSU 2020)**. São Paulo, out. 2020. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/1100702/MSU-Vol-13-Espaco-Cicloviario-Rev01.pdf>>. Acesso em: mar. 2021.

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. **Relatório Anual de Sinistros de Trânsito – 2020**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/1143350/RelatorioAnual2020.pdf>>. Acesso em: mar. 2021.

CHARLES Adler Jr.: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Adler_Jr.>. Acesso em: jan. 2021.

CICLERÍA, La. **La bicicleta en la escuela**. Espanha, 2020. Disponível em: <<https://lacicleria.com/proyecto/la-bicicleta-en-la-escuela/>>. Acesso em: mar. 2021.

CITY of San Diego. **Traffic Signal Bicycle Detection Study - Final Report**. San Diego, Estados Unidos, 1986. Disponível em: <http://john-s-allen.com/pdfs/san_diego.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

CLARK, Larry. **Traffic signals: A brief history**. Washington State Magazine da Washington State University, Pullmann, Estados Unidos, outono de 2019. Disponível em: <<https://magazine.wsu.edu/web-extra/traffic-signals-a-brief-history/>>. Acesso em: jan. 2021.

COMPARISON of European road signs. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_European_road_signs>. Acesso em: abr. 2021.

COMPARISON of traffic signs in English-speaking countries. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_traffic_signs_in_English-speaking_countries>. Acesso em: abr. 2021.

CONSELHO Nacional de Trânsito - CONTRAN. **Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro**, Resolução nº 160, de 22 de abril de 2004. Brasil, abr. 2004.

CONSELHO Nacional de Trânsito - CONTRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V**, Resolução nº 483, de 9 de abril de 2014. Brasil, abr. 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/arquivos-denatran/educacao/publicacoes/manual_vol_v_-2.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

CONSELHO Nacional de Trânsito - CONTRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VIII**, Resolução nº 973, de 18 de julho de 2022. Brasil, jul.2022. Disponível em: https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of_08_MBST_Vol._VIII_Sinalizacao_Ciclovitaria.pdf . Acesso em: out. 2022.

CONSELHO Nacional de Trânsito - CONTRAN. Resolução nº 46, de 21 de maio de 1998. Brasil, maio 1998. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/resolucoes-contran>> Acesso em: mar. 2021.

CONSELHO Nacional de Trânsito - CONTRAN. Resolução nº 550, de 17 de setembro de 2015. Brasil, set. 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao5502015r.pdf>> Acesso em: jun. 2021.

CONSELHO Nacional de Trânsito – CONTRAN - RESOLUÇÃO Nº 973, DE 18 DE JULHO DE 2022 Institui o Regulamento de Sinalização Viária. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao9732022.pdf>. Acesso em out.2022

CONVENÇÃO de Genebra sobre Trânsito Viário – Organização das Nações Unidas. Set., 1949. Disponível em inglês e francês em: <https://treaties.un.org/doc/Treaties/1952/03/19520326%2003-36%20PM/Ch_XI_B_1_2_3.pdf>. Acesso em: dez. 2020.

CONVENÇÃO de Viena sobre Sinalização Viária – Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (ECOSOC) – Organização das Nações Unidas, Nov. 1968. Disponível em inglês: <<https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/conventn/signalse.pdf>> e com anexos <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/conventn/Conv_road_signs_2006v_EN.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

CONVENÇÃO de Viena sobre Trânsito Viário – Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (ECOSOC) – Organização das Nações Unidas, Nov. 1968. Disponível em inglês e francês em: <<https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/conventn/crt1968e.pdf>>. Acesso em: jan. 2021.

COYA. **Global Bicycle Cities Index 2019**, 2019. Disponível em: <<https://www.coya.com/bike/index-2019>>. Acesso em: ago. 2020.

COYA. **Globaler Fahrradstädte-Index 2019**, 2019. Disponível em: <<https://www.coya.com/bike/fahrrad-index-2019>>. Acesso em: ago. 2020.

CRESCENZI, Nicole. **New bike sensor lights installed at Fort and Wharf Streets**. Site Victoria News. Victoria, Canadá, Jan. 2020. Disponível em: <<https://www.vicnews.com/news/new-bike-sensor-lights-installed-at-fort-and-wharf-streets/>>. Acesso em: jun. 2021.

CROSS, Kenneth D. **Bicycle – Safety Education – Facts and Issues**. Anacapa Sciences, Inc – AAA Foundation for Traffic Safety, Santa Barbara, Estados Unidos. Aug. 1978 . Disponível em: <<http://www.truewheelers.org/research/studies/aaa/title.htm>>. Acesso em: jan. 2021.

CROW. **Design Manual for Bicycle Traffic** apud Oregon Department of Transportation, Operational Guidance for Bicycle-Specific Traffic Signals in The United States, 2013.

CROW. **Road safety manual**, Holanda, 2009. Disponível em: <<http://www.roadsafetyforall.org/RSFA2/Lib/CROW-Road%20safety%20manual%202009.pdf>>. Acesso em: mar. 2021.

CRUZ, William. **As 3 infrações que ciclistas mais cometem (e como mudar isso)**. In: VÁ de Bike, jan. 2018. Disponível em: <<https://vadebike.org/2018/01/multas-ciclistas-infracoes-mais-cometidas/>>. Acesso em: mar. 2021.

CUMMINS, Gerald. **100 Years of Road Safety**. 1991. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20070225070701/http://ourworld.compuserve.com/homepages/traffic_safety/history1.htm>. Acesso em: abr. 2021.

CYCLE Track. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2020. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cycle_track>. Acesso em: dez. 2020.

CYCLING - Infrastrutur. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2020. Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Cycling#Infrastructure>>. Acesso em: dez. 2020.

CYCLING in Copenhagen. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2020. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cycling_in_Copenhagen>. Acesso em: set. 2020.

CZERWONKA, Mariana. **Você sabe o que é o trinômio do trânsito e a sua importância para a segurança? Veja aqui**. In: PORTAL do Trânsito, 2019. Disponível em: <<https://www.portaldotransito.com.br/noticias/voce-sabe-o-que-e-o-trinomio-do-transito-e-a-sua-importancia-para-a-seguranca-veja-aqui-2/>>. Acesso em: abr. 2021.

DE LEUW, Cather & Company. **Bicycle Circulation and Safety Study**: City of Davis, University of California. San Francisco, Estados Unidos, 1972. 99p., p.31, 37, *apud* SCHULTHEISS, William; SANDERS, Rebecca L.; TOOLE, Jennifer. **A Historical Perspective on the AASHTO Guide for the Development of Bicycle Facilities and the Impact of the Vehicular Cycling**. Estados Unidos, Oct, 2018. Disponível em: <http://tooledesign.com/wp-content/uploads/2018/10/TRB_Paper18-05962_HistoryofAASHTO_BikeGuide_TRB_rev.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

DEKRA - On the safe side. **History - Milestones in passenger transportation**, Alemanha, sem data. Disponível em: <<https://www.dekra-roadsafety.com/en/history/>>. Acesso em: jan. 2021.

DEKRA - On the safe side. **Pedestrian crossings and traffic-calmed zones**, Alemanha, Juni 2017. Disponível em: <<https://www.dekra-roadsafety.com/en/pedestrian-crossings-and-traffic-calmed-zones/#:~:text=The%20first%20pedestrian%20light%20in%20Europe%20was%20installed%20in%20Copenhagen%20in%201933.&text=Since%20many%20road%20users%20in,special%20safety%20measures%20are%20essential.>>. Acesso em: dez. 2020.

DEKRA. **Verkehrssicherheitsreport 2019 - Kinder im Straßenverkehr**, Alemanha, 2019. Disponível em: <<https://www.dekra-roadsafety.com/media/dekra-roadsafety-2019-de.pdf>>. Acesso em: jan. 2021.

DEPARTMENT for Transport. **Traffic Signs Manual – Chapter 6**. Reino Unido, 2019. Disponível em: <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/851465/dft-traffic-signs-manual-chapter-6.pdf>. Acesso em: out. 2019.

DESTRI, Ana. **Bicicleta e Educação: um brinquedo sério**. União dos Ciclistas do Brasil. Florianópolis, maio 2018. Disponível em: <<https://uniaodeciclistas.org.br/geral/educacao-fmb7/>>. Acesso em: mar. 2021.

DETRAN-RS (Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Sul). **Ciclista no Trânsito**. Porto Alegre, sem data. Disponível em: <<file:///C:/Users/Cl%C3%A1udio/Downloads/RS%20Ciclista%20no%20tr%C3%A2nsito%20Jan%202013.pdf>>. Acesso em: mar. 2021.

DIRECTORATE - General for Passenger Transport - Ministry of Transport, Public Works and Water Management (Holanda). **The Dutch Bicycle Master Plan - Description and evaluation in an historical context**, Mar. 1999. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20110717071401/http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/The%20Dutch%20Bicycle%20Master%20Plan%201999.pdf>>. Acesso em: dez. 2020.

DOORING. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Dooring>>. Acesso em: jun. 2021.

DORNBOS Signs and Safety. **The History of Road Signs**, Charlotte, USA, Nov 2017. Disponível em: <<https://www.dornbossign.com/sign-blog/the-history-of-road-signs/>>. Acesso em: dez. 2020.

DUTCH Reach. In: WIKIPEDIA Die freie Enzyklopädie, 2021. Disponível em: <https://de.wikipedia.org/wiki/Dutch_Reach>. Acesso em: jun. 2021.

EDMONTON (Cidade). **Complete Streets Design and Construction Standards**. Edmonton, Canadá, 2018. Disponível em: <https://www.edmonton.ca/city_government/documents/PDF/CompleteStreets_DesignStandards_Sept2018.pdf>. Acesso em: out. 2019.

EDUCLETA (Organização não governamental). Chile, 2010. Disponível em: <<https://www.educleta.cl/>> Acesso em: mar. 2021.

ELVIK, R. **Corrigendum to: “Publication Bias and Time-Trend Bias in Meta-Analysis of Bicycle Helmet Efficacy: A Re-Analysis of Attewell, Glase and McFadden, 2001”** [Accid. Anal. Prev. 43 (2011) 1245-1251]. Accident Analysis and Prevention, Vol. 60, 2013, pp. 245-253. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/journal/accident-analysis-and-prevention/vol/60/suppl/C>> Acesso em: mar. 2021.

EMMANUEL, J. **Should wearing a helmet in Nigeria be mandatory for cyclists? Investing In People Who Walk And Cycle** - Share the Road Programme - Annual Report 2018. Published by UN Environment, Feb. 2019. Disponível em: <<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27503/SRP2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: mar. 2021.

ENERGY Probe. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_Probe>. Acesso em: maio 2021.

ENTINI, Carlos Eduardo. **Túnel de Jânio engoliu primeira ciclovia de São Paulo**. Jornal O Estado de São Paulo, set. 2014. Disponível em: <<https://acervo.estadao.com.br/noticias/acervo,tunel-de-janio-engoliu-primeira-ciclovias-de-sao-paulo,10469,0.htm#:~:text=Pista%2C%20constru%C3%ADda%20em%201976%20na,t%C3%BAnel%20sob%20o%20Rio%20Pinheiros&text=Em%20algum%20momento%2C%20entre%20fevereiro,na%20atual%20avenida%20Juscelino%20Kubitschek.>>>. Acesso em: mar. 2021.

ESPAÇO do Trânsito. **Fatores Humanos e a Percepção de Riscos no Trânsito**. Brasil, jun. 2017. Disponível em: <<http://www.espacodotransito.com.br/site/dica/detalhes/sobre/5/fatores-humanos-e-a-percepcao-de-riscos-no-transito.html>>. Acesso em: jun. 2021.

ESTADO de Nova Jersey. **An act in relation to the use of bicycles and tricycles**, p. 184 (1.), Mar. 1888, em Report of the Commissioners Appointed in Compliance with the Provisions of... Mar. 1891. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=adxAAAAAYAAJ&hl=pt-BR&source=gbs_navlinks_s>. Acesso em: jan. 2021.

EUROPEAN Commission – Mobility and Transport. **COWI Active Modes Final Report**. Mar, 2017. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/cowi_active_modes_final_report.zip>. Acesso em: dez. 2020.

EUROPEAN Commission – Mobility and Transport. **Special regulations for pedestrians and cyclists..** Disponível em: <https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/pedestrians/special_regulations_for_pedestrians_and_cyclists_en>. Acesso em: mar. 2021.

EUROPEAN Commission – Mobility and Transport. **Statistics – accidents data**. 2012. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics_en>. Acesso em: jan. 2021.

EUROPEAN Commission. **Annual Accident Report**. Directorate General for Transport, June 2018. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/asr2018.pdf> Acesso em: mar. 2021.

EUROPEAN Commission. **Traffic Safety Basic Facts 2018**. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/bfs20xx_cyclists.pdf>. Acesso em: abr. 2021.

EUROPEAN Cyclists' Federation. **Cycling Beyond the Crisis – COVID-19 measures tracker**. Mar, 2021. Disponível em: <<https://datastudio.google.com/embed/reporting/1ae589b4-e01c-4c27-8336-f683ea516256/page/wkQTB>>. Acesso em: abr. 2021.

EUROPEAN Cyclists' Federation. **Cycling Data**. 2018. Disponível em: <https://ecf.com/cycling-data/netherlands?field_cd_country_region_tid=1700>. Acesso em: mar. 2021.

EUROPEAN Cyclists' Federation. **Cycling facts and figures**. Mar, 2017. Disponível em: <<https://ecf.com/resources/cycling-facts-and-figures>>. Acesso em: dez. 2020.

EUROPEAN Cyclists' Federation. **Cycling Modal Share**. Mar, 2017. Disponível em: <<https://ecf.com/cycling-data/cycling-modal-share>>. Acesso em: dez. 2020.

EUROPEAN Cyclists' Federation. **The benefits of cycling – Unlocking their potential for Europe**. Dec. 2018. Disponível em: <<https://ecf.com/resources/cycling-facts-and-figures>>. Acesso em: Maio 2021.

FALBO, Nick. **Protected Intersections for Bicyclists**, Portland, Estados Unidos, 2014. Disponível em: <<http://www.protectedintersection.com/>>, incluindo vídeo. Transcrição em <http://www.protectedintersection.com/wp-content/uploads/2014/02/Falbo_ProtectedIntersection_Transcript1.pdf> Acesso em: jan. 2021.

FEIJTER, Tycho de. **The 100 Best Cities in the World to Ride a Bicycle**. In: ScanMovers. Holanda, May, 2019. Disponível em: <<https://scanmovers.com/en/blog/the-100-best-cities-world-ride-bicycle>>. Acesso em: out. 2020.

FERENCHAK, Nicholas N. e MARSHALL, Wesley. **The Relative (In)Effectiveness of Bicycle Sharrows on Ridership and Safety Outcomes**. Transportation Research Board – The National Academy of Sciences, Engineering and Medicine. Washington D.C., Estados Unidos, Jan. 2016. Disponível em: <<https://trid.trb.org/view/1393928>>. Acesso em: maio 2021.

FERRER, Isabel. **Semáforos inteligentes para ciclistas são grande sucesso em Roterdã**. El País. Haia, Holanda. Maio, 2017. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2017/03/17/tecnologia/1489765144_437524.html>. Acesso em: fev. 2021.

FHWA (Federal Highway Administration). **A Bikeway Criteria Digest: The ABCDs of Bikeways**. Washington, D.C.: U.S. Department of Transportation. Estados Unidos, 1977. Apud UNIVERSITY of South Florida. **A Summary of Design, Policies and Operational Characteristics for Shared Bicycle/Bus Lanes** - Center for Urban Transportation Research. Tampa, Estados Unidos, July. 2012. Disponível em: <https://nacto.org/wp-content/uploads/2015/04/summary_design_policies_and_operational_characteristics_bus_lanes_hillsman.pdf>. Acesso em: maio 2021.

FHWA (Federal Highway Administration). **Bicycle Crash Statistics** – Bikesafe: Bicycle Safety Guide and Countermeasure Selection System. U.S. Department of Transportation. Estados Unidos, 2014. Disponível em: <http://pedbikesafe.org/bikesafe/guide_statistics.cfm>. Acesso em: maio 2021.

FHWA (Federal Highway Administration). **Separated Bike Lane Planning and Design Guide**. U.S. Department of Transportation. Estados Unidos, May 2015. Disponível em: <https://www.fhwa.dot.gov/environment/bicycle_pedestrian/publications/separated_bikelane_pdg/separatedbike_lane_pdg.pdf>. Acesso em: maio 2021.

FIETSBERAAD. **Het fietsbeleid van de Europese toppers: langdurig en integraal**. Roterdã, Holanda, dec. 2009. Disponível em: <<https://www.fietsberaad.nl/getmedia/ed9ed16a-5481-401e-a197-10fbf75e8d13/Fietsberaadpublicatie-7-Het-fietsbeleid-van-de-Europese-toppers-langdurig-en-integraal.pdf.aspx?ext=.pdf>>. Acesso em: maio 2021.

FOCUS.JOR. **Fortaleza reduz mortes no trânsito, atinge meta da ONU e é destaque internacional**. Fev. 2021. Disponível em: <<https://www.focus.jor.br/fortaleza-reduz-mortes-no-transito-atinge-meta-da-onu-e-e-destaque-internacional/>>. Acesso em: maio 2021.

FORTRAN Traffic. Catálogo de produtos da empresa. Canadá, 2021. Disponível em: <<https://www.fortrantraffic.com/product-category/heads/>>. Acesso em: jun. 2021.

FRANKLIN, J. **Two decades of the Redway cycle paths of Milton Keynes**. Traffic Engineering and Control, Aug. 1999. Apud BIKEWAY controversies. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bikeway_controversies>. Acesso em: maio 2021.

FRANKLIN, John. **A History of Cycle Paths**, sem data. Disponível em: <<http://www.cyclecraft.co.uk/digest/history.html>>. Acesso em: jan. 2021.

FREIRE, Lilian Rose da Silva Carvalho. **Respeito à Travessia do Pedestre em Faixas da Cidade de São Paulo**. NT 265. Notas Técnicas da CET – Companhia de Engenharia de Tráfego, Jul. 2020. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/1079496/NT265.pdf>>. Acesso em: abr. 2021.

G1 - Em Movimento. **Sete cidades no mundo que são modelos de mobilidade urbana**. Especial publicitário CCR. Fev. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/especial-publicitario/em-movimento/noticia/sete-cidades-no-mundo-que-sao-modelos-de-mobilidade-urbana.ghtml>>. Acesso em: jul. 2021.

GANELES, Jennifer; PRINGLE, Christopher; W Naomi. **The Evolution of Bikes and Bike Lanes**. Revista online Public Action. May, 2014. Disponível em: <https://eportfolios.macaulay.cuny.edu/adiv14_magazine/2014/05/18/the-evolution-of-bikes-and-bike-lanes/>. Acesso em: nov. 2020.

- GARCIA, L. P.; FREITAS, L.R.S.; DUARTE, E.C. **Mortalidade de ciclistas no Brasil: características e tendências no período 2000 – 2010**. Revista Brasileira de Epidemiologia, vol.16, nº 4. São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-790X2013000400012>>. Acesso em: abr. 2019.
- GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Manual de Planejamento Cicloviário**. Ministério dos Transportes. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://projects.mcrit.com/tiete/attachments/article/291/Manual%20de%20planejamento%20ciclovi%C3%A1rio%20-%20GEIPOT%20-%202001.pdf>>. Acesso em: jun. 2021.
- GENOSO, Lucas. **Uma geração sem carro**. Revista IstoÉ. Set. 2018. Disponível em: <<https://istoe.com.br/uma-geracao-sem-carro/>>. Acesso em: jul. 2021.
- GENZIUK, Shane. **A Striped History – The Story Of The Zebra Crossing**. Ground to Ground. Londres, July 2013. Disponível em: <<https://groundtground.org/2013/07/10/striped-history-story-zebra-crossing/>>. Acesso em: jan. 2021.
- GIDDINGS, Caitlin. **The World’s Coolest Bike Infrastructure**. Bicycling, A Part of Hearst Digital Media. Estados Unidos, Dec. 2015. Disponível em: <<https://www.bicycling.com/news/g20006089/the-world-s-coolest-bike-infrastructure/>>. Acesso em: maio 2021.
- GIDDINGS, Caitlin. **This City Is Adding Bike-Friendly Traffic Lights at Every Intersection**. Bicycling, A Part of Hearst Digital Media. Estados Unidos, Feb. 2016. Disponível em: <<https://www.bicycling.com/news/a20013757/this-city-is-adding-bike-friendly-traffic-lights-at-every-intersection/>>. Acesso em: fev. 2021.
- GIESBRECHT, Alexandre. **O primeiro semáforo com botoeira de São Paulo faz 50 anos**. Site Histórias Paulistanas, out 2016. Disponível em: <<http://www.historiaspaulistanas.com.br/index.php/primeiro-semaforo-botoeira-sao-paulo/>>. Acesso em: mar. 2021.
- GILPIN, Joe et al. **Lessons Learned: Evolution of the Protected Intersection**. Alta Planning + Design. Portland, Estados Unidos, 2015. Disponível em: <https://altago.com/wp-content/uploads/Evolution-of-the-Protected-Intersection_ALTA-2015.pdf>. Acesso em: jan. 2021.
- GOOGLE Maps. Disponível em: <<https://www.google.com/maps>>. Acesso em: 2020/2021.
- GOOGLE Street View. Disponível em: <<https://www.google.com/maps>>. Acesso em: 2020/2021.
- GUIA Global de Desenho de Ruas (Global Street Design Guide). Initiative, National Association of City Transportation Officials. Tradução de Daniela Tiemi Nishimi de Oliveira. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2018.
- GZH Porto Alegre. **Acidentes com bicicletas em Porto Alegre diminuem 10% em relação a 2019, mas pontos críticos reforçam necessidade de melhorias na infraestrutura**. Dez. 2020. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2020/12/acidentes-com-bicicletas-em-porto-alegre-diminuem-10-em-relacao-a-2019-mas-pontos-criticos-reforcam-necessidade-de-melhorias-na-infraestrutura-ckiuavjks0005017w86j9wc4k.html>>. Acesso em: abr. 2021.
- HARRIS, Anne M. et al. **Comparing the effects of infrastructure on bicycling injury at intersections and non-intersections using a case-crossover design**. National Center for Biotechnology Information - NCBI. Bethesda, Estados Unidos, Feb. 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3786647/>>. Acesso em: maio 2021.
- HAWK, Christopher. **Why is it that a large number of cyclists seem to think that traffic laws and lights/signs don't apply to them?** In: Quora. Oct. 2013. Disponível em: <<https://www.quora.com/Why-is-it-that-a-large-number-of-cyclists-seem-to-think-that-traffic-laws-and-lights-signs-dont-apply-to-them>>. Acesso em: mar. 2021.

HAWKINS Jr., Gene H. Evolution of the MUTCD: Early Editions of the MUTCD, Estados Unidos, Aug. 1992. Disponível em: <https://ceprofs.civil.tamu.edu/ghawkins/MUTCD-History_files/MUTCDhistory2.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

HEBENSTREIT, Cornelia et al. **Policy Definition and dynamic Policy Selection Algorithms**. Projeto COLOMBO - Cooperative Self-Organizing System for low Carbon Mobility at low Penetration Rates. Europa, Nov. 2015. Disponível em: <https://elib.dlr.de/114543/1/COLOMBO_D6-4%20Educational%20toolkit.pdf>. Acesso em: maio 2021.

HEMBROW, David. **The best traffic light solution for cyclists. Simultaneous Green scales to almost any size of junction. Safe, convenient**. Site A View From the Cycle Path, May 2014. Disponível em: <<http://www.aviewfromthecyclepath.com/2014/05/the-best-traffic-light-solution-for.html>>. Acesso em: jan. 2021.

HERMAN, Dave. **What's New in our Making A Museum Exhibit? Walk/Dont Walk Pedestrian Signal** - The City Reliquary, Apr. 2019. Disponível em: <<http://www.cityreliquary.org/whats-new-in-our-making-a-museum-exhibit-walk-dont-walk-pedestrian-signal/>>. Acesso em: jan. 2021.

HISTORY of cycling infrastructure. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2020. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_cycling_infrastructure>. Acesso em: nov. 2020.

HISTORY of the bicycle. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2020. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_bicycle>. Acesso em: set. 2020.

HISTORY.com. **First electric traffic signal installed**. A&E Television Networks, Nov. 2009, atualizado em Aug. 2020. Disponível em: <<https://www.history.com/this-day-in-history/first-electric-traffic-signal-installed>>. Acesso em: jan. 2021.

HOOK Turn. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hook_turn>. Acesso em: fev. 2021.

HYPENESS. **62% dos millennials não pensam em comprar carro**. Como isso muda a indústria automotiva? Mai, 2018. Disponível em: <<https://www.hypeness.com.br/2018/05/62-dos-millennials-nao-pensam-em-comprar-carro-como-isso-muda-a-industria-automotiva/>>. Acesso em: jul. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Estimativas da População – 2007-2015. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=17283&t=downloads>>. Acesso em: abr. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Tabela 6579 - População residente estimada. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>>. Acesso em: abr. 2021.

IDAHO Stop. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Idaho_stop>. Acesso em: fev. 2021.

IEMA Instituto de Energia e Meio Ambiente. **A bicicleta e as cidades: Como inserir a bicicleta na política de mobilidade urbana**. [s.n.], 2010. 87 p. ISBN 978-85-63187-02-4. Disponível em: <www.energiaeambiente.org.br>. Citado na página 98. Acesso em: fev. 2021

ITERIS. **SmartCycle Bike Indicator - Providing confirmation of successful bike detection at red lights**. July 2018. Disponível em: <https://cdn.shopify.com/s/files/1/1720/0143/files/SmartCycle_Bike_Indicator_Jul_2018_R4.pdf?5831759997176338909>. Acesso em: mar. 2021.

JOHNSON, M.; CHARLTON, J.; OXLEY, J.; NEWSTEAD, S. **Why do cyclists infringe at red lights? An investigation of Australian cyclists' reasons for red light infringement.** *Accident Analysis and Prevention*, 50. 2013. pp. 840-847

JOHNSON, Marilyn. Seeing red: Why cyclists ride through traffic lights. Mar. 2013. Disponível em: <<https://phys.org/news/2013-03-red-cyclists-traffic.html>>. Acesso em: jan. 2021.

KOEMER, Karl Franz – **Características e custos dos acidentes com ciclistas em rodovias federais.** Dissertação de Mestrado/UNB – Brasília, 2017- 115 p.

KOONCE, Peter. **Leading Bicycle Interval.** Blog rEvolving Transportation. Portland, EUA, July 2011. Disponível em: <<http://koonceportland.blogspot.com/2011/07/leading-bicycle-interval.html>>. Acesso em: jun. 2021.

LANE, Tony. **A short history of Pedestrian Crossing.** 1, 2 drive. Londres, Mar. 2017. Disponível em: <<https://12drive.co.uk/a-short-history-of-pedestrian-crossing/>>. Acesso em: jan. 2021.

LAWRENCE Solomon. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Lawrence_Solomon>. Acesso em: maio 2021.

LINDERHOLM, Leif. **Traffic Safety Evaluation of Engineering Measures - Development of a Method and its Application to How Physical Lay-Outs Influence Bicyclists at Signalized Intersections.** University of Lund - Lund Institute Of Technology - Department Of Traffic Planning And Engineering. Lund, Suécia, 1992, 171 p., p. 94. Disponível em: <https://www.ictct.net/wp-content/uploads/SMoS_Library/LIB_Linderholm_1992.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

LINDLEY, Jeffrey A. **MUTCD – Interim Approval for Optional Use of a Bicycle Signal Face (IA-16).** U.S. Department of Transportation – Federal Highway Administration (FHWA) – Highway History. Estados Unidos, Dec. 2013. Disponível em: <https://mutcd.fhwa.dot.gov/resources/interim_approval/ia16/index.htm>. Acesso em: mar. 2021.

LOPES, Denise L. **A Bicicleta Elétrica: Usos, Legislação, Comparações e Considerações.** São Paulo, 2019.

LUUD Schimmelpennink. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Luud_Schimmelpennink>. Acesso em: jan. 2021.

MADDOX, Heath (2001). "Another look at Germany's bicycle boom: implications for local transportation policy & planning strategy in the USA" (PDF). *World Transport Policy & Practice*. 7 (3): 44–8. Apud BIKEWAY controversies. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bikeway_controversies>. Acesso em: maio 2021.

MALATESTA, Maria Ermelina. **A História dos estudos de bicicletas na CET – Boletim Técnico 50.** Companhia de Engenharia de Tráfego, 58p. 2012. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/135472/btcetsp50.pdf>>. Acesso em: jan. 2021.

MAPILLARY. Disponível em: <<https://www.mapillary.com/app/>> Acesso em: 2020/2021.

MARLI, Mônica. **Conheça os fatos que marcaram a história de cada censo demográfico.** Revista Retratos. Agência IBGE Notícias, 2019. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/25685-conheca-os-fatos-que-marcam-a-historia-de-cada-censo-demografico#:~:text=O%20Recenseamento%20Geral%20de%201960,das%20pessoas%20e%20dos%20domic%C3%ADios>> Acesso em: maio 2021.

MARY Ward (scientist). In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Mary_Ward_\(scientist\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Mary_Ward_(scientist))>. Acesso em: jan. 2021.

MASSACHUSETTS Department of Transportation – MassDOT. **Separated Bike Lane Planning & Design Guide: Chapter 6, Signals.** Estados Unidos, Oct. 2017. Disponível em: <<https://www.mass.gov/doc/chapter-6-signals/download>>. Acesso em: jun. 2021.

NACTO – National Association of City Transportation Officials. **Shared Micromobility in the U.S.: 2018**. Nova York, Estados Unidos, 2019. Disponível em: <<https://nacto.org/shared-micromobility-2018/>>. Acesso em: maio 2021.

NACTO – National Association of City Transportation Officials. **Transit Street Design Guide - Shared Bus-Bike Lane**. Nova York, Estados Unidos, Apr. 2016. Disponível em: <<https://nacto.org/publication/transit-street-design-guide/transit-lanes-transitways/transit-lanes/shared-bus-bike-lane/>>. Acesso em: junho 2021.

NACTO – National Association of City Transportation Officials. **Transit Street Design Guide - Shared Cycle Track Stop**. Nova York, Estados Unidos, Apr. 2016. Disponível em: <<https://nacto.org/publication/transit-street-design-guide/stations-stops/stop-configurations/shared-cycle-track-stop/>>. Acesso em: maio 2021.

NACTO – National Association of City Transportation Officials. **Urban Bikeway Design Guide – Bicycle Signal Heads**. Nova York, Estados Unidos, 2011. Disponível em: <<https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/bicycle-signals/bicycle-signal-heads/>> Acesso em: out. 2019.

NASCIMENTO, Douglas. **As porteiras do Brás**. Site São Paulo Antiga, maio 2015. Disponível em: <<https://saopauloantiga.com.br/as-porteiras-do-bras/>>. Acesso em: mar. 2021.

NATIONAL Cooperative Highway Research Program. **NCHRP REPORT 600 - Human Factors Guidelines for Road Systems - Second Edition**. Transportation Research Board of the National Academies. Washington, D.C. – Estados Unidos, 2012. Disponível em: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_600second.pdf>. Acesso em: maio 2021.

NEW YORK City Department of Parks & Recreation. **Ocean Parkway Malls**, sem data. Disponível em: <<https://www.nycgovparks.org/parks/ocean-parkway-malls/history>>. Acesso em: dez. 2020.

NEW YORK City Department of Transportation. **Protected Bicycle Lanes in NYC**. Estados Unidos, Sep. 2014. Disponível em: <<http://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/2014-09-03-bicycle-path-data-analysis.pdf>>. Acesso em: mar. 2021.

NHTSA's National Center for Statistics and Analysis. **Traffic Safety Facts – 2005 Data** - U.S. Department of Transportation – National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Estados Unidos, 2006. Disponível em: <<https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/810623>>. Acesso em: mar. 2021.

NHTSA's National Center for Statistics and Analysis. **Traffic Safety Facts – 2012 Data** - U.S. Department of Transportation – National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Estados Unidos, Apr. 2014. Disponível em: <<https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812018>>. Acesso em: mar. 2021.

NHTSA's National Center for Statistics and Analysis. **Traffic Safety Facts – 2017 Data** - U.S. Department of Transportation – National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Estados Unidos, June 2019. Disponível em: <<https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812765>>. Acesso em: mar. 2021.

NHTSA's National Center for Statistics and Analysis. **Traffic Safety Facts – 2018 Data** - U.S. Department of Transportation – National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Estados Unidos, July 2020. Disponível em: <<https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812884>>. Acesso em: mar. 2021.

OBSERVATÓRIO Nacional de Segurança Viária. **Estatísticas – Iris**, O portal de estatísticas do Observatório. Brasil, 2017. Disponível em: <<http://iris.onsv.org.br/iris-beta/#/stats/tables>>. Acesso em: mar. 2021.

OPENCYCLEMAP. Disponível em: <<http://opencyclemap.org/>> Acesso em: 2020/2021.

OREGON Department of Transportation e Federal Highway Administration (FHWA). **Operational Guidance for Bicycle-Specific Traffic Signals in The United States**. EUA, 2013. Disponível em <https://www.oregon.gov/odot/Programs/ResearchDocuments/SPR747_Bicycle_Specific.pdf>. Acesso em: out. 2019.

OUTDOOR Foundation. **Topline Outdoor Recreation - Participation Report**. Boulder, EUA, 2011. Disponível em: <<https://outdoorindustry.org/wp-content/uploads/2017/05/ResearchParticipation2011Topline.pdf>>. Acesso em: out. 2019.

PAI, C.W.; JOU, R.C. **Cyclists' red-light running behaviours: an examination of risk-taking, opportunistic, and law-obeying behaviours**. *Accident Analysis and Prevention*, 62 (2013), pp. 191-198.

PARKER, Jeremy. Getting Rid of Cyclists, sem data. Disponível em: <<http://notanothercyclingforum.net/bikereader/contributors/parker/gettingrid.html>>. Acesso em: dez. 2020.

PASANEN, Dr. Eero. **The risks of cycling**. Helsinki City Planning Department - Traffic Planning Division. Helsinki, Mar. 2001. Disponível em: <<http://www.bikexprt.com/research/pasanen/helsinki.htm>>. Acesso em: jan. 2021.

PEDBIKEINFO – Pedestrian and Bicycle Information Center. **Bicycle Signal Heads**. 2012. Disponível em: <http://www.pedbikeinfo.org/ARCHIVE/planning/facilities_crossings_bikesignals.cfm>. Acesso em: dez. 2020.

PEDESTRIAN crossing. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Pedestrian_crossing>. Acesso em: jan. 2021. Foto: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Police_crossing_notice_1868.png>

PEEL, Região. **Pedestrian and Bicycle Facility Design Guidance**. Canadá, sem data. Disponível em: <<https://www.peelregion.ca/construction/pdf/pedestrian-bicycle-facility-design-guidance.pdf>>. Acesso em: out. 2019.

PETRIS, Pietro Battisti. **Origem e evolução dos capacetes**. 2019. Disponível em: <<https://revistabicicleta.com/historias-da-bicicleta/origem-e-evolucao-dos-capacetes-2/>>. Acesso em: abr. 2021.

PILSĒTA Cilvēkiem (Cidade para Pessoas - homepage). **Amsterdama nav Amsterdama**. Riga, Letônia. Mar 2019. Disponível em: <<https://www.pilsetacilvekiem.lv/amsterdama-nav-amsterdama/>>. Acesso em: mar. 2021. Foto 2018 (Google Maps): <https://www.google.com/maps/@52.3699269,4.9007608,3a,70.2y,342.89h,103.73t/data=!3m6!1e1!3m4!1sHka77ufvelQlbiW_kcoPsw!2e0!7i16384!8i8192!5m1!1e3>

PORTO Alegre (Prefeitura). **Plano Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre**, set. 2008. Disponível em: <http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/eptc/usu_doc/pdci_relatorio_final.pdf>. Acesso em: mar. 2021.

PROTECTED intersection. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Protected_intersection>. Acesso em: jan. 2021.

PUBLIC Safety Magazine. Publicada pelo National Safety Council, Estados Unidos, Feb. 1934 *apud* WEINGROFF, Richard F. **Where was the First Walk/Don't Walk Sign Installed?** U.S. Department of Transportation – Federal Highway Administration (FHWA) – Highway History. Estados Unidos, June 2017. Disponível em: <<https://www.fhwa.dot.gov/infrastructure/walk.cfm>>. Acesso em: jan. 2021.

PUCHER, J.; DILL, J.; HANDY, S. **Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review**. Preventive Medicine, Elsevier Inc., v. 50, p. S106–S125, 2010. ISSN 00917435. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.07.028>> Citado 4 vezes nas páginas 89, 98, 100 e 101. Acesso em: mar. 2021

PUCHER, John; BUEHLER, Ralph. **Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany**. Bloustein School of Planning and Public Policy, Rutgers University. New Brunswick, Estados Unidos, 2008. Artigo em Transport Reviews. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228351600_Making_Cycling_Irresistible_Lessons_from_The_Netherlands_Denmark_and_Germany>. Acesso em: abr. 2021.

- RIBEIRO, Ana. **De 1976 a 2017: uma breve história da bicicleta na cidade**. Jornal Folha de São Paulo/UOL, abr. 2017. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/saopaulo/2017/04/1871611-de-1976-a-2017-uma-breve-historia-da-bicicleta-na-cidade.shtml>>. Acesso em: Fev. 2021.
- RIBEIRO, Felipe. **Conselho Europeu sugere fim dos carros a combustão em 2035**. Canaltech. Dez. 2020. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/carros/conselho-europeu-sugere-fim-dos-carros-a-combustao-em-2035-176276/>>. Acesso em: jul. 2021.
- RICHTER, Felix. **COVID-19 Pandemic Fuels Bicycle Boom**. In: Statista, May 2020. Disponível em: <<https://www.statista.com/chart/21794/year-over-year-change-in-bicycle-sales-in-the-us/>>. Acesso em: abr. 2021.
- ROAD Safety Signs. **History of Bicycle Safety: Re-Inventing Two Wheels**. Sem data. Disponível em: <<https://www.roadtrafficsigns.com/history-of-bike-safety>>. Acesso em: abr. 2021
- ROUZEAU, Pierre. **Protected crossing**. Nov. 2019. Disponível em: <<https://github.com/PRouzeau/Protected-crossing>>. Acesso em: fev. 2021.
- RTV Utrecht. **ANWB viert 135-jarig jubileum bij eerste fietspad van Nederland**, Juli 2018. Disponível em: <<https://www.rtvutrecht.nl/nieuws/1788216/anwb-viert-135jarig-jubileum-bij-eerste-fietspad-van-nederland.html>>. Acesso em: dez. 2020.
- SACONI, Rose. **Primeiro semáforo de SP foi nstalado no Brás**. Jornal O Estado de São Paulo, mar. 2013. Disponível em: <[https://manualurbano.prefeitura.sp.gov.br/](https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,primeiro-semaforo-de-sp-foi-instalado-no-bras-imp-1005848#:~:text=Foi%20no%20Br%C3%A1s%2C%20no%20centro,Servi%C3%A7o%20de%20Tr%C3%A2nsito%20(DST).>. Acesso em: mar. 2021.</p>
<p>SÃO Paulo (Cidade). Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias. São Paulo, dez. 2020. Disponível em: < Acesso em: fev. 2021.
- SÃO Paulo (Cidade). **Plano Cicloviário do Município de São Paulo**. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/media/1100812/Plano-Ciclov%C3%A1rio_2020.pdf>. Acesso em: maio 2021.
- SCHMIDT, Achim. **The Guide to Cycling Ergonomics**. Empresa ErgoTec – Alemanha, 2012. Disponível em: <<http://cyclingright.com/en/>>. Acesso em: mar. 2021.
- SCHOFIELD, Hugh. **The city that lets cyclists jump red lights**, BBC News Magazine. Paris, Aug. 2015. Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/magazine-33773868>>. Acesso em: fev. 2021.
- SEATTLE (Cidade). **Seattle Right-of-Way Improvements Manual - Bike Intersection Design**. Seattle, EUA, Sep. 2017. Disponível em: <<https://streetsillustrated.seattle.gov/design-standards/bicycle/bike-intersection-design/>>. Acesso em: out. 2019.
- SÉCURITÉ Routière Tous Responsable. **Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière - 6ème Partie: Feux de circulation permanents**. França, mar. 2013. Disponível em: <http://www.equipementsdelaroute.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/IISR_6ePARTIE_vc20130321_cle51fc37.pdf>. Acesso em: jun. 2021.
- SHARED lane marking. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2020. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Shared_lane_marking>. Acesso em: dez. 2020.
- SINALIZAÇÃO de trânsito no Brasil. In: WIKIPÉDIA A Enciclopédia Livre, 2021. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sinaliza%C3%A7%C3%A3o_de_tr%C3%A2nsito_no_Brasil>. Acesso em: abr. 2021.
- SLOVENIAN Traffic Safety Agency. **Best Practiice Examples of Safe Cycliing in Europe**. Liubliana, Eslovênia, Apr. 2014. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/cycling-guidance/best_practice_examples_of_safe_cycling_in_europe.pdf>. Acesso em: abr. 2021.

SOLOMON, Lawrence. **Lawrence Solomon: Ban the bike! How cities made a huge mistake in promoting cycling.** In: Financial Post. Canadá, Dec. 2017. Disponível em: <<https://financialpost.com/opinion/lawrence-solomon-ban-the-bike-how-cities-made-a-huge-mistake-in-promoting-cycling>>. Acesso em: abr. 2021.

STATISTA Research Department. **Number of bicycles and e-bikes sold in Germany from 2013 to 2020.** Mar, 2021. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/561654/bicycle-sales-statistics-for-germany/>>. Acesso em: abr. 2021.

STATISTA Research Department. **Sales value of bicycles and e-bikes in Germany from 2013 to 2020.** Mar, 2021. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/561662/bicycle-sales-revenue-germany/>>. Acesso em: abr. 2021.

SUPER Cykelstier. **Vi tester nedtællingssignaler.** Copenhagen, 2019. Disponível em: <<https://supercykelstier.dk/vi-tester/>>. Acesso em: mar. 2021.

TELEGRAPH Travel. **Should cyclists jump red lights?** The Telegraph. London, Jan. 2019. Disponível em: <<https://www.telegraph.co.uk/travel/travel-views-of-the-week/cyclists-red-lights/>>. Acesso em: fev. 2021.

THE GUARDIAN. **How Amsterdam became the bicycle capital of the world,** Londres, May 2015. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/cities/2015/may/05/amsterdam-bicycle-capital-world-transport-cycling-kindermoord>>. Acesso em: dez. 2020.

THOMPSON, D.C.; RIVARA, F.; THOMPSON, R. **Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists.** In: The Cochrane Collaboration, Rivara F. Cochrane Database of Systematic Reviews. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 1999.

TOP10HELL. **Top 10 Countries with Most Bicycles per Capita.** Mar. 2011. Disponível em: <<http://top10hell.com/top-10-countries-with-most-bicycles-per-capita/>> Acesso em: mar. 2021.

TORTEL, François. **Cédez-le-passage cyclist au feu rouge,** Éditions du Certu. França, Déc. 2012. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20140222062421/http://www.lacub.fr/sites/default/files/PDF/deplacements/velo/tourne-a-droite-fiche-certu.pdf>>. Acesso em: fev. 2021.

TRAFFIC Calming. In: WIKIPÉDIA A Enciclopédia Livre, 2021. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Traffic_calming>. Acesso em: junho 2021.

TRAFFIC Light. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2020. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Traffic_light>. Acesso em: nov. 2020.

TRANSPORTATION Association of Canada (TAC), **Manual of Uniform Traffic Control Devices for Canada** apud Operational Guidance for Bicycle-Specific Traffic Signals in The United (2013). Canadá, 2008.

TRANSPORTATION Association of Canada (TAC), **Traffic Signal Guidelines for Bicycles, Final Report, 2004.** Canadá, 2004. Disponível em: <<https://www.toronto.ca/legdocs/2004/agendas/committees/cp/cp040311/it001b.pdf>>. Acesso em: out. 2019.

TRAVEL Channel. **Top 13 Cycling Cities in the US.** Estados Unidos, sem data. Disponível em: <<https://www.travelchannel.com/interests/outdoors-and-adventure/photos/top-cycling-cities-in-the-us>>. Acesso em: nov. 2020.

UK: Cycle Routes, Traffic Advisory Leaflet 5/95, UK Department for Transport, 1995 apud BIKEWAY controversies. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bikeway_controversies>. Acesso em: maio 2021.

UNIVERSITY of South Florida. **A Summary of Design, Policies and Operational Characteristics for Shared Bicycle/Bus Lanes** - Center for Urban Transportation Research. Tampa, Estados Unidos, July. 2012. Disponível em: <https://nacto.org/wp-content/uploads/2015/04/summary_design_policies_and_operational_characteristics_bus_lanes_hillsman.pdf>. Acesso em: maio 2021.

VASCOUTO, Lara. **A História da Bicicleta Urbana na Dinamarca e Holanda**. Nó de Oito, sem data. Disponível em: <<https://nodeoito.com/bicicleta-dinamarca-e-holanda/>>. Acesso em: dez. 2020.

VEHICULAR cycling. In: WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicular_cycling>. Acesso em: mar. 2021.

VEIGA, Edson. **Nos anos 1970, a primeira ciclovia** – Do fundo do baú. Jornal O Estado de São Paulo, jan. 2017. Disponível em: <<https://sao-paulo.estadao.com.br/blogs/edison-veiga/nos-anos-1970-a-primeira-ciclovia/>>. Acesso em: fev. 2021.

VERKEERSKUNDE. **De Maliebaan in Utrecht, 125 jaar fietspad**, Dec. 2019. Disponível em: <<https://www.verkeerskunde.nl/artikel/de-maliebaan-in-utrecht-125-jaar-fietspad>>. Acesso em: dez. 2020.

VIC Roads. **Bike Ed**. Victoria, Austrália, sem data. Disponível em: <<https://www.vicroads.vic.gov.au/safety-and-road-rules/road-safety-education/primary-schools/bike-ed>>. Acesso em: mar. 2021.

VIEIRA, Bárbara Muniz. **Capital paulista tem aumento de 66% nas vendas de bicicletas em 2020, diz associação**. Site G1, mar. 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/03/28/capital-paulista-tem-aumento-de-66percent-nas-vendas-de-bicicletas-em-2020-diz-associacao.ghtml>>. Acesso em: mar. 2021.

VINOD, Ashwin. **The History And Evolution Of Traffic Lights**, Science ABC, July 2020. Disponível em: <<https://www.scienceabc.com/innovation/ready-steady-go-the-evolution-of-traffic-lights.html>>. Acesso em: jan. 2021.

VIRGÍNIA (Estado). Code of Virginia - § 46.2-100. Definitions. Estados Unidos, 2020. Disponível em: <<https://law.lis.virginia.gov/vacode/46.2-100/>>. Acesso em: mar. 2010.

WAGENBUUR, Mark. **Dynamic sign to indicate the fastest cycle route**. Bicycle Dutch. Holanda, Oct. 2014. Disponível em: <<https://bicycledutch.wordpress.com/2014/10/09/dynamic-sign-to-indicate-the-fastest-cycle-route/>>. Acesso em: jan. 2021.

WAGENBUUR, Mark. **Road signs for cycling in the Netherlands**. Bicycle Dutch. Holanda, June. 2012. Disponível em: <<https://bicycledutch.wordpress.com/2012/06/04/road-signs-for-cycling-in-the-netherlands/>>. Acesso em: abr. 2021.

WAGNER, Lise. **1868-2019: a Brief History of Traffic Lights**. Inclusive City Maker, Estados Unidos, 2020. Disponível em: <<https://www.inclusivecitymaker.com/1868-2019-a-brief-history-of-traffic-lights/>>. Acesso em: jan. 2021.

WAGNER, Lise. **Accessible Pedestrian Signals (APS): a Century of Change**. Inclusive City Maker, Estados Unidos, 2020. Disponível em: <<https://www.inclusivecitymaker.com/accessible-pedestrian-signals-aps-a-century-of-change/>>. Acesso em: jan. 2021.

WARDLAW, Malcolm J. **History, risk, infrastructure: perspectives on bicycling in the Netherlands and the UK**. Journal of Transport & Health. Volume 1, Issue 4, Dec. 2014, Pages 243-250. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214140514000838>>. Acesso em: abr. 20201.

WEINGROFF, Richard F. **Where was the First Walk/Don't Walk Sign Installed?** U.S. Department of Transportation – Federal Highway Administration (FHWA) – Highway History. Estados Unidos, June 2017. Disponível em: <<https://www.fhwa.dot.gov/infrastructure/walk.cfm>>. Acesso em: jan. 2021.

WEINREICH, Marianne e VESTERGAARD, Maja Sig. **ITS solutions for cyclists**. Rambøll Gruppen A/S. Site Cycling Embassy of Denmark. Odense, Dinamarca, Aug. 2019. Disponível em: <<https://cyclingsolutions.info/its-solutions-for-cyclists/>>. Acesso em: fev. 2021.

WIRED (Revista online). **Sept. 13, 1899: New Yorker Becomes First U.S. Pedestrian Killed by Car**, Condé Nast Inc. Estados Unidos, Sep. 2007. Disponível em: <<https://www.wired.com/2007/09/dayintech-913/>>. Acesso em: jan. 2021.

BOLETINS TÉCNICOS CET

TÍTULOS PUBLICADOS

Disponíveis em: <http://www.cetsp.com.br/consultas/publicacoes/boletins-tecnicos.aspx>

1. *Redução do Consumo de Combustível: Ações na circulação e no transporte (1977)*
2. *Redução dos Acidentes de Tráfego: Proposta de medidas para um Plano de Ação (1977)*
3. *São Paulo e a Racionalização do uso de Combustível (1977)*
4. *Pesquisa Aerofotográfica da Circulação Urbana: Análise de um Projeto Piloto (1977)*
5. *Noções Básicas de Engenharia de Tráfego (1977)*
6. *Engenharia de Campo (1977)*
7. *Projeto SEMCO: Sistema de Controle de Tráfego em Áreas de São Paulo (1977)*
8. *Ação Centro (1978)*
9. *COMONOR: Comboio de Ônibus Ordenados (1978)*
10. *Sistema de Controle de Tráfego – Aplicação de Programa Transyt (1978)*
11. *POT – Programa de Orientação de Tráfego (1978)*
12. *Controlador Atuado (1978)*
13. *Sinalização Vertical: Montagem e Implantação (1978)*
14. *Fiscalização da Sinalização Horizontal (1978)*
15. *Projeto de Intersecções em Nível – Canalização (1978)*
16. *Métodos para Cálculos da Capacidade de Intersecções Semaforizadas (1978)*
17. *Áreas de Pedestres (1978)*
18. *Transportes por Ônibus Contratado (1978)*
19. *Áreas de Pedestres: Técnicas e Aplicações (1978)*
20. *Impacto de Investimento do Sistema Viário (1979)*
21. *Um Estudo sobre os Problemas de Estacionamento de Veículos (1979)*
22. *COMONOR II: Comboio de Ônibus Ordenados nas avenidas Rangel Pestana e Celso Garcia (1979)*
23. *Educação de Trânsito via Comunicação Social (1979)*
24. *Projeto Piloto: Deficientes Físicos e Visuais (1980)*
25. *Projeto Brigadeiro – Faixa Exclusiva de Ônibus no Contra-fluxo (1980)*
26. *Operação Especial – Visita do Papa João Paulo II (1981)*
27. *Iluminação e Visibilidade (1982)*
28. *Sistema de Administração de Multas – DSV (1982)*
29. *Atividades Básicas da Operação de Trânsito (1982)*
30. *Impacto de Obras na Via Pública (1982)*
31. *Pesquisa e Levantamento de Tráfego (1982)*
32. *Pólos Geradores de Tráfego (1983)*
33. *Áreas de Estacionamento e Gabaritos de Curvas Horizontais (1984)*
34. *Tarifa de Ônibus Urbano (1985)*
35. *Análise e Dimensionamento da oferta de Transportes por ônibus – Metodologia (1985)*
36. *Pólos Geradores de Tráfego II (2000)*
37. *Operação Horário de Pico (2005)*
38. *O Controle de Semáforos em Tempo Real (2005)*
39. *Serviço de Valet - Regulamentação de estacionamento e parada (2006)*
40. *Mobilidade Urbana Sustentável - Fator de inclusão da pessoa com deficiência (2006)*
41. *Manutenção - sistema integrado de gerenciamento (2006)*
42. *Investigação de Acidentes de Trânsito Fatais (2008)*
43. *Cobrança de eventos - Legislação, Razões e Critérios (2008)*
44. *Operação de Trânsito - Um Desafio Permanente (2008)*
45. *Fazendo Escola - Capacitação de Professores (2009)*
46. *Modelo de Atração de Automóveis por Shopping Center (2011)*
47. *Zona de Máxima Restrição de Circulação - ZMRC - Restrição ao Trânsito de Caminhões (2011)*
48. *Nova Paulista - Uma Quebra de Paradigmas (2011)*
49. *Educação a distância (2011)*
50. *História dos estudos de bicicleta na CET (2012)*
51. *Estudo de viabilidade de Zona Azul (2012)*
52. *Visita Técnica a Nova Iorque para analisar a prioridade ao pedestre (2012)*
53. *1000 Relatórios de Investigação de Acidente (2012)*
54. *Planejamento de Tráfego de Eventos Especiais (2012)*
55. *Operação Fórmula I (2012)*
56. *Projeto Operador na Escola - Educação e Engenharia por um trânsito melhor (2014)*
57. *Painéis de Mensagens Variáveis (2015)*
58. *Pesquisa de satisfação: Implantação de Faixas exclusivas e corredores de ônibus (2016)*
59. *Ar condicionado e Wi-Fi nos ônibus da Cidade de São Paulo (2016)*
60. *Eficiência da Fiscalização Eletrônica no Município de São Paulo (2018)*
61. *Acidentes de trânsito com motocicletas: Uma visão do cenário e das propostas de solução no Brasil e no mundo (2019)*
62. *Circuito Fechado de Televisão e Vídeo Digital, Partes I e II : História e Tecnologia (2019)*
63. *Rota Escolar Segura: Conjunto Habitacional José Bonifácio (2019)*



**BOLETIM
TÉCNICO
64**

CET



**CIDADE DE
SÃO PAULO**
MOBILIDADE E
TRANSPORTES