

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

José Cláudio da Rosa Riccardi

**CICLOVIAS E CICLOFAIXAS:
CRITÉRIOS PARA LOCALIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO**

Porto Alegre
dezembro 2010

JOSÉ CLÁUDIO DA ROSA RICCARDI

**CICLOVIAS E CICLOFAIXAS:
CRITÉRIOS PARA LOCALIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: João Fortini Albano

Porto Alegre
dezembro 2010

JOSÉ CLÁUDIO DA ROSA RICCARDI

**CICLOVIAS E CICLOFAIXAS:
CRITÉRIOS PARA LOCALIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 20 de dezembro de 2010

Prof. João Fortini Albano
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Daniel Sergio Presta García (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Felipe Ferreira de Ferreira (UFRGS)
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. João Fortini Albano (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, João Cláudio e Carmen Lúcia, que sempre me apoiaram e também ao meu irmão, e colega, Paulo Eduardo que durante o período do meu Curso de Graduação me ajudou e esteve ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. João Fortini Albano, orientador deste trabalho, pelos seus conselhos, sugestões e ajuda prestada desde os momentos iniciais até a conclusão deste trabalho.

Agradeço também à Profa. Carin Maria Schmitt por sua orientação, prestatividade e disponibilidade em atender as dúvidas surgidas ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Gostaria de agradecer também aos arquitetos e urbanistas Régulo Franquine Ferrari, Técnico em Trânsito e Transporte da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC), Antonio C. M. Miranda da empresa Ah8 – Arquitetura Humanista, e Ricardo Corrêa da empresa de consultoria TC Urbes, pelos esclarecimentos sobre o assunto e material disponibilizado que contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Toda vez que eu vejo um adulto em uma bicicleta, eu não
mais me desespero com o futuro da raça humana.

H. G. Wells

RESUMO

RICCARDI, J. C. R. **Ciclovias e Ciclofaixas:** critérios para localização e implantação. 2010. 79 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

O aumento do número de carros circulando nas cidades gerou maiores congestionamentos e maiores emissões de gases poluentes, fazendo com que se discutisse mais a situação atual e futura das cidades. Dentre as várias alternativas normalmente sugeridas para minimizar esses problemas está o incentivo ao uso da bicicleta, mas para que os ciclistas se sintam confortáveis e seguros é necessário prover locais apropriados para a sua circulação. E, como na grande maioria das cidades, as vias foram planejadas apenas para o tráfego motorizado, a implantação de ciclovias e ciclofaixas fica dependente das características de tráfego e das condições viárias. Tendo este contexto em vista, o presente trabalho analisa e discute os critérios que justificam a localização e implantação de ciclovias ou ciclofaixas, no meio urbano e também quando a implantação das mesmas se faz de fato necessária. Necessita-se ter um entendimento de quais espaços a bicicleta pode usufruir e onde pode ser implantado um espaço exclusivo, como as características viárias influem na sua escolha de um ou outro espaço cicloviário, bem como o nível de segurança de cada um deles. Mas, antes mesmo de se escolher qual alternativa utilizar, entre ciclovia, ciclofaixa ou tráfego compartilhado, primeiramente é necessário determinar quais vias são adequadas ao tráfego de bicicleta. Esses critérios são úteis não só da escolha das vias, como também servem de pré-requisito para a escolha de uma ciclovia ou ciclofaixa. Existem outros critérios que auxiliam na escolha dos espaços cicloviários propriamente ditos. Também não existe uma ordem específica de qual critério analisar primeiro, e alguns deles devem, inclusive, serem verificados paralelamente. Com base nas características viárias, tráfego, vantagens e desvantagens de ciclovias e ciclofaixas se pode chegar próximo à uma solução que contemple tanto as necessidades de tráfego motorizado já existente quanto as dos ciclistas.

Palavras-chave: ciclovias; ciclofaixas; bicicletas; transporte não motorizado; infraestrutura cicloviária.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: diagrama das etapas realizadas	15
Figura 2: bicicleta atual	17
Figura 3: divisão modal 2003	19
Figura 4: nível de segurança dos ciclistas em 47 cidades dinamarquesas	23
Figura 5: espaço útil do ciclista	26
Figura 6: pessoas por hora em uma via com 3,5 m de largura	27
Figura 7: distância percorrida em 10 min a pé e de bicicleta	28
Figura 8: comparação das velocidades de jornadas no ambiente urbano	28
Figura 9: ciclofaixa na calçada operando como ciclovia em Munique, Alemanha	31
Figura 10: corredor de ônibus operando como ciclovia ciclovia em Porto Alegre, RS ...	31
Figura 11: ciclista trafegando no bordo da pista de rolamento em João Pessoa, PB	32
Figura 12: ciclofaixa bidirecional em Porto Alegre, RS	33
Figura 13: ciclofaixa bidirecional em São Leopoldo, RS	33
Figura 14: exemplo de ciclofaixa	34
Figura 15: largura de uma ciclofaixa comum	34
Figura 16: ciclofaixa junto ao canteiro central em Porto Alegre, RS	34
Figura 17: ciclofaixa no contexto urbano, Florianópolis, SC	34
Figura 18: ciclofaixa junto à calçada, em via onde é proibido estacionar	35
Figura 19: ciclofaixa entre a calçada e a área de estacionamento	35
Figura 20: ciclofaixa entre a área de estacionamento e a faixa de tráfego	35
Figura 21: ciclofaixa junto a calçada, em via onde é proibido estacionar, Holanda	36
Figura 22: ciclofaixa entre a calçada e a área de estacionamento	36
Figura 23: ciclofaixa entre a área de estacionamento e a faixa de tráfego, Bondi Beach, Austrália	36
Figura 24: abertura de porta obstruindo o caminho dos ciclistas em uma ciclovia	36
Figura 25: ciclovia no canteiro central em São Leopoldo, RS	38
Figura 26: detalhe de acesso à ciclovia em Campo Bom, RS	38
Figura 27: larguras mínimas de ciclovias unidirecionais	39
Figura 28: largura mínima de ciclovia com presença de arborização lateral	39
Figura 29: ciclovia unidirecional em Surry Hills, Austrália	40
Figura 30: exemplo de ciclovia bidirecional	40
Figura 31: largura de uma ciclovia bidirecional	40
Figura 32: largura mínima de uma ciclovia bidirecional	41

Figura 33: ciclovia bidirecional em Eindhoven, Holanda	42
Figura 34: ciclovia bidirecional	42
Figura 35: relação entre a inclinação da via e sua distância máxima	47
Figura 36: rampas normais e máximas admissíveis em função do desnível a vencer	49
Figura 37: força aerodinâmica causada pelo tráfego pesado passando pelo ciclista	52
Figura 38: relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas conforme Interface for Cycling Expertis (2000, p. 59) ...	55
Figura 39: relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas conforme Denmark (2000, p. 53)	56
Figura 40: relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas conforme Scotland (2010, p. 11)	58
Figura 41: relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas conforme London (2005, p. 63)	59
Figura 42: comparação entre os quatro gráficos que relacionam a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas	60
Figura 43: acidentes envolvendo ciclistas por bairro em parte da cidade de Porto Alegre, RS	69
Figura 44: simulação do fluxo diário potencial de bicicletas no ano 2022	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: renda dos ciclistas	20
Quadro 2: resultado do Desafio Intermodal em Brasília	28
Quadro 3: resultado do Desafio Intermodal em São Paulo	29
Quadro 4: resultado do Desafio Intermodal em Santo André	29
Quadro 5: largura efetiva da ciclovia unidirecional em função do tráfego horário	39
Quadro 6: largura efetiva da ciclovia bidirecional em função do tráfego horário	41
Quadro 7: relação entre a inclinação da via e sua distância máxima conforme American Association of State Highway and Transportation Officials (1999, p. 39)	48
Quadro 8: relação entre a inclinação da via e sua distância máxima conforme Denmark (2000, p. 79)	48
Quadro 9: relação entre a inclinação da via com as distâncias referentes às rampas máximas e normais admissíveis	50
Quadro 10: relação da hierarquia viária com o espaço cicloviário	65
Quadro 11: custo de implantação de ciclovias	72
Quadro 12: custo de implantação de ciclofaixas	73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MÉTODO DE PESQUISA	13
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	13
2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	13
2.2.1 Objetivo principal	13
2.2.1 Objetivos secundários	13
2.3 PREMISSA	14
2.4 DELIMITAÇÕES	14
2.5 LIMITAÇÕES	14
2.6 DELINEAMENTO	14
3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO USO DA BICICLETA	17
3.1 BREVE HISTÓRICO	17
3.2 ASPECTOS SOCIAIS E CULTURAIS	19
3.3 VANTAGENS DA BICICLETA	21
3.4 DESVANTAGENS DA BICICLETA	24
3.5 ACIDENTES ENVOLVENDO CICLISTAS	25
3.6 ASPECTOS OPERACIONAIS	26
4 INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA	30
4.1 ESPAÇOS CICLOVIÁRIOS	30
4.1.1 Espaço Compartilhado	32
4.1.2 Espaço Parcialmente Segregado	32
4.1.3 Espaço Totalmente Segregado	37
4.2 OUTROS ASPECTOS DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA	42
5 CRITÉRIOS PARA LOCALIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO	45
5.1 INCLINAÇÃO LONGITUDINAL DA VIA	46
5.2 ESPAÇO VIÁRIO DISPONÍVEL	51
5.3 VOLUME E VELOCIDADE DO TRÁFEGO	54
5.4 HIERARQUIA VIÁRIA	62
5.5 CONECTIVIDADE	66
5.6 OUTROS CRITÉRIOS	68
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

O automóvel, em sua origem, era sinônimo de alta mobilidade, conseguia atingir distâncias maiores do que qualquer outro veículo particular e, como existiam poucos carros trafegando, não ocorriam congestionamentos. Ao longo dos anos 60, as cidades passaram a criar suas estruturas viárias em favor do tráfego motorizado, principalmente do automóvel, tratando essas alterações como um desenvolvimento natural das cidades. Além disso, se supôs que quanto mais pessoas substituíssem as bicicletas e viagens a pé pelo carro, a segurança viária também aumentaria. Entretanto o que aconteceu foi justamente o oposto, enquanto o número de bicicletas circulantes diminuiu o número de acidentes fatais no trânsito aumentou (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 1).

Com o aumento do uso do automóvel o desenho das cidades passou a ser feito em função de sua utilização e não em favor das pessoas que lá residem (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 1). Com isso, vem crescendo as discussões sobre a atual situação do trânsito nas grandes cidades e até mesmo em cidades de médio porte, sendo que os principais focos de debates são os congestionamentos, a segurança viária e a grande quantidade de gases poluentes emitidos pelos veículos automotivos circulantes. Dentre as diversas soluções e abordagens normalmente debatidas, uma delas é o incentivo ao uso da bicicleta como meio de transporte alternativo ao automóvel, visto seu pequeno tamanho e completa ausência de emissão de gases nocivos ao meio ambiente. Entretanto é importante ficar claro que a “Bicicleta não é a salvação para combater a degradação do planeta, nem a única solução para acabar com o caos do trânsito nas cidades, mas é sim uma grande aliada para ajudar a combater esses problemas.” (MARQUES FILHO, 2007, p. 131).

Apesar de ser um transporte compacto e ecologicamente correto, as bicicletas, muitas vezes, tem que disputar o espaço viário com os automóveis mesmo sendo a via o local apropriado para o tráfego de bicicletas, na ausência da ciclovias ou ciclofaixa. A baixa velocidade das bicicletas e a imprudência tanto por parte dos motoristas, quanto dos ciclistas, são alguns dos principais fatores de atrito entre as duas modalidades de transporte. Tendo isso em vista, a implantação de ciclovias e ciclofaixas pode reduzir substancialmente este conflito, além de

servir como incentivo à sua utilização, pois “Andar de bicicleta é considerado [...] perigoso, já que faltam espaços apropriados para pedalar.” (MARQUES FILHO, 2007, p. 130).

Ciclistas têm as mesmas necessidades de mobilidade que qualquer outra pessoa que usa outro sistema de transporte e utiliza o sistema viário como principal meio para acessar seu trabalho, outros serviços e atividades de lazer. Planejar para a demanda atual e futura do uso da bicicleta deveria fazer parte do processo geral de planejamento de transportes (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 1999, p. 5). Segundo Marques Filho (2007, p. 130), “Construir ciclovias é um fator primordial, uma vez que quase 50% das vendas de bicicleta no País são direcionadas ao segmento de veículo de transporte e é necessário proporcionar segurança e agilidade para esse trabalhador ou estudante.”. Entretanto algumas considerações devem ser feitas antes da implantação de uma ciclovia ou ciclofaixa, pois se esta for implantada de maneira equivocada, além do gasto indevido, seu uso ficará prejudicado. Por isso é importante analisar as situações e condições que tornam favorável a adoção de uma ciclovia ou de uma ciclofaixa para garantir um melhor desempenho operacional e maior conforto ao ciclista.

2 MÉTODO DE PESQUISA

A seguir é apresentado o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento deste trabalho. O método é composto pela questão de pesquisa a ser respondida, pelos objetivos que se pretende alcançar ao final, pela premissa, delimitações, limitações e delineamento estabelecidos para a realização do trabalho.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: frente a uma estrutura urbana existente, como deve-se proceder para definição de adequada estrutura cicloviária?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

A seguir são apresentados os objetivos principal e secundários do trabalho.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é fazer uma análise e discussão dos critérios que justificam a localização e implantação de ciclovia ou ciclofaixa em uma estrutura urbana existente.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários deste trabalho são:

- a) determinação das situações em que são dispensáveis o uso de ciclovia ou ciclofaixa e pode-se adotar um espaço compartilhado para o tráfego de bicicletas;

- b) definição das características básicas que viabilizam a implantação de ciclovia ou ciclofaixa nas cidades.

2.3 PREMISSA

A bicicleta é considerada pelo Código de Trânsito Brasileiro um veículo para o deslocamento de pessoas e seu espaço para circulação deve ser previsto na organização viária das cidades.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a fazer o estudo proposto, em estruturas urbanas existentes, que possuem potencial para implantação de ciclovia e ciclofaixa.

2.5 LIMITAÇÕES

O trabalho limita-se a fazer a análise da localização de ciclovia e ciclofaixa e não dos outros aspectos da infraestrutura cicloviária.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das seguintes etapas:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) caracterização de ciclovias e ciclofaixas;
- c) análise dos critérios de localização e implantação de ciclovia e ciclofaixa;
- d) consulta a especialistas da área de transporte;
- e) discussão dos critérios que justificam a localização e implantação de ciclovia ou ciclofaixa em cidades com potencial à sua implantação;
- f) considerações finais.

Na figura 1 é apresentado um diagrama das etapas executadas e, nos parágrafos seguintes, o detalhamento das mesmas.

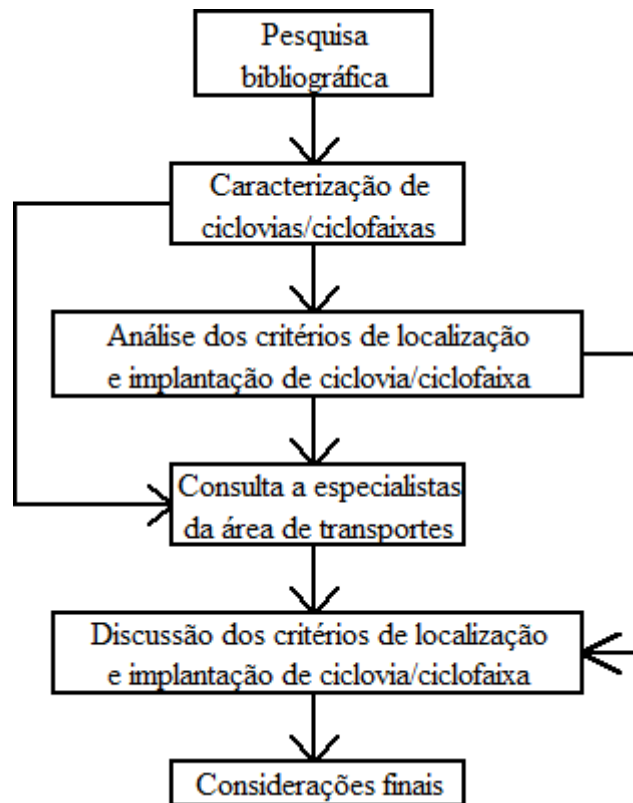


Figura 1: diagrama das etapas realizadas

Tendo o tema e o método de pesquisa estabelecidos, o trabalho seguiu com a realização da **pesquisa bibliográfica**, na qual foi feito um levantamento de informações relacionadas ao uso da bicicleta, suas características físicas e operacionais, além de vantagens e desvantagens. Após foi feita uma **caracterização de ciclovias e ciclofaixas** e de suas configurações ilustrando esses conceitos com exemplos de ciclovias e ciclofaixas implantadas em algumas cidades do Brasil e do mundo. Assim foi possível realizar uma **análise dos critérios** de localização e implantação de uma ciclovia ou ciclofaixa, tendo como base as características viárias e de tráfego de uma cidade. Com o intuito de colher informações complementares, foram **consultados especialistas da área de transportes** a fim de elucidar questões referentes aos critérios de localização e implantação de ciclovias e ciclofaixas através de suas experiências práticas/profissionais.

Em seguida, foi realizada uma **discussão dos critérios** que justificam a adequada localização e implantação de ciclovias e ciclofaixas, confrontando os critérios encontrados na pesquisa bibliográfica com os comentários dos profissionais da área de transporte, atingindo com isso, os objetivos pretendidos. Por fim, foram realizados **comentários finais** sobre as informações apuradas pela pesquisa bibliográfica, descritas na caracterização de ciclovias e ciclofaixas e dos critérios analisados, discutidos e complementados pelas consultas com especialistas, que justificam a adequada escolha e implantação de uma ciclovia ou ciclofaixa nas cidades.

3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO USO DA BICICLETA

A seguir, é feita uma caracterização geral do uso da bicicleta, começando com um **breve histórico** de sua existência, seguindo com **aspectos sociais e culturais** de sua utilização, passando pelas **vantagens e desvantagens** do seu uso, **acidentes envolvendo ciclistas** e, por fim, abordando seus **aspectos operacionais**.

3.1 BREVE HISTÓRICO

A bicicleta é um dos meios de transporte mais antigos e estima-se que sua primeira versão tenha sido feita por volta de 1790 pelo conde francês Mede de Sivrac. Entretanto sua origem pode ser ainda mais antiga, nos registros do Código Atlântico de Lenardo da Vinci, já podem ser encontrados desenhos da bicicleta. Ao longo dos anos, as diversas versões da bicicleta foram sofrendo atualizações e melhorias, sendo que em 1891 recebeu as últimas modificações deixando a bicicleta com as características que se conhece hoje (figura 2). Apesar de sua real origem não ser clara, a bicicleta é considerada o primeiro veículo mecânico para o deslocamento individual de pessoas e sua invenção antecede os motores a vapor e à explosão (BRASIL, 2007, p. 24).



Figura 2: bicicleta atual (DENMARK, 2000, p. 39)

Também não se sabe ao certo a data da chegada da bicicleta ao Brasil, mas estima-se que tenha ocorrido no século XIX, entre os anos de 1859 e 1870, no Rio de Janeiro, a então capital do Império, onde residiam as pessoas com maior poder aquisitivo e que mantinham relações com a Europa (BRASIL, 2007, p. 24-25). Foi nesse período também que surgiu a Casa Luiz Caloi, que na época importava e fazia manutenção e reparos de bicicletas, e que depois deu origem à empresa Bicicletas Caloi S.A., primeira fábrica de bicicletas do Brasil (BRASIL, 2001a, p. 14).

Desde sua introdução no cenário nacional a bicicleta teve uma boa aceitação, sendo bastante popular na classe operária das indústrias, pequenos comerciantes e prestadores de serviços dos centros urbanos. Mas no final da década de 50, com programas de incentivo ao transporte rodoviário, e produção nacional de carros de passeio e ônibus, que vieram a substituir os bondes elétricos, a bicicleta passou a contribuir cada vez menos nos deslocamentos das pessoas nos grandes centros urbanos (BRASIL, 2001a, p. 14).

Só no início da década de 70, com a crise do petróleo e a crescente preocupação com as questões ambientais, é que a bicicleta passou a ser vista com uma boa alternativa ao uso do automóvel (BRASIL, 2007, p. 25). No final dos anos 70 e ao longo dos anos 80, muitas cidades brasileiras realizaram estudos de viabilidade e planos diretores com o objetivo de melhorar as estruturas viárias para garantir uma maior segurança aos ciclistas. Cidades como o Rio de Janeiro, inclusive se preocuparam em implantar vias cicláveis destinadas ao deslocamento dos operários da zona norte da cidade, e não somente com vias destinadas ao lazer como no caso da cidade de São Paulo. Mesmo assim muitas cidades continuaram a apresentar uma redução no uso da bicicleta e aumento no uso de motocicletas e automóveis, como é o caso de Novo Hamburgo, RS, em que no final dos anos 90 a bicicleta contribuía apenas com 2% das viagens realizadas no município (BRASIL, 2001a, p. 15-16). A situação de Novo Hamburgo, não difere muito do resto do País, como pode ser visto pelo levantamento feito em 2003 pela Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) a pedido do Ministério das Cidades apresentado na figura 3.

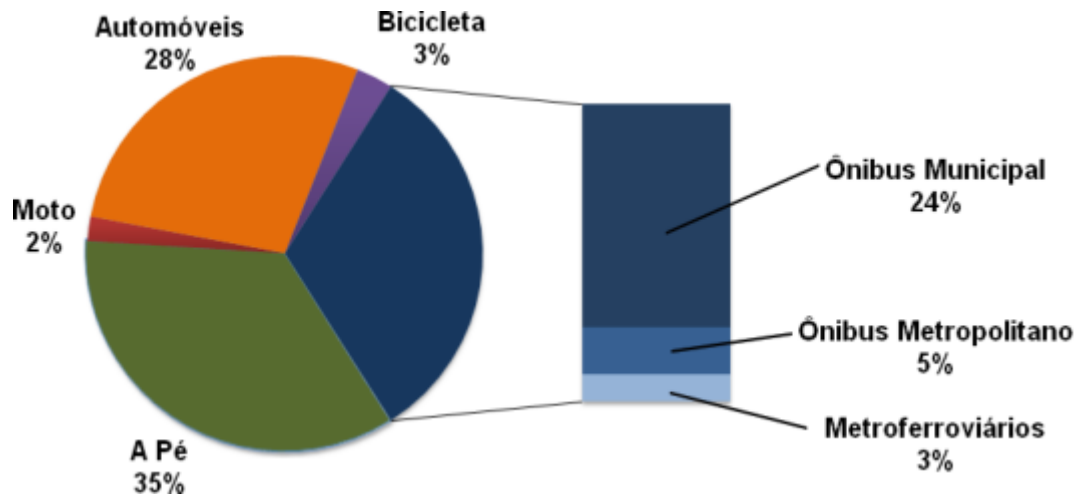


Figura 3: divisão modal 2003 (adaptado de ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, 2004, p. 133)

Percebe-se que a bicicleta não é um meio de transporte amplamente utilizado pela população, ficando clara a preferência por meios motorizados, já que somados, a moto, o automóvel e os transportes públicos representam 62% dos modais utilizados no Brasil. Até mesmo entre os meios não motorizados de transporte a bicicletas não é representativa, tendo apenas 3% contra 35% dos deslocamentos a pé.

3.2 ASPECTOS SOCIAIS E CULTURAIS

No século XX, com a progressiva motorização, as cidades concentram grande parte de seus investimentos em ruas e rodovias, para acomodar o tráfego motorizado. Atualmente, o tráfego de automóveis vêm crescendo no mundo todo, particularmente em países em desenvolvimento. Combinando esse fato com uma infraestrutura massiva e um desenvolvimento desordenado, o tráfego já não flui livremente e o tempo perdido devido a congestionamentos cresce a cada ano. Investimentos em transporte público e não motorizado são deixados de lado ou se tornam quase inexistentes (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 7).

Com isso, as cidades hoje enfrentam cada vez mais problemas de congestionamentos, poluição, desigualdades sociais, etc. Todos esses problemas estão de um jeito ou de outro associado ao tráfego e aos transportes. Nesse contexto, o uso da bicicleta deve ser tratado como uma ferramenta útil e necessária para minimizar esses problemas e não simplesmente

como um modismo (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 6). Andar de bicicleta é saudável e ambientalmente correto, por essas e outras razões muitas pessoas optam pelo seu uso, mesmo assim ainda é um grande desafio mudar os padrões de viagens das pessoas para que usem mais a bicicleta ao invés do carro (DENMARK, 2000, p. 6).

A aquisição de um carro normalmente está ligada ao crescimento financeiro e é difícil imaginar um executivo andando de bicicleta (DENMARK, 2000, p. 16-17). Além disso, em países como o Brasil, que apresentam um “[...] forte apelo ao uso do automóvel e [...] a velocidade é símbolo de poder e *status* social [...]” (MIRANDA, 2007, p. 81), a bicicleta fica associada à imagem de pobreza, como pode ser observado pelo quadro 1, que apresenta a distribuição de ciclistas por faixa de renda, na cidade de Porto Alegre.

Distribuição de ciclistas por faixa de renda em Porto Alegre (dados de 2003)							
Sem renda	Até R\$ 500,00	RS 501,00 até RS1500,00	RS 1501,00 até RS 3000,00	RS 3001,00 até RS 5000,00	acima de RS 5000,00	Não declarado	TOTAL
212	7355	5362	1846	272	244	0	15291
1,39%	48,10%	35,07%	12,07%	1,78%	1,60%	0,00%	100,00%

Quadro 1: renda dos ciclistas (adaptado de PORTO ALEGRE, 2008b, p. 46)

Se percebe que os ciclistas sem renda e aqueles que ganham até R\$ 500,00 representam praticamente 50% de todos os ciclistas entrevistados e quanto maior a renda menor o número de ciclistas. Mas essa imagem da bicicleta está mudando, segundo Presada (2007, p. 132-133), “Resistências, preconceitos e desconfianças [...] estão, no entanto, sendo superados na medida em que ações em parcerias se generalizam, em todos os níveis.”, como por exemplo:

Com a aprovação do Código de Trânsito Brasileiro (Lei Federal n. 9.503/1997), a bicicleta ganhou legitimidade. Foi reconhecida perante a sociedade como um veículo com direitos e deveres [...]. Agora, ao adotar políticas públicas e assumir seu planejamento de transporte e de trânsito, a bicicleta, necessariamente tinha que estar presente.

3.3 VANTAGENS DA BICICLETA

A bicicleta pode ser considerada como um veículo (BRASIL, 2007, p. 25, grifo do autor):

[...] “transparente” ou “invisível” na circulação não só por suas características físicas – extremamente simples, mas também pelo baixo impacto que causa ao ambiente, seja pelo porte da infraestrutura necessária à circulação e ao estacionamento, que demanda pouco espaço, seja [pela] ausência de ruídos e de emissão de gases.

A utilização da bicicleta trás tanto benefícios ao indivíduo que a utiliza como também para a sociedade como um todo. Como benefícios trazidos aos ciclistas pode-se citar:

- a) melhoria das opções de acesso e mobilidade;
- b) benefícios à saúde;
- c) redução dos gastos.

O maior motivo para se usar a bicicleta é sua praticidade e pequeno tamanho, que permite aos ciclistas se deslocarem em cidades congestionadas com uma maior facilidade, **melhorando as opções de acesso e mobilidade**. A bicicleta oferece, portanto, uma redução no tempo de viagem e torna possível andar mais e atingir maiores distâncias (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 21).

Andar de bicicleta todos os dias é um bom exercício e **melhora a saúde da pessoa**, o que surge como uma boa alternativa para o deslocamento daqueles que levam uma vida sedentária e correm o risco de desenvolverem problemas cardíacos (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 21-22). Essa melhora na saúde é comprovado através de pesquisas que (BRASIL, 2001b, p. 10):

[...] demonstram que um gasto energético em torno de 2.000kcal/semana está associado a uma taxa de mortalidade 30% menor do que a taxa normal para indivíduos sedentários, sendo que benefícios já podem ser observados a partir de um gasto semanal de 1.000kcal¹. Com a utilização da bicicleta como meio de transporte e lazer é possível atingir tal gasto energético semanal com facilidade.

¹ PAFFENBARGER, R. S., HYDE, R. T., WING, A. L., HSIEH, C. C. Physical Activity, All-Cause Mortality, and Longevity of College Alumni. **The New England Journal of Medicine**, England, v. 314, n.10, p. 605-613, 6 mar. 1986.

O terceiro benefício é que os ciclistas **reduzem os gastos**, que teriam se usassem um transporte privado ou público, permitindo economizar esse dinheiro ou usá-lo em outras atividades (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 22).

Tratando-se de benefícios para a sociedade, o incentivo ao uso da bicicleta pode trazer:

- a) menores emissões de gases poluentes;
- b) melhora na equidade social;
- c) melhor uso do espaço público;
- d) boa combinação com o transporte público;
- e) promove maior segurança nas vias.

As bicicletas **não causam nenhum tipo de poluição no ar** e dificilmente fazem barulho, sendo que seu impacto no ambiente se dá apenas no seu processo de fabricação e mesmo assim ainda é menor que os impactos causados pela fabricação de outros meios de transporte (BRASIL, 2001b, p. 9-10). O uso da bicicleta também pode ter um papel importante na **melhoria das condições sociais** das parcelas menos favorecidas da sociedade, provendo um transporte barato e rápido para esses segmentos da sociedade (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 22).

Os ciclistas necessitam de menos de um terço do espaço viário necessário para o tráfego de um automóvel, sendo com isso mais eficientes no combate aos congestionamentos e garantem um **melhor uso do espaço público**. Além disso, o espaço necessário para estacionar um carro é 15 vezes maior que o espaço necessário para estacionar uma bicicleta (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 22).

A **combinação de bicicleta e transporte público** pode ser uma boa alternativa ao uso do carro. Para muitos, o transporte público por si só não representa um bom substituto ao carro, por que na maioria dos casos o transporte público não realiza viagens porta a porta. Entretanto, quando se tem disponível um estacionamento bom e seguro para as bicicletas junto as estações de ônibus e trem, esta combinação de bicicleta e transporte público pode ser uma boa alternativa ao uso do carro (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 22-23).

O uso da bicicleta também pode representar um papel importante para **promover uma maior segurança nas vias**. Aumentando o uso da bicicleta e provendo aos seus usuários lugares seguros ao tráfego, podem melhorar substancialmente a segurança viária. Não só é possível reduzir o número de acidentes nas rotas existentes dos ciclistas, mas também é possível reduzir o número de acidentes com ciclistas em geral com o aumento do uso da bicicleta (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 23), assim como aconteceu na Dinamarca, como mostra o gráfico da figura 4.

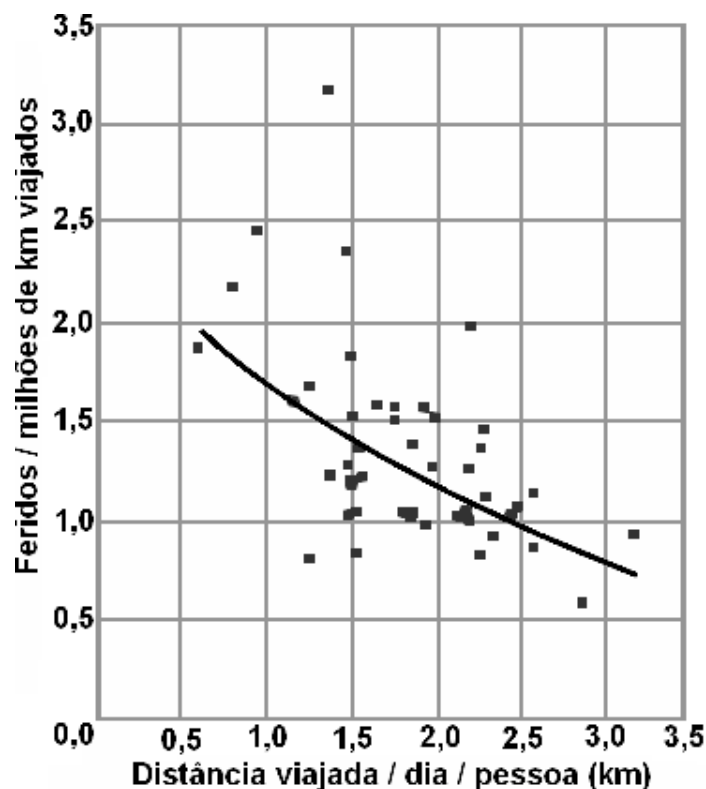


Figura 4: nível de segurança dos ciclistas em 47 cidades dinamarquesas (adaptado de DENMARK, 2000, p. 15)

Observa-se que a medida que aumenta o número de pessoas utilizando a bicicleta e o ciclomotor, em 47 cidades da Dinamarca, menores são as ocorrências de acidentes de trânsito envolvendo ciclistas e condutores de ciclomotor. Então é possível prover o aumento do número de ciclistas e ao mesmo tempo melhorar a segurança viária (DENMARK, 2000, p. 15).

3.4 DESVANTAGENS DA BICICLETA

Dentre as desvantagens quanto ao uso da bicicleta pode-se citar:

- a) insegurança;
- b) raio de ação limitado;
- c) clima e topografia do terreno;
- d) exposição à poluição.

O risco de furto da bicicleta, na ausência de locais apropriados para seu estacionamento, e tráfego à noite em locais pouco movimentados ou sem iluminação apropriada contribuem para o sentimento de **insegurança** do ciclista (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 24). A bicicleta também possui um **raio de ação limitado**, devido ao modo de tração da bicicleta, que depende do condicionamento físico do ciclista. Apesar do valor máximo desse raio de ação ser de difícil determinação, pois depende não só da condição física do ciclista como também da topográfica do terreno, considera-se razoável um raio médio de ação de 5 km e um limite teórico de 7,5 km (BRASIL, 2001b, p. 11).

O **clima e topografia do terreno** são fatores que também influenciam bastante na decisão das pessoas usarem ou não a bicicleta. Muitas pessoas são desencorajadas à andar de bicicleta por causa das eventuais altas temperaturas, já que não querem chegar à seu destino suadas e com calor, outros aspectos climáticos seriam a chuva e neve, em países que esta última situação climática se faz presente. Outro fator limitante é a geografia de determinadas cidades que foram fundadas em áreas acidentadas e que possuem ruas com grandes inclinações. Esse fator geográfico, somado às condições climáticas, contribuem para as pessoas não usarem a bicicleta (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 26).

O uso descontrolado do carro e políticas em seu benefício visando a redução dos congestionamentos, geram um uso indevido do solo, reduzindo áreas residenciais e de uso coletivo, provocam a deterioração do ambiente urbano, **expondo pedestres e ciclistas à níveis de poluição cada vez maiores**. Isso representa um problema pior que as eventuais condições climáticas e geográficas negativas da região (BRASIL, 2001b, p. 12).

3.5 ACIDENTES ENVOLVENDO CICLISTAS

A falta de segurança é um problema sério para ciclistas. Andar junto com veículos que geralmente estão viajando a velocidades substancialmente maiores que a da bicicleta, deixa o ciclista à mercê dos motoristas de carro (DEKOSTER; SCHOLLAERT, 1999, p. 33). O aumento da motorização nas cidades influencia diretamente no aumento do número de acidentes de trânsito. Cerca de 1,2 milhões de pessoas morrem no trânsito em todo o mundo, todos os anos. E, a não ser que sejam tomadas ações efetivas, este número pode subir para 1,8 milhões em 2020 (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 10).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, acidentes no trânsito são a segunda maior causa de mortes prematuras em países em desenvolvimento. Nesses países a grande maioria das vítimas do trânsito são pedestres e ciclistas, embora com o aumento das vendas de moto, os motociclistas já estão se tornando a maioria dos acidentados (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 23). Grande parte dos acidentes envolvendo ciclistas ocorre por que uma das partes envolvidas no acidente não percebeu a presença da outra, ou interpretou de maneira errada sua próxima manobra (DENMARK, 2000, p. 14). Além disso, “Acidentes com ciclista ocorrem tanto nas ciclovias quanto nas vias públicas, principalmente nos cruzamentos.” (GONDIM, 2010, p. 52).

Ainda de acordo com Gondim (2010, p. 52):

Os principais motivos de acidentes de responsabilidade do motorista de veículo motorizado são:

- a) abertura da porta do veículo;
- b) imprudência na conversão à esquerda;
- c) entrada sem sinalização;
- d) velocidade perigosa;
- e) desobediência ao sinal vermelho.

Quanto às causas de responsabilidade do ciclista são:

- a) velocidade imprudente;
- b) ultrapassagem pela direita;
- c) não obediência ao sinal vermelho.

Existe, ainda, o risco do ciclista sofrer algum tipo de acidente devido à má conservação da via. O *Accident Analysis Group* da *Odense University Hospital* fez um estudo a respeito de acidentes envolvendo apenas uma bicicleta. É interessante observar que apenas 2% desse acidentes são registrados pela polícia, enquanto que 26% dos acidentes envolvendo mais de um veículo são registrados. Em aproximadamente 70% dos casos estudados envolvendo apenas uma bicicleta, nenhum defeito na via foi identificado que pudesse ter causado o acidente. De 10% a 15% dos acidentes, objetos soltos na via (galhos, pequenas pedras, etc.) foram o fator contribuinte para o acidente, enquanto de 3% a 4% foram causados por buracos na via (DENMARK, 2000, p. 124). O levantamento da quantidade de acidentes nas vias também é útil para a seleção daquelas que necessitam a implantação de um espaço exclusivo para o uso da bicicleta, como será visto mais adiante.

3.6 ASPECTOS OPERACIONAIS

Nos itens anteriores foram abordados os aspectos sociais, vantagens e desvantagens do uso da bicicleta. A seguir serão abordados seus aspectos operacionais, começando por uma descrição física da bicicleta e em seguida serão feitas comparações entre o desempenho da bicicleta e de outros modais de transporte para o deslocamento no meio urbano.

A figura 5 apresenta as dimensões da bicicleta consideradas pelo Manual de Planejamento Ciclovitário da Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT) (BRASIL, 2001b).

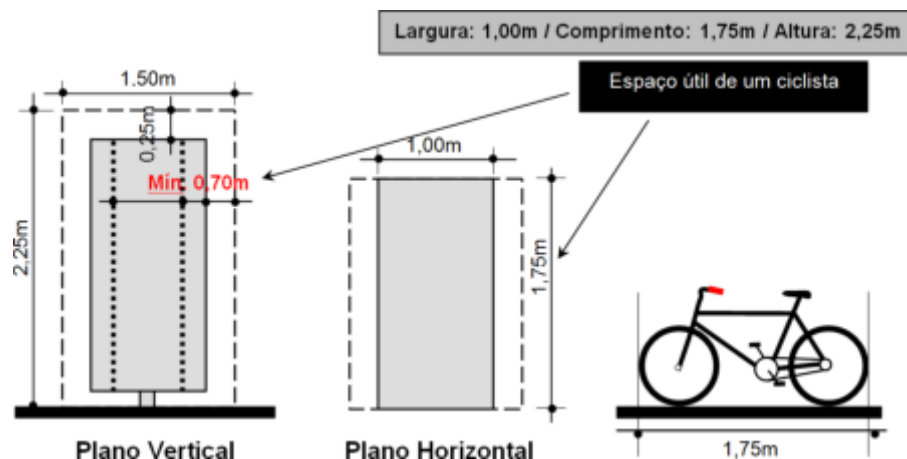


Figura 5: espaço útil do ciclista (BRASIL, 2001b, p. 33)

Onde (BRASIL, 2001b, p. 33):

A largura de 1,00 m resulta da largura do guidom (0,60 m), acrescida do espaço necessário ao movimento dos braços e das pernas (0,20 m para cada lado). O gabarito a adotar, entretanto, por medida de segurança, será superior em 0,25 m na altura e para cada lado, tendo em vista o pedalar irregular dos ciclistas.

Além disso, o comprimento longitudinal da bicicleta é de aproximadamente 1,75 m (BRASIL, 2001b, p. 33) e como tem um tamanho reduzido, em alguns casos, acaba por ser mais eficiente que o automóvel e outros veículos automotores. A seguir, são feitas comparações do desempenho da bicicleta com outros meios de transporte urbano. Na figura 6 é apresentada a quantidade de pessoas que transitam por hora em um via com 3,5 m de largura entre os modais carro, ônibus, bicicleta, pedestre e trem.



Figura 6: pessoas por hora em uma via com 3,5 m de largura
(adaptado de BOTMA; PAPENDRECHT², 1991 apud INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 7)

Pode-se perceber a efetividade do uso da bicicleta para auxiliar a redução dos congestionamentos, já que com o uso do carro apenas 2000 pessoas por hora conseguiriam transitar na via, enquanto que usando a bicicleta seria possível a circulação de sete vezes mais pessoas por hora. Na figura 7 é apresentado o raio de atuação do ciclista e do pedestre para um mesmo tempo de deslocamento. Já na figura 8 é feita uma comparação entre os tempos de deslocamento de cada um dos modais de transporte, considerando viagens porta a porta.

² BOTMA, H.; PAPENDRECHT, H. **Traffic Operation of Bicycle Traffic**. Delft, NL: Delft University of Technology, 1991.

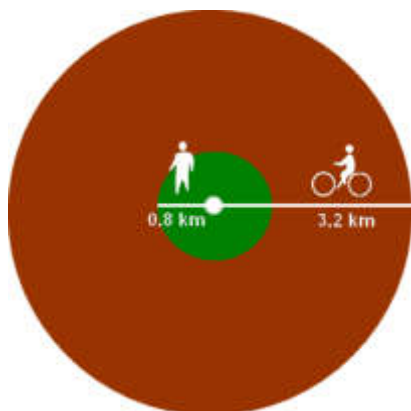


Figura 7: distância percorrida em 10 min a pé e de bicicleta (adaptado de DEKOSTER; SCHOLLAERT, 1999, p. 20)

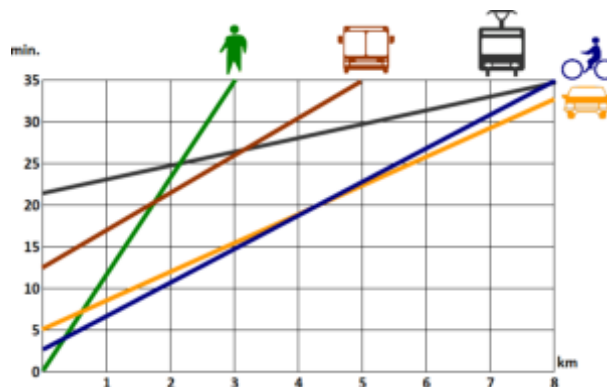


Figura 8: comparação das velocidades de jornadas no ambiente urbano (adaptado de DEKOSTER; SCHOLLAERT, 1999, p. 11)

É interessante observar que apesar da grande vantagem da bicicleta sobre os deslocamentos a pé, as pessoas ainda preferem este tipo de deslocamento a usar a bicicleta, como foi apresentado no gráfico da figura 3. Com relação à figura 8, Presada (2007, p. 135) comenta:

Na cidade, a bicicleta constitui, muitas vezes, um meio de deslocamento mais rápido que o automóvel. Contabilizando o tempo porta a porta, tendo em conta a procura por estacionamento e deslocamentos a pé, a bicicleta é a opção mais vantajosa em 30% dos deslocamentos diários na Europa, onde estudos da Comunidade Européia mostram que 50% dos deslocamentos com automóveis são inferiores a 5 km.

Comparações modais, como mostrados na figura 8, também foram realizadas em algumas cidades brasileiras através dos Desafios Intermodais, que consistem “[...] em uma simulação do desempenho de diversos meios de transporte utilizados nas cidades.” (BENICCHIO, 2007, p. 44), como mostram os quadros 2 a 4. Sendo que “Geralmente o trajeto estabelecido pelas comissões organizadoras contemplam o fluxo bairro-centro ou centro-bairro, sendo que o primeiro acontece prioritariamente na ida para o trabalho e o segundo na volta para casa.” (BENICCHIO, 2007, p. 49).

Modal	Tempo	Distância (km)
Bicicleta	15'	8,4
Carro	20'	8,6
Ônibus	45'	10,1

Quadro 2: resultado do Desafio Intermodal em Brasília (adaptado de BENICCHIO, 2007, p. 48)

Modal	Tempo	Distância (km)
Moto	44'32"	15
Bicicleta 1	48'20"	13
Bicicleta 2	52'15"	18
Ônibus	1h 06'00"	10,9
Carro	1h 16'00"	11
Trem/Metrô	1h 23'50"	29
Ônibus/Metrô	1h 39'23"	12

Quadro 3: resultado do Desafio Intermodal em São Paulo
(adaptado de BENICCHIO, 2007, p. 48)

Modal	Tempo (min.)	Distância (km)
Moto 1	40'	22,1
Bicicleta 1	46'	18,3
Moto 2	49'	22,1
Automóvel	58'	17,1
Bicicleta 2	1h 23'	16,4
Trem/ônibus	1h 28'	17
Trolebus/metrô	1h 35'	28,4
Trem/metrô	1h 50'	27

Quadro 4: resultado do Desafio Intermodal em Santo André
(adaptado de BENICCHIO, 2007, p. 50)

Quanto ao quadro 4 algumas observações devem ser feitas: a **moto 2** só realizou ultrapassagens entre veículos quando o trânsito estava parado, o ciclista da **bicicleta 2** teve o selim de sua bicicleta quebrado durante a viagem e o passageiro que utilizou a integração **trem/metrô** é deficiente físico e fez o percurso em cadeira de rodas (BENECCHIO, 2007, p. 50).

Com relação aos resultados obtidos nos Desafios Intermodais, Benicchio (2007, p. 53) observa:

Em todos os Desafios Intermodais realizados, o automóvel levou mais tempo do que [...] a bicicleta para cumprir o percurso estipulado. A razão é simples: por ocupar ao menos 12 m² de espaço viário, o carro não possui a mesma agilidade no trânsito do que os veículos sobre duas rodas. [...] E esta é a diferença básica que conta pontos a favor da “magrela”: enquanto o automóvel, devido aos congestionamentos, tem grande oscilação de velocidade, o ciclista segue em ritmo constante durante quase todo o percurso (exceto nas paradas em cruzamentos e semáforos).

4 INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB), Lei n. 9.503/1997, prevê que os locais de circulação da bicicleta, na ausência de ciclovia ou ciclofaixa, são o acostamento ou bordos da pista de rolamento, caso esta não possua acostamento, sempre no mesmo sentido de circulação da via. Além disso, não é permitido o tráfego de bicicletas nos passeios, a não ser que o órgão ou entidade com circunscrição sobre a via, permita sua circulação, desde de que devidamente sinalizado (BRASIL, 1997).

Segundo Gondim (2010, p. 53):

Os caminhos exclusivos para bicicletas devem obedecer a uma hierarquia, com rotas principais, secundárias e locais. No projeto da rede, os cuidados devem ser estendidos à geometria e à sinalização que colaboram para determinar o nível de segurança e conforto oferecido para os ciclistas, atraindo ou desestimulando novos usuários de bicicletas e o uso cotidiano desta modalidade de transporte.

Como infraestrutura básica, a circulação de bicicletas normalmente requer ciclovias, ciclofaixas e faixas compartilhadas. Para o estacionamento são utilizados os bicicletários.

4.1 ESPAÇOS CICLOVIÁRIOS

De acordo com o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades, elaborado pelo Ministério das Cidades, espaço cicloviário “[...] é a estruturação favorável à utilização da bicicleta em uma determinada área do território, seja ela um estado, município ou uma cidade [...]” (BRASIL, 2007, p. 215), e existem três tipos de espaços cicloviários (MIRANDA, 2007, p. 80):

- a) compartilhado;
- b) parcialmente segregado;
- c) totalmente segregado.

A escolha de qual tipo de espaço à ser implantado depende de vários fatores, incluindo a habilidade do usuário, espaço disponível na via e seu custo de implantação (AMERICAN

ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 1999, p. 7). Miranda (2007, p. 80) também observa que:

[...] os limites entre uma ou outra condição são muito tênues. Em muitas situações será possível [...] encontrar uma ou outra situação para a qual a sustentação desta classificação seja demolida.

[como] [...] por exemplo, de ciclofaixas construídas sobre calçadas, tendo como elementos separadores linhas de floreiras dispostas em vasos com grandes dimensões [figura 9]. Neste caso, a ciclofaixa é ou não é uma ciclovia? Pode ou não ser considerada um espaço segregado?

Outro exemplo é no caso de Porto Alegre, RS, em que alguns corredores de ônibus funcionam como ciclovia nos domingos. Nesse caso, considerando o uso desse espaço de forma geral, pode-se classificar como um espaço compartilhado: tanto ônibus, quanto bicicletas compartilham o mesmo espaço, mesmo que não seja simultaneamente. Mas considerando apenas nos domingos, então tem-se uma ciclovia, já que não existe tráfego motorizado no corredor e este possui separações físicas entre seu espaço e do restante do tráfego de automóveis, como mostra a figura 10.



Figura 9: ciclofaixa na calçada operando como ciclovia em Munique, Alemanha (MIRANDA, 2007, p. 80)



Figura 10: corredor de ônibus operando como ciclovia em Porto Alegre, RS (adaptado de BRASIL, 2001a, p. 114)

Nos próximos itens cada um dos espaços citados anteriormente será detalhado e caracterizado.

4.1.1 Espaço Compartilhado

Espaço compartilhado é aquele “[...] para circulação de dois ou mais modais, como bicicleta e pedestre ou bicicleta e veículos motorizados [figura 11].” (GONDIM, 2010, p. 54). Admite-se a utilização desse tipo de espaço em vias com baixos volumes de tráfego e velocidades controladas de no máximo 60 km/h. Esse limite, no entanto, não é adequado, como mostram as pesquisas realizadas na Europa onde acidentes em que os veículos motorizados trafegam acima de 45 km/h normalmente são mortais para os ciclistas e pedestres. Por essa razão os países europeus, que possuem uma forte tradição do uso da bicicleta, o limite de velocidade nas vias em que se utiliza o tráfego compartilhado é de 30 km/h. Por esse motivo, se deve ter cuidado ao adotar este tipo de solução, sendo sua utilização mais recomendada em cidades de pequeno e médio porte ou em bairros residenciais (MIRANDA, 2007, p. 81).



Figura 11: ciclista trafegando no bordo da pista de rolamento em João Pessoa, PB (adaptado de BRASIL, 2001a, p. 145)

4.1.2 Espaço Parcialmente Segregado

O espaço parcialmente segregado é representado pelas ciclofaixas que “[...] são as faixas, nas pistas de rolamento ou nas calçadas, delimitadas por sinalização horizontal ou diferenciação de piso, sem a utilização de obstáculos físicos.” (GONDIM, 2010, p. 54). Apesar de serem a alternativa mais barata e de rápida implantação para a circulação de bicicletas, sua utilização no Brasil não é muito popular, prevalecendo a adoção de ciclovias. Esse tipo de espaço é adotado com maior frequência em países com forte tradição no uso da bicicleta (MIRANDA, 2007, p. 81).

Ainda de acordo com Miranda (2007, p. 82):

As cidades brasileiras, em especial as de grande porte, não possuem áreas disponíveis para receber acréscimos laterais ao viário construído. [...] Nesse sentido, não sobra outra alternativa senão retomar o espaço usado hoje pelos automóveis.

[Com isso] [...] a ciclofaixa pode ser a maior aliada quando se pretende reincluir a mobilidade por bicicleta em médias e grandes cidades do Brasil.

Ciclofaixas devem ser unidirecionais e ter o mesmo sentido de circulação dos veículos automotores. Ciclofaixas bidirecionais de um lado da via não são recomendáveis, pois resultam nos ciclistas trafegando contra o fluxo de automóveis (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 1999, p. 22). Mesmo assim em alguns lugares pode-se encontrar esse tipo de ciclofaixa, como em Porto Alegre, RS (figura 12) e São Leopoldo, RS (figura 13).



Figura 12: ciclofaixa bidirecional em Porto Alegre, RS (BRASIL, 2001a, p. 113)



Figura 13: ciclofaixa bidirecional em São Leopoldo, RS (BRASIL, 2001a, p. 119)

Além disso o Manual de Planejamento Cicloviário do GEIPOT também recomenda (BRASIL, 2001b, p. 38):

[...] como sendo de 1,20 m a largura mínima interna de uma ciclofaixa, devendo a ela ser acrescida a faixa de separação da corrente do tráfego motorizado. Em muitas situações, é importante criar espaço de separação através da pintura de duas faixas paralelas, preenchido com pinturas em diagonal, formando “zebrados”, acrescentando-se ainda “tachinhas” refletivas. Este espaço deve ter um mínimo de 0,40 m que, somando-se à faixa separadora da via ciclável da linha do meio-fio (0,20 m), eleva a largura total da ciclofaixa para 1,80 m [...].

Na figura 14 é apresentado um exemplo de uma ciclofaixa inserida no contexto viário e na figura 15, a largura normalmente adotada para uma ciclofaixa.

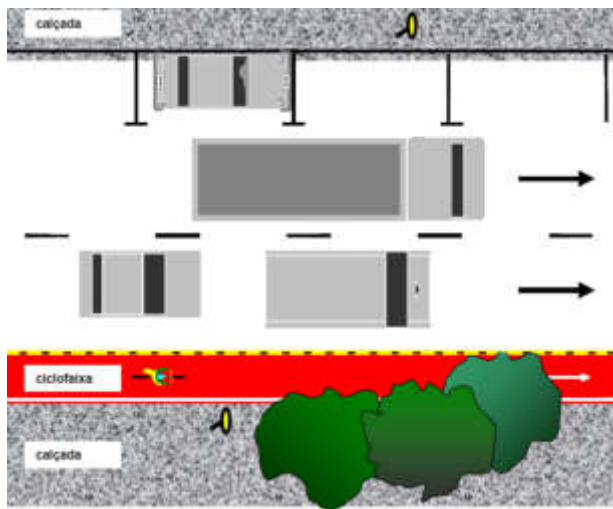


Figura 14: exemplo de ciclofaixa
(adaptado de BRASIL, 2001b, p. 35)

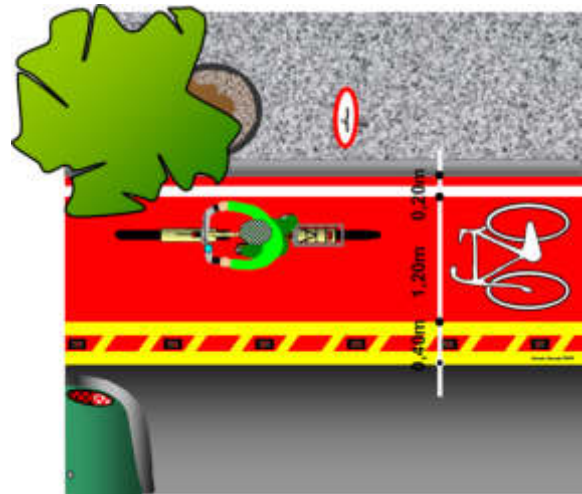


Figura 15: largura de uma ciclofaixa comum
(BRASIL, 2001b, p. 38)

Na figura 16 é apresentado um exemplo de ciclofaixa implantada junto ao canteiro central de uma via e na figura 17 uma ciclofaixa junto a calçada, ilustrando a situação apresentada nas figuras 14 e 15.



Figura 16: ciclofaixa junto ao canteiro central
em Porto Alegre, RS³



Figura 17: ciclofaixa no contexto urbano,
Florianópolis, SC (MIRANDA et al., [2009])

Existem três tipos de configurações quanto a posição de ciclofaixas (BRASIL, 2001b, p. 36):

- a) junto ao bordo direito da pista de rolamento, em vias onde é proibido estacionar (figura 18 e 21);

³ Foto fornecida pela Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC), Porto Alegre/RS

b) entre o bordo da via e a área de estacionamento (figura 19 e 22);

c) entre a área para estacionamento e a faixa de tráfego da via (figura 20 e 23).

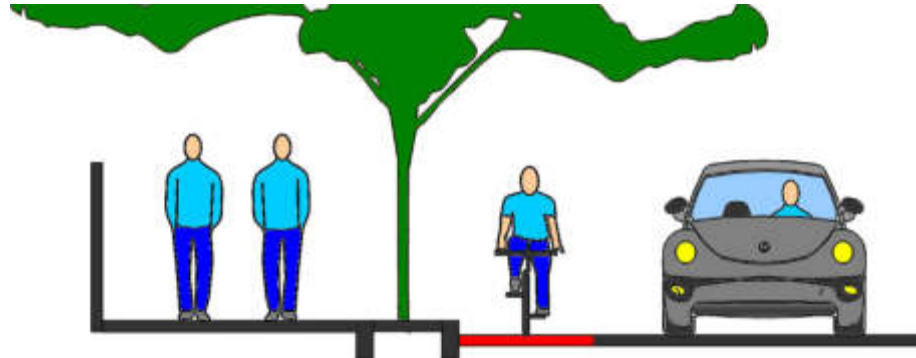


Figura 18: ciclofaixa junto à calça, em via onde é proibido estacionar (adaptado de GONDIM, 2010, p. 67)

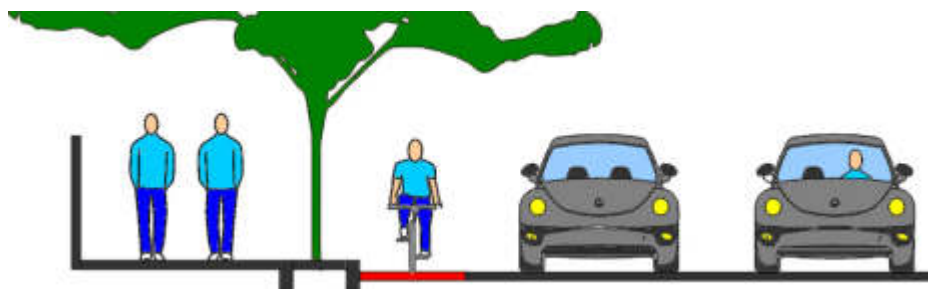


Figura 19: ciclofaixa entre a calça e a área de estacionamento (adaptado de GONDIM, 2010, p. 67)

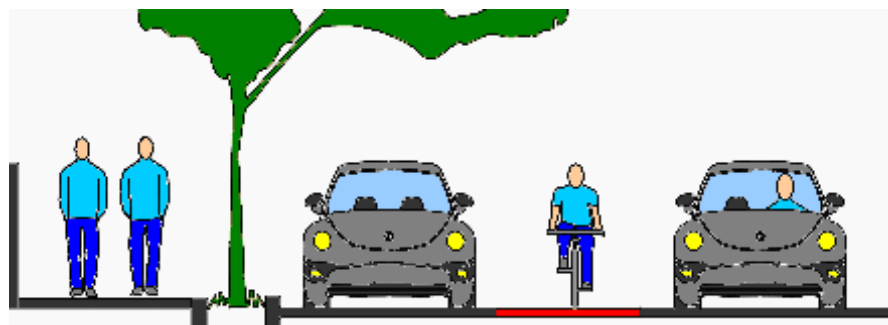


Figura 20: ciclofaixa entre a área de estacionamento e a faixa de tráfego (adaptado de GONDIM, 2010, p. 67)

A situação apresentada na figura 20 é recomendada para “Locais onde os carros permanecem mais tempo parados, como ruas residenciais.” (PORTO ALEGRE, 2008b, 117) com isso é adotada uma largura de 2,00, ao contrário dos 1,80 m convencionais da ciclofaixa, para

possibilitar aos ciclistas desviarem das eventuais aberturas de porta dos veículos (figura 24), por parte dos motoristas (BRASIL, 2001b, p. 38). Essa largura de 2,00 m não se faz necessária no caso da figura 19, pois nem sempre existe a presença de passageiros nos carros, sendo assim a abertura de portas deste lado ocorre com menor frequência que no caso da figura 20. A seguir são apresentadas fotos que exemplificam as situações descritas anteriormente.



Figura 21: ciclofaixa junto a calçada, em via onde é proibido estacionar, Holanda (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 84)



Figura 22: ciclofaixa entre a calçada e a área de estacionamento (LONDON, 2005, p. 84)



Figura 23: ciclofaixa entre a área de estacionamento e a faixa de tráfego, Bondi Beach, Austrália (AUSTRALIA, 2005, p. 21)



Figura 24: abertura de porta obstruindo o caminho dos ciclistas em uma ciclovía (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 102)

As fotos das figuras 22 e 23 ilustram as situações das figuras 19 e 20, mas vale lembrar que aquelas fotos foram tiradas na Inglaterra e Austrália, respectivamente, países que adotam a

mão inglesa no trânsito, logo a abertura de porta do motorista se dá do lado direito do carro. Portanto na foto da figura 22, a abertura de porta do lado do motorista não obstrui a ciclofaixa, mas no caso da figura 23, este problema se faz presente.

4.1.3 Espaço Totalmente Segregado

Este espaço é representado pela ciclovia que são “[...] os espaços para a circulação exclusiva de bicicletas, segregados de automóveis e pedestres, mediante a utilização de obstáculos físicos como calçadas, muretas ou meio-fios.” (GONDIM, 2010, p. 53) e “[...] constitui a infraestrutura mais privilegiada à circulação das bicicletas.” (MIRANDA, 2007, p. 83).

Ter uma divisão entre o espaço destinado aos carros e às bicicletas é benéfico mesmo em vias com volumes e velocidades de tráfego moderados. A ciclovia melhora a segurança, o conforto e diminui o risco percebido pelos ciclistas, aumentando o nível de serviço experimentado pelos ciclistas duas vezes mais que as ciclofaixas, podendo com isso, levar à um aumento no uso da bicicleta (DENMARK, 2000, p. 54).

Apesar de suas vantagens, principalmente em relação a segurança, a ciclovia apresenta algumas desvantagens. A implantação de uma ciclovia exige que a via tenha espaço lateral adicional, grandes calçadas ou canteiros centrais (figura 25) com largura adequada (MIRANDA, 2007, p. 83). Além disso, como a ciclovia possui uma divisão física entre o tráfego de bicicletas e carros e pedestres, esta fica limitada à um determinado número de pontos de acesso (figura 26). Não sendo recomendado, por esta razão, a adoção de ciclovias em trechos curtos (GONDIM, 2010, p. 90).



Figura 25: ciclovias no canteiro central em São Leopoldo, RS (BRASIL, 2001a, p. 120)



Figura 26: detalhe de acesso à ciclovia em Campo Bom, RS (BRASIL, 2001a, p. 115)

No caso das ciclovias implantadas em canteiros centrais Miranda (2007, p. 85) observa que:

[...] quando o tráfego na avenida é muito intenso, há dificuldade de acesso para os ciclistas. Por outro lado, ela permite viagens mais seguras e com menores interrupções do que aquelas ao lado da via, pois não há acesso às construções lindeiras. Também permite manutenção mais frequente pela baixa interferência com o tráfego geral da via. De uma maneira geral, poderia ser dito que este tipo de solução apresenta mais prós do que contras.

A ciclovia pode ser de dois tipos (MIRANDA, 2007, p. 83):

- a) unidirecional;
- b) bidirecional.

As **ciclovias unidirecionais** são pouco adotadas no Brasil, e são comumente encontradas em países com forte tradição no uso da bicicleta e que possuem grande educação cicloviária, em que os usuários respeitam integralmente as leis de trânsito referentes à mão de utilização das ciclovias. O Manual de Planejamento Cicloviário do GEIPOT recomenda que (BRASIL, 2001b, p. 40-41):

A largura mínima adotada [...] para a pista unidirecional (com sentido único) é de 2,00 m, correspondendo à largura efetiva da ciclovia. Quando se têm bordas

desniveladas em mais de 0,10 m [...] há necessidade do acréscimo de 0,50 m na ciclovia [figura 27].

Em caso de arborização lateral à ciclovia, deve ser acrescentado, além da superlargura de 0,50 m, mais 0,25 m, afastamento mínimo para que não haja interferência do tronco das árvores ou de qualquer obstáculo fixo sobre os ciclistas [figura 28].

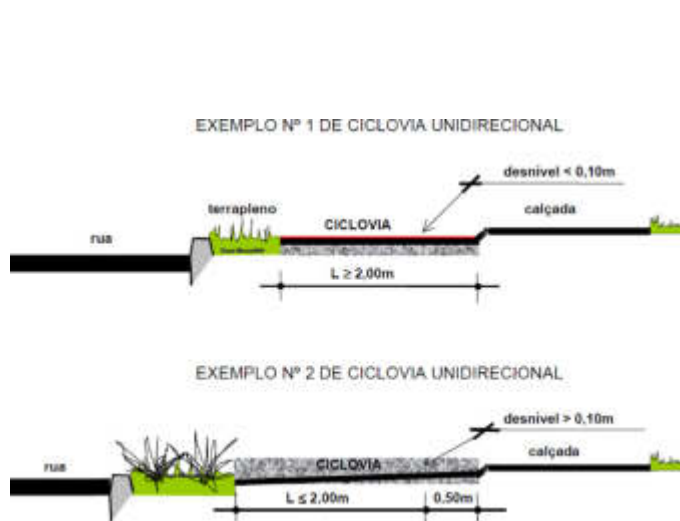


Figura 27: larguras mínimas de ciclovias unidirecionais (BRASIL, 2001b, p. 41)

EXEMPLO Nº 3 DE CICLOVIA UNIDIRECIONAL

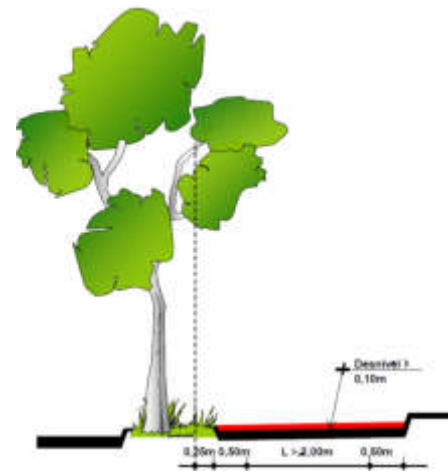


Figura 28: largura mínima de ciclovia com presença de arborização lateral (BRASIL, 2001b, p. 41)

A largura efetiva da ciclovia unidirecional também pode variar de acordo com o volume de tráfego de bicicletas na hora pico, como mostra o quadro 5 (BRASIL, 2001b, p. 42).

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

Quadro 5: largura efetiva da ciclovia unidirecional em função do tráfego horário (BRASIL, 2001b, p. 42)

A seguir é apresentado um exemplo de ciclovia unidirecional, que por ter um canteiro separando os espaços, pode ser implantada no sentido contrário do fluxo de veículos motorizados sem trazer risco à segurança do ciclista (figura 29).



Figura 29: ciclovia unidirecional em Surry Hills, Austrália
(AUSTRALIA, 2005, p. 27)

As **ciclovias bidirecionais**, ao contrário das unidirecionais, tem uma maior utilização no Brasil, “Isso porque, uma vez que os espaços cicloviários são tão escassos, quando se implanta qualquer infraestrutura, os ciclistas logo dela se apropriam e fazem uso generalizado, realizando viagens nas duas direções.” (MIRANDA, 2007, p. 83). Na figura 30 é apresentado um exemplo de uma ciclovia bidirecional inserida no contexto viário e, na figura 31, a largura normalmente adotada para uma ciclovia bidirecional e o espaço ocupado pelos ciclistas.

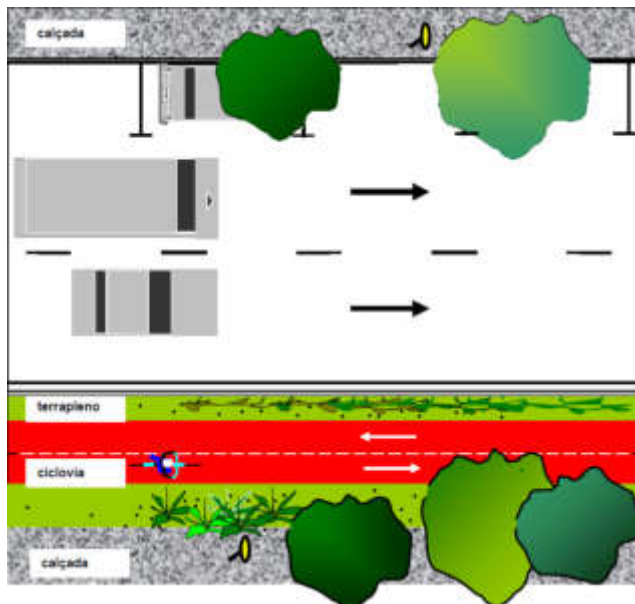


Figura 30: exemplo de ciclovia bidirecional
(adaptado de BRASIL, 2001b, p. 34)

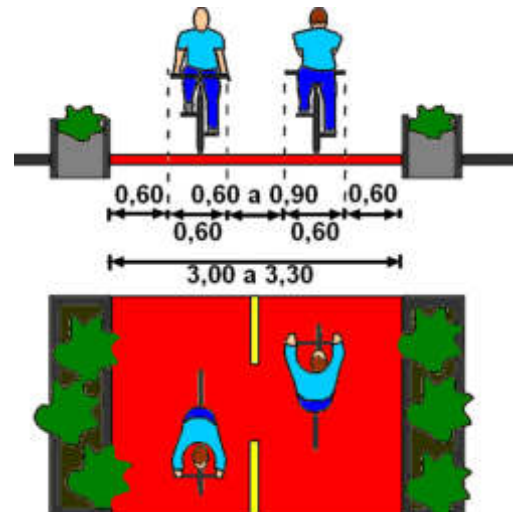


Figura 31: largura de uma ciclovia bidirecional
(adaptado de GONDIM, 2010, p. 94)

Quanto as dimensões da ciclovia bidirecional, o Manual de Planejamento Cicloviário do GEIPOT recomenda que (BRASIL, 2001b, p. 40-41):

A ciclovia bidirecional tem como largura ideal 3,00 m, mas é aceitável dimensioná-la até o mínimo de 2,50 m. No caso de desnível lateral superior a 0,10 m (calçada, terrapleno, etc), é imprescindível adotar uma sobrelargura de 0,50 m, a exemplo daquela apresentada nas pistas unidirecionais [figura 32].

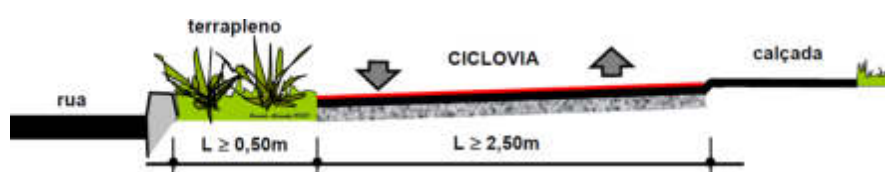


Figura 32: largura mínima de uma ciclovia bidirecional (BRASIL, 2001b, p. 42)

Assim como na ciclovia unidirecional, a largura da ciclovia bidirecional também varia em relação ao volume de tráfego na hora pico, como mostra o quadro 6 (BRASIL, 2001b, p. 43).

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

Quadro 6: largura efetiva da ciclovia bidirecional em função do tráfego horário (BRASIL, 2001b, p. 43)

A seguir são apresentados dois exemplos da inserção de ciclovias bidirecionais no contexto urbano. Na figura 33 foram utilizados postes de iluminação no canteiro que separa o tráfego de ciclistas dos demais veículos, enquanto que na figura 34, se utilizou de arborização ao longo do canteiro separador.



Figura 33: ciclovia bidirecional em Eindhoven, Holanda (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 102)



Figura 34: ciclovia bidirecional (DENMARK, 2000, p. 54)

4.2 OUTROS ASPECTOS DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA

A seguir são descritos brevemente, outros aspectos que compõem a infraestrutura cicloviária, como a sinalização, drenagem, pavimentação, paisagismo e estacionamento. Já que “As viagens [de bicicleta] devem ser atrativas e prazerosas, tanto pelo correto tratamento da infraestrutura (pisos, iluminação, cruzamentos e pontos de estacionamento), como pelo tratamento do ambiente (paisagismo, sinalização, acesso a pontos variados de interesse).” (CORRÊA, 2010).

Apesar do CTB reconhecer a bicicleta como um veículo de transporte, as **sinalizações** exclusivas para este modal ainda são escassas. No caso da sinalização horizontal pode-se citar a separação dos fluxos contrários, a pintura de bordo, a marca da bicicleta no piso, que serve para identificar o local de tráfego da bicicleta, e as marcas do sinal **Pare**. As principais deficiências da sinalização se referem às verticais, na qual tem-se o exemplo da placa **Proibido Trafegar com Bicicleta**, que já existia antes da entrada no novo CTB e também **Circulação Exclusiva de Bicicletas**. Outra observação da utilização da sinalização vertical é que se identifique essas placas com a marca da bicicleta para alertar os motoristas que trafegam próximos a rotas cicloviárias para que estes saibam que aquela sinalização é destinada às bicicletas e não à eles (MIRANDA, 2007, p. 90-94). É possível encontrar exemplos de sinalizações tanto verticais como horizontais no Manual de Planejamento

Ciclovitário do GEIPOT, onde são apresentadas as principais sinalizações regulamentadas pelo CTB além de propor outras sinalizações complementares que são (BRASIL, 2001b, p. 76):

[...] uma tentativa de adaptação dos sinais vigentes em outros países ao sistema nacional e baseia-se na Conferência das Nações Unidas sobre a Circulação por Via Pública; nas Regras Europeias em Matéria de Circulação e Sinalização Rodoviária e em símbolos já adotados em nosso país e em alguns países europeus.

No caso da **drenagem** de ciclovias, o Manual de Planejamento Ciclovitário do GEIPOT recomenda que (BRASIL, 2001b, p. 74):

A drenagem das ciclovias deve ser a mais natural possível, tirando-se partido da topografia do sítio, evitando-se, assim, a instalação de redes sofisticadas, para o escoamento das águas pluviais. Quando houver uma maior liberdade de traçado (em especial nas ciclovias de lazer), deve-se evitar cortes e aterros, pois os movimentos de terra sempre criam alguns problemas de drenagem que implicam erosão ou necessidade de desobstrução.

[...] A inclinação lateral da pista deve ser de 2% para favorecer um rápido escoamento das águas. Essa inclinação deverá ser sempre para o lado das vias existentes, aproveitando-se, dessa forma, o sistema de drenagem que elas possuem.

Também deve-se tomar cuidado para garantir que as grelhas em boca de lobo sejam seguras para os ciclistas, caso contrário a roda da bicicleta pode cair nos espaços entre as grades da grelha, causando a queda do ciclista (BRASIL, 2001b, p. 76). Essa observação é importante também no caso das ciclofaixas, já que estas são implantadas diretamente na via, onde já existe a presença de um sistema de drenagem implantado.

Quanto a **pavimentação** de ciclovias o Manual de Planejamento Ciclovitário do GEIPOT recomenda que (BRASIL, 2001b, p. 68):

Os requisitos básicos para uma ciclovia, no tocante ao pavimento, são os seguintes: a superfície de rolamento deverá ser regular, impermeável, antiderrapante e, se possível, de aspecto agradável. As ciclovias não são submetidas a grandes esforços, não necessitando de estrutura maior do que a utilizada para vias de pedestres. No entanto, ocorre de seus traçados cortarem áreas de acesso a garagens, estacionamentos fechados e outros locais destinados à guarda de veículos motorizados. Nesses casos, sugere-se a adoção de reforço de base, com armação em malha em ferro sob camada de concreto magro.

O **paisagismo** é um item que recebe pouca atenção por parte dos projetistas, mas que pode ser usado como um meio de proteção à insolação, ofuscamento pelos faróis dos carros e até mesmo de alerta aos ciclistas, como por exemplo plantar “[...] uma palmeira na interseção

mais perigosa, serve de alerta à distância para que o ciclista possa calcular sua velocidade e o momento de reduzi-la para enfrentar o cruzamento adiante.” (MIRANDA, 2007, p. 110).

Prover **estacionamento** para bicicletas é um elemento essencial no esforço para promover o uso da bicicleta, já que as pessoas são desencorajadas a andar de bicicleta, quando não existe um espaço para o seu estacionamento. Estes locais devem ser colocados tanto na origem da viagem, quanto em seu destino e devem garantir a segurança da bicicleta, tanto para roubos como para qualquer outro tipo de dano. Existem dois tipos de estacionamentos para bicicletas (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 1999, p. 67-68):

- a) **estacionamento de longa duração:** dispõe de alta segurança e proteção contra os agentes climáticos, e são desenvolvidos para situações em que a bicicleta é deixada estacionada por longos períodos de tempo, como, por exemplo, em condomínios, escolas, locais de trabalho estações de ônibus e metrô;
- b) **estacionamento de curta duração:** provem apenas locais para acorrentar as rodas da bicicleta, mas não dispõe de outros acessórios e componentes à segurança, nem proteção contra as intempéries. São destinados para estacionamentos aleatórios, onde a bicicleta é deixada por um curto período de tempo e fica visível e convenientemente disposta na entrada da edificação.

5 CRITÉRIOS PARA LOCALIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO

De acordo com o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades (BRASIL, 2007, p. 98):

Os arranjos e as dimensões dos espaços cicloviários sempre dependerão de cinco fatores, quais sejam:

- a) as dimensões mínimas necessárias à circulação segura das bicicletas;
- b) as sobras de espaços ou dos rearranjos de partes ou da totalidade das vias existentes, convertendo para as bicicletas uma fatia do sistema viário;
- c) a criatividade dos projetistas ao combinar técnicas com oportunidades existentes nos espaços urbanos, adequando-os às necessidades da circulação dos ciclistas;
- d) o perfeito entendimento quanto às limitações técnicas dos ciclistas diante de alguns obstáculos quase intransponíveis;
- e) a disposição política e as disponibilidades financeiras para as ações a serem empreendidas, fatores esses decisivos para a definição da qualidade dos projetos a serem elaborados.

Dos itens acima, pode-se dizer que (a) e (b) estão associados, já que as dimensões mínimas necessárias à circulação dependem diretamente da sobra de espaço da via. Além disso esses dois itens mais o item (d) estão relacionados com a seleção de vias que podem receber uma ciclovia ou ciclofaixa, ou seja sua **localização**. O item (b) também está associado ao item (c), já que havendo sobra de espaço fica a cargo do projetista fazer o melhor uso desse espaço, sendo que a combinação desse dois itens remete à **implantação** da ciclovia ou ciclofaixa na via. O item (e), apesar de influenciar tanto na implantação quanto na localização de ciclovias e ciclofaixas, não descreve uma característica técnica, ficando este, portanto, fora do escopo do trabalho. Entretanto alguns comentários referentes ao custo de implantação de ciclovia e ciclofaixa serão feitos ao final deste capítulo. Nos próximos itens serão descritos os critérios de implantação e localização, caracterizando cada um deles e comentando sua relevância na escolha de qual dos espaços cicloviários é mais apropriado para cada caso. Serão apresentados tanto critérios e recomendações utilizados no Brasil, quanto no exterior, e para isso é importante ressaltar que “[...] as práticas, conceitos e critérios adotadas na Europa são muito diversas daquelas passíveis de serem adotadas no Brasil. [...] a nossa realidade mais precária

exige critérios mais abertos e menos severos em alguns casos e muito mais rígidos em outros.” (MIRANDA, 2010), como poderá se perceber nos próximos itens.

5.1 INCLINAÇÃO LONGITUDINAL DA VIA

Como já se sabe, a energia necessária para pedalar a bicicleta é produzida pelos próprios ciclistas. Por esta razão, o número de ciclistas usando um caminho dependerá da inclinação dos gradientes deste caminho (DENMARK, 2000, p. 79). A inclinação da via não influencia só a rota escolhida pelo ciclista como também afeta a segurança operacional do ciclista prejudicando suas manobras no fluxo de tráfego. Alguns ciclistas podem até aceitar sair de sua rota para evitar inclinações excessivas. Vias em declives que se aproximam de interseções necessitam de maior distância para frenagem e outros desenhos na via para reduzir os conflitos entre bicicletas e automóveis. Sempre que possível este conflito deve ser evitado (UNITED STATES OF AMERICA, 1979, p. 21). Em geral, a inclinação máxima recomendada é de 3%, mas se permite inclinações de 5% por até uma distância de 100,00 m. Em locais onde as inclinações são inevitavelmente maiores que 5%, o limite fica em 7% por distâncias de até 30,00 m. Inclinações maiores que 7% não são recomendadas, a não ser que por distâncias muito curtas. Na aproximação de interseções com vias prioritárias, a inclinação ideal não deve exceder 3% (SCOTLAND, 2008, p. 44).

Em vias onde se pretende adotar um espaço compartilhado entre o tráfego de bicicletas e de veículos motorizados, as inclinações devem ser as mínimas possíveis. Inclinações superiores à 5% são indesejáveis, já que a subida pode ser difícil para a maioria dos ciclistas, enquanto que na descida os ciclistas podem experimentar velocidades superiores aquelas que eles se sentem mais seguros e confortáveis. Em determinadas situações, onde as condições do terreno não são favoráveis e se precisa inserir algum dos espaços cicloviários, se pode exceder os 5% recomendados, desde que por curtas distâncias (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 1999, p. 39). A seguir são apresentados um gráfico e dois quadros que relacionam a inclinação com a distância suportada pelos ciclistas.

O gráfico da figura 35, foi elaborado em estudos adotando os critérios mais econômicos que atendem à demanda energética aceitável para os ciclistas. O gráfico apresenta recomendações

para inclinações de até 11% e comprimentos de até 609,60 m, considerando um ciclista pedalando à uma velocidade constante de 10,00 km/h (UNITED STATES OF AMERICA, 1979, p. 42).

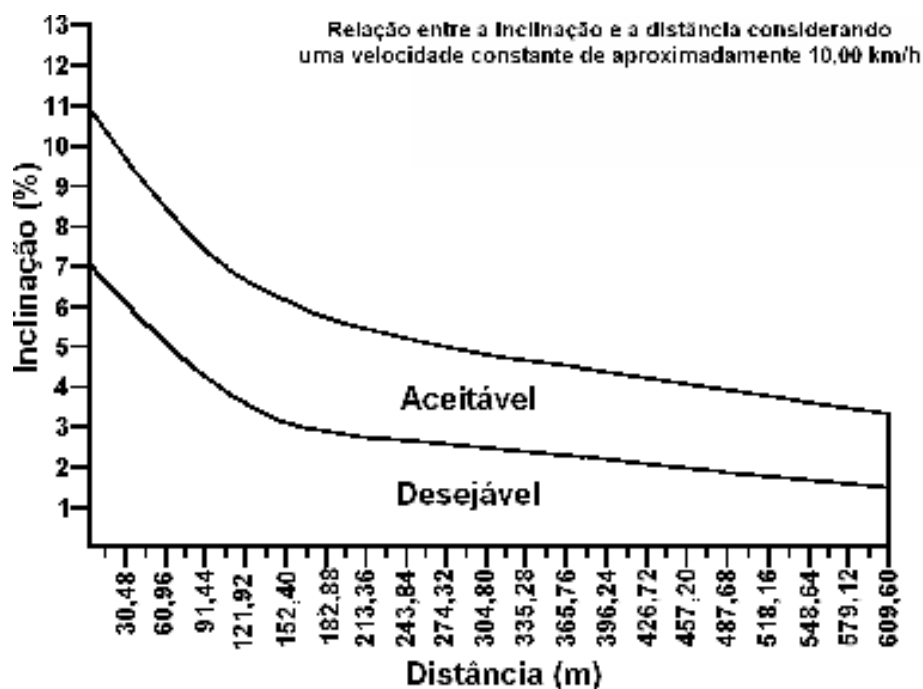


Figura 35: relação entre a inclinação da via e sua distância máxima (adaptado de UNITED STATES OF AMERICA, 1979, p. 43)

O gráfico da figura 35 foi dividido em duas áreas: **aceitável** e **desejável**. Pode-se perceber que para inclinações superiores a 3% as distâncias **desejáveis** são cada vez menores a medida que se aproximam de 7% e para as distâncias **aceitáveis** os valores só começam a diminuir a partir dos 6%. Para inclinações superiores à 7% já não existem mais distâncias desejáveis, ficando estas apenas na área de distâncias aceitáveis e mesmo assim essas distâncias são inferiores à 100 m. Assim como o gráfico anterior, o manual *Guide for the Development of Bicycle Facilities* da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), também recomenda distâncias máximas para cada uma das inclinações da via, apresentadas no quadro 7.

Inclinação (%)	Distância Máxima (m)
5 ou 6	240
7	120
8	90
9	60
10	30
11 ou mais	15

Quadro 7: relação entre a inclinação da via e sua distância máxima (adaptado de AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 1999, p. 39).

Comparando o gráfico da figura 35 com o quadro 7, nota-se que os valores existentes no quadro correspondem aos valores inseridos na área **aceitável** do gráfico da figura 35, aliás, os valores do quadro, para algumas inclinações, inclusive, possuem distâncias recomendadas um pouco superiores às aceitáveis no gráfico da figura 35, apresentando uma postura mais liberal, admitindo que os ciclistas tolerariam distâncias maiores para as inclinações apresentadas.

Complementarmente ao quadro anterior, o manual *Collection of Cycle Concepts*, elaborado pelo governo da Dinamarca, também apresenta sua versão de quadro relacionando a inclinação com as distâncias máximas admitidas pelos ciclistas, mas para inclinações inferiores à 5%, como mostra o quadro 8.

Inclinação (%)	Distância Máxima (m)
3,00	500
3,50	300
4,00	200
4,50	100
5,00	50

Quadro 8: relação entre a inclinação da via e sua distância máxima (adaptado de DENMARK, 2000, p. 79)

O quadro 8, apresenta um postura mais conservadora, se comparado com o quadro 7 e considera 3% a inclinação máxima recomendada. Suas distâncias máximas permitidas para as respectivas inclinações, encontram-se dentro da área **aceitável**, mas próximas da fronteira do **desejável** do gráfico da figura 35, com exceção das inclinações 3% e 4%, que se encontram em níveis intermediários da área **aceitável**. Pode-se dizer que o gráfico da figura 35 abrange tanto recomendações mais conservadoras, como no caso da área **desejável**, como ainda

permite um intervalo de maior de tolerância, como do caso da área **aceitável**, correspondendo tanto às recomendações do manual *Guide for the Development of Bicycle Facilities* da AASHTO, como do *Collection of Cycle Concepts*. É interessante observar que o gráfico da figura 35 contempla tanto recomendações de outro manual estadunidense, país com uma cultura fortemente voltada ao uso do carro, quanto de um manual europeu, mais precisamente da Dinamarca, país com forte tradição ao uso da bicicleta, conseguindo com isso atender duas posturas diferentes quanto ao rigor de aceitação das distâncias em função da inclinação. Estas informações disponibilizam aos projetistas tanto recomendações restritas como também permite uma maior liberdade na seleção de vias com inclinação adequada.

O Manual de Planejamento Ciclovitário do GEIPOT, também apresenta um gráfico similar ao gráfico e quadros mostrados anteriormente, mas neste caso relaciona os desníveis a vencer em função da inclinação da via, e não da distância a ser percorrida em função desta inclinação. O gráfico também sugere duas situações, uma para **rampas normais** e outra para **rampas máximas** nas quais os ciclistas poderiam trafegar com maior segurança e conforto, como mostra a figura 36.

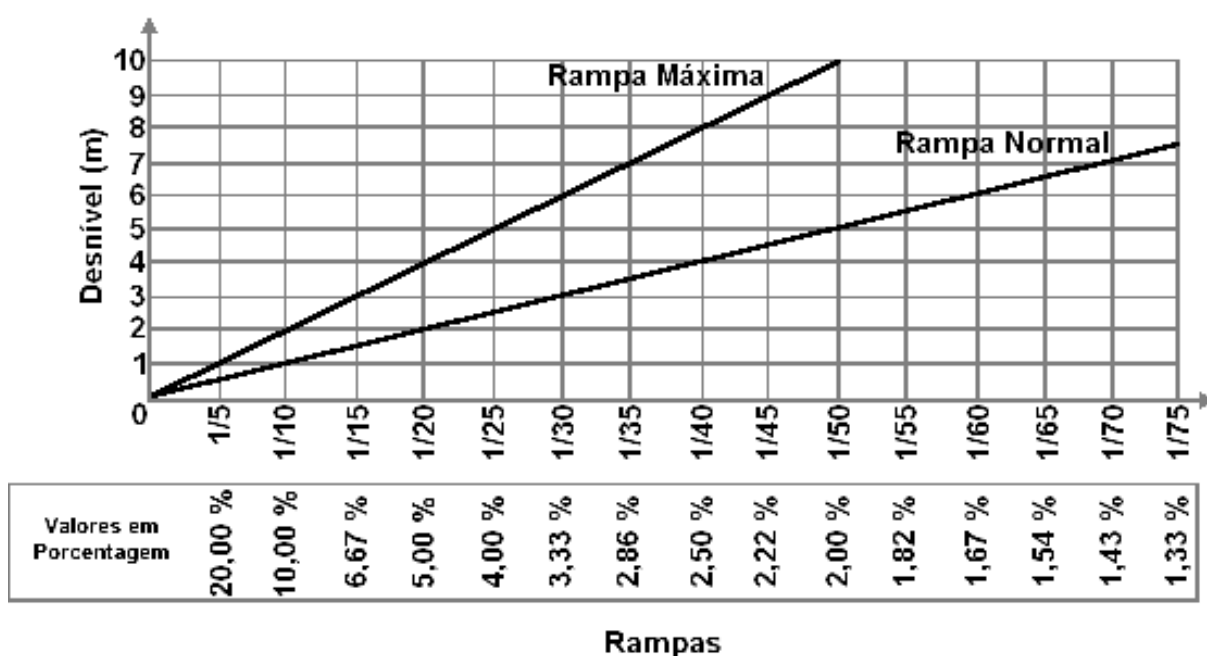


Figura 36: rampas normais e máximas admissíveis em função do desnível a vencer (adaptado de BRASIL, 2001b, p. 43)

Para facilitar as comparações entre o gráfico da figura 36 e os anteriores foi montado o quadro 9, que relaciona as inclinações, em porcentagem, com as distâncias referentes as rampas

máxima e normal. A inclinação, dada em sua forma fracionaria, representa o quociente do desnível vertical da via com sua projeção horizontal, então para determinar as distâncias basta dividir o desnível da via pela inclinação desejada.

Inclinação (%)	Distância (m)	
	Rampa Máxima	Rampa Normal
2,00	500,00	250,00
2,22	405,00	202,50
2,50	320,00	160,00
2,86	245,00	122,50
3,33	180,00	90,00
4,00	125,00	62,50
5,00	80,00	40,00
6,67	45,00	22,50
10,00	20,00	10,00
20,00	5,00	2,50

Quadro 9: relação entre a inclinação da via com as distâncias referentes às rampas máximas e normais admissíveis

Percebe-se uma postura bem mais conservadora por parte do gráfico brasileiro, mesmo em relação ao dinamarquês, o que pode sugerir uma menor tolerância dos ciclistas brasileiros à percorrerem distâncias maiores para inclinações superiores à 5%. A única exceção é a inclinação de 5% em que o máximo recomendado pelo quadro dinamarquês se encontra entre as distâncias referentes à rampa máxima e a normal do gráfico brasileiro.

Este gráfico foi inclusive utilizado pela cidade de Porto Alegre, no desenvolvimento de seu Plano Diretor Cicloviário Integrado, servindo como base para identificação das vias com potencial de serem usadas por ciclistas (PORTO ALEGRE, 2008a, 12):

As rampas de cada segmento viário foram calculadas com base nas informações de altimetria e planimetria da base cartográfica georreferenciada municipal na escala 1:1000. [...] as vias foram classificadas em três categorias de acordo com os critérios definidos pelo Manual de Planejamento Cicloviário do GEIPOT de 2001 [...]

As três classificações foram: vias cicláveis com rampas normais, vias cicláveis com rampas máximas e vias não cicláveis (PORTO ALEGRE, 2008a, 12). Vale lembrar que ciclistas profissionais conseguem vencer grandes aclives sem muitos problemas, mas quanto se

pretende que mais pessoas utilizem a bicicleta como um meio de deslocamentos, então a análise da inclinação viária da cidade passa a ser necessária (informação verbal)⁴.

Apesar desta orientação ser importante para analisar a viabilidade de uma via ser ou não adequada ao tráfego de bicicletas, esta sozinha não é o suficiente para determinar se um via pode ou não comportar um espaço cicloviários. Outros fatores, como largura da via, também devem ser analisados. Além disso, com este critério ainda não é possível determinar qual espaço cicloviário deve-se utilizar, para isso outros critérios serão analisados mais adiante.

5.2 ESPAÇO VIÁRIO DISPONÍVEL

A existência de uma largura mínima é um pré-requisito básico para a implantação de um espaço cicloviário. Se uma via não possui uma largura operacional suficiente para o tráfego de bicicletas, esta não deve ser considerada como potencial ao tráfego de bicicletas (UNITED STATES OF AMERICA, 1979, p. 18). Além disso, sempre que possível se recomenda implantar, ciclovias e ciclofaixas com larguras superiores a mínima recomendada, e não considerar a largura mínima como a ideal a ser utilizado. Quando os ciclistas estão subindo por vias com inclinações superiores a 3% ou 5%, estes necessitam de uma largura adicional para manter o equilíbrio. Do mesmo modo, quando estes estão descendo, eles podem rapidamente ganhar velocidade, portanto uma largura adicional, ou mesmo uma separação, pode reduzir possíveis conflitos com os pedestres (SCOTLAND, 2008, p. 42).

Para o caso das ciclofaixas, recomenda-se uma largura de 2,00 m, para vias movimentadas, mas uma largura mínima de 1,50 m pode ser adotada de uma forma geral. Larguras inferiores à 1,20 m já não são suficientes para acomodar os ciclistas (SCOTLAND, 2008, p. 37). Estas dimensões são muito próximas daquelas recomendadas pelo Manual de Planejamento Cicloviário do GEIPOT, apresentadas anteriormente, quando foi feita a caracterização dos espaços cicloviários. Do mesmo modo para o caso de ciclovias, uma largura mínima de 1,50 m é recomendada para as unidirecionais, enquanto que para as bidirecionais é recomendada uma largura mínima de 3,00 m. Se estas larguras não forem adotadas, o nível operacional da ciclovia pode ficar comprometido tornando difícil sua utilização pelos ciclistas (SCOTLAND,

⁴ Informação obtida em entrevista com o arquiteto e urbanista Régulo Franquine Ferrari, realizada dia 19/08/2010, na sede da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC), Porto Alegre/RS.

2008, p. 43). Estas dimensões também são muito próximas daquelas recomendadas pelo Manual de Planejamento Ciclovitário do GEIPOT, também apresentadas anteriormente.

No caso das ciclovias unidirecionais e bidirecionais, sua largura também pode variar em função do volume de ciclistas que utilizam a via, como foi apresentado nos quadros 5 e 6, do item referente à caracterização dos espaços ciclovitários. Além do volume de ciclistas outros fatores influenciam na largura viária, como a força exercida pelo tráfego pesado nos ciclistas. Dependendo da velocidade, um caminhão pode criar uma força aerodinâmica suficiente para derrubar o ciclista. O gráfico da figura 37 apresenta as velocidades críticas e distâncias nas quais colocam os ciclistas em situação de risco (UNITED STATES OF AMERICA, 1979, p. 24).

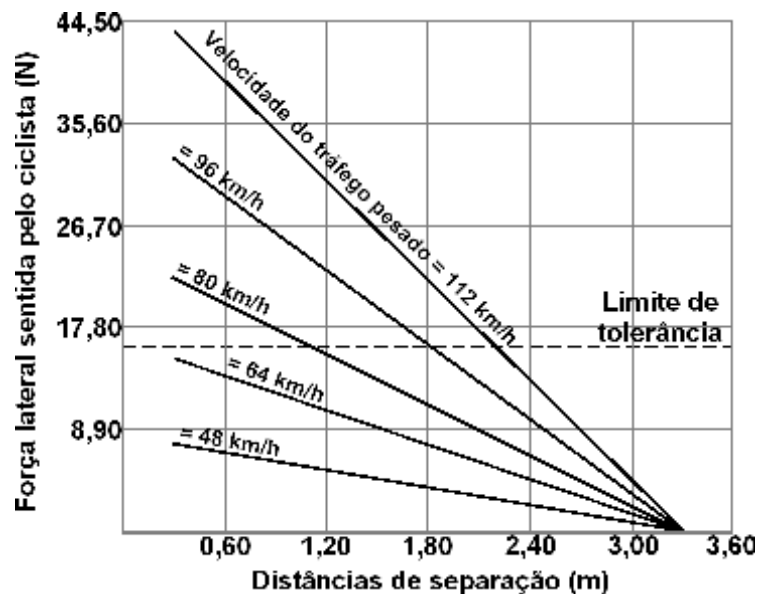


Figura 37: força aerodinâmica causada pelo tráfego pesado passando pelo ciclista (adaptado de UNITED STATES OF AMERICA, 1979, p. 26)

Quando a velocidade veicular excede o **limite de tolerância**, mostrado no gráfico, uma separação entre o tráfego motorizado e o de ciclistas deve ser considerada. Caso não exista possibilidade de redução da força aerodinâmica, então se recomenda a procura de um novo local para implantação do espaço ciclovitário independente do volume de tráfego pesado (UNITED STATES OF AMERICA, 1979, p. 24).

Pela análise do gráfico da figura 37, percebe-se que para velocidades inferiores à 64 km/h, qualquer distância de separação é aceitável, ficando esta abaixo do limite de tolerância. Para a

velocidade de 80 km/h uma separação de 1,20 m ficaria praticamente no limite de tolerância e esta seria a situação crítica, já que velocidades superiores a esta seriam, em teoria, impraticáveis no meio urbano. O CTB também apresenta uma recomendação similar à do gráfico da figura 37, estabelecendo que os veículos motorizados devem manter uma distância lateral de 1,50 m ao passar ou ultrapassar bicicleta, sendo que seu descumprimento é considerado infração média e multa como penalidade (BRASIL, 1997). Se pode perceber que esta recomendação fica próxima daquela estabelecida para velocidades de 80 km/h do gráfico da figura 37. Isso também evita que os motoristas trafegem muito próximos dos ciclistas, mesmo a velocidades inferiores, algo que o gráfico da figura 37 permite, como por exemplo, para a velocidade de 48 km/h, o tráfego motorizado poderia ficar até a uma distância de 30 cm do ciclista e ainda assim ficaria abaixo do limite de tolerância.

Mas uma ressalva deve ser feita com relação a distância estabelecida pelo CTB. No caso de Porto Alegre e de outras cidades brasileiras, dificilmente as faixas possuem 3,50 m, então nesse caso o carro para passar a 1,50 m do ciclista deveria ter que trocar de faixa para realizar essa passagem (informação verbal)⁵, situação esta, que acaba sendo praticamente inviável. Nesse caso é razoável adotar a mesma recomendação feita para o gráfico da figura 37, utilizando uma separação física entre o tráfego de bicicleta e automóveis, caso a distância de separação 1,50 m não possa ser garantida. Além disso, Corrêa (2010) comenta que:

[...] [nesta situação específica a] lei deveria ser aplicada prioritariamente em vias de maior velocidade [...] e [que] possuem maior número de faixas o que permite o afastamento do ciclista, no caso, o mínimo de 1,50 m. Em ruas locais onde a velocidade máxima deveria ser de 30 km/h esta lei não deveria ser aplicada pois a velocidade [do tráfego motorizado] é compatível com a velocidade do ciclista.

A análise de espaço viário disponível se mostra um critério importante para a seleção das vias com potencial para implantação de um ou outro espaço cicloviário. E, invariavelmente, “A escolha [de qual espaço cicloviário adotar] sempre recai primeiramente para as possibilidades de espaço. Ou seja, sempre será o espaço o primeiro critério a ser adotado por projetista, planejador, ou profissional de projetos.” (MIRANDA, 2010). Além da largura e da existência de estacionamento de veículos na via, outros pontos a serem analisados são o volume e a velocidade de fluxo dos veículos motorizados (CORRÊA, 2010).

⁵ Informação obtida em entrevista com o arquiteto e urbanista Régulo Franquine Ferrari, realizada dia 19/08/2010, na sede da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC), Porto Alegre/RS.

5.3 VOLUME E VELOCIDADE DO TRÁFEGO

Para garantir a compatibilidade de uma via com o tráfego de bicicletas é importante quantificar a velocidade e o fluxo de veículos que passam por ela. Esses critérios indicam se as condições viárias precisam ser modificadas para os ciclistas compartilharem a via com os veículos motorizados, ou se uma rota segregada precisa ser implantada. As condições do tráfego devem ser examinadas tanto no período de pico como fora dele (SUSTRANS, 1997, p. [33]).

Nos próximos parágrafos serão apresentados quatro gráficos que relacionam o volume e a velocidade do tráfego motorizado com os tipos de espaços cicloviários (compartilhados, parcialmente segregados ou totalmente segregados) ou outros tipos de intervenção viária, como o *traffic calming*, que são mais favoráveis ao tráfego de ciclistas. De maneira geral o *traffic calming* tem por objetivo modificar o comportamento dos motoristas para favorecer as necessidades dos usuários não motorizados da via. Diminuir a diferença de velocidade entre o tráfego motorizado e o não motorizado é o elemento chave para implantar espaços compartilhados e parcialmente compartilhados mais seguros aos ciclistas. Dentre os benefícios que se pode atingir com o *traffic calming* estão a redução do risco de acidentes e o aumento da atividade social (SCOTLAND, 2010, p. 37).

O eixo de velocidade destes gráficos se refere à velocidade percentil 85%, que é a velocidade máxima praticada por 85% dos condutores que trafegam na via. Além disso, os gráficos a seguir, levam em consideração apenas o compartilhamento de tráfego de bicicletas com o **tráfego motorizado** e não a situação de compartilhamento de tráfego com os pedestres, já que aquela situação é a que gera maior risco aos ciclistas. Outra ressalva é que os gráficos não apresentam uma resposta definitiva para qual espaço cicloviário adotar, e em alguns casos a decisão pode ficar dependente de outros fatores, mas isto será comentado mais adiante.

O gráfico da figura 38 é baseado principalmente na segurança do ciclista, e considera que um ciclista solitário estaria exposto à mesma situação de perigo que um número maior de ciclistas. Isto porque o diagrama mostra apenas o volume do tráfego motorizado, e para melhores resultados, também deveria ser levado em consideração o volume do tráfego não motorizado. Além disso, quando se pretende construir uma estrutura para ciclistas, o número de usuários potenciais desta estrutura também terá um impacto na relação do benefício/custo,

e, portanto, em sua prioridade de implantação (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2000, p. 59).

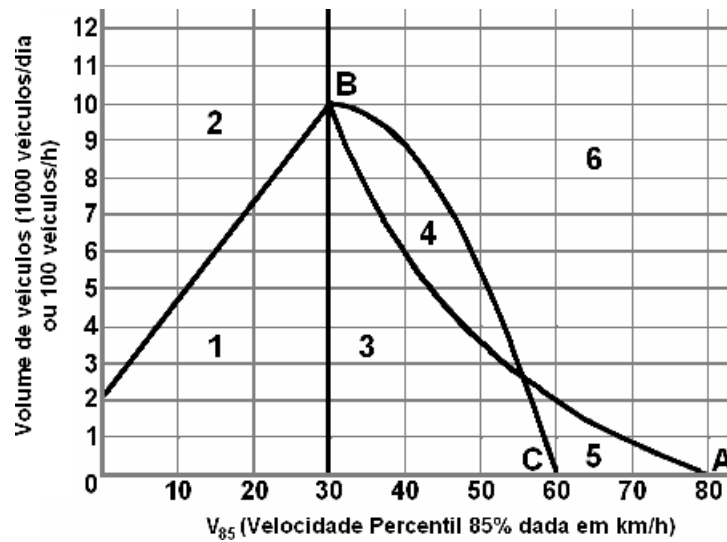


Figura 38: relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (adaptado de INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2000, p. 59)

Na **área 1** do gráfico da figura 38 não se faz necessário nenhum tipo de intervenção. Como tanto a velocidade como o volume são baixos se pode adotar, então, um espaço compartilhado para o tráfego de ciclistas. A situação representada pela **área 2** dificilmente ocorre, pois apresenta uma combinação de altos volumes e baixas velocidades, fazendo com que o nível de serviço da via diminua. As vias são projetadas para que, quanto maior o volume de tráfego motorizado, maiores as velocidades desenvolvidas, permitindo com isso uma melhor fluidez do tráfego. A situação da área 2, poderia representar uma situação de saturação do tráfego, ou seja, um congestionamento, que é uma situação indesejada e não representa a situação para qual a via foi projetada. Na **área 3** tanto a velocidade, quanto o volume de veículos motorizadas, estão dentro dos limites razoáveis para qualquer um dos três tipos de espaços cicloviários. Neste caso, a decisão de qual espaço adotar depende de aspectos financeiros e outras características da via (por exemplo, largura da mesma) e do tráfego (como, por exemplo, presença de tráfego pesado). Na **área 4**, é desejável algum tipo de segregação, seja ele parcial ou total, ficando sua escolha também dependente dos aspectos citados anteriormente para a área 3. Na **área 5** é desejável a adoção de espaços totalmente segregados, mas como o volume de tráfego motorizado é muito baixo o compartilhamento do espaço também é aceitável. Neste caso espaços parcialmente segregados não são

recomendados. Na **área 6** a total segregação do espaço se faz necessária, pois tanto a velocidade quanto o volume do tráfego justificam os investimentos em estruturas para a segurança dos ciclistas (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2000, p. 59).

A seguir é apresentado outro gráfico, figura 39, que também relaciona o volume e a velocidade do tráfego motorizado com qual dos espaços cicloviários é mais adequado aos ciclistas. O diagrama é similar ao anterior, apresentando apenas algumas pequenas diferenças.

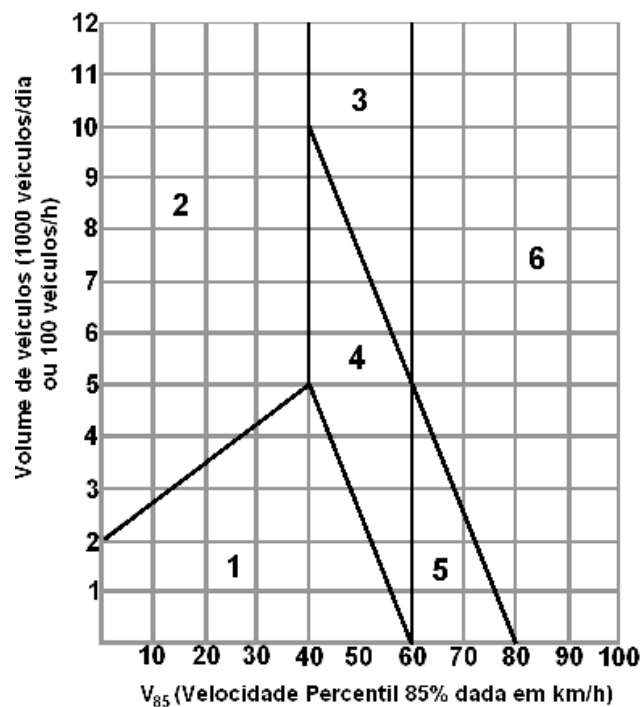


Figura 39: relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (adaptado de DENMARK, 2000, p. 53)

Na **área 1** do gráfico da figura 39 se pode adotar um espaço compartilhado para o tráfego de bicicletas. Este tipo de espaço cicloviário pode ser usado para formar rotas de uma rede cicloviária, em locais de baixa velocidade e volume de tráfego motorizado, onde é necessário um maior grau de conectividade com a rede cicloviária (AUTRALIA, 2005 p. 14). A **área 2** do gráfico apresenta uma combinação de baixas velocidades com altos volumes que são raras de acontecer, porém segundo o manual *NSW Bicycle Guidelines*, elaborado pelo governo da Austrália, caso essa situação venha a ocorrer, é recomendado a implantação de uma ciclovia para minimizar os conflitos (AUTRALIA, 2005 p. 13).

A **área 3** e a **área 4**, se encontrarem na mesma faixa de velocidade, mas possuem volumes diferentes o que acaba influenciando na separação total ou parcial da via. Na **área 3** é recomendado a adoção de um espaço totalmente segregado para que o ciclista fique melhor protegido e tenha um maior conforto, além de garantir uma visibilidade maior das rotas na rede cicloviária (AUTRALIA, 2005 p. 17). Na **área 4** a implantação de um espaço parcialmente segregado é suficiente para a combinação de velocidade e volume apresentada nesta área. Segundo o manual *Collection of Cycle Concepts*, a ciclofaixa pode ser a solução ideal para casos em que a velocidade do tráfego motorizado se encontre abaixo de 50 km/h e a via possua volumes de tráfego moderados (DENMARK, 2000, p. 52), como é o caso da área 4. É claro que o ideal seria sempre que possível implantar uma ciclovia, mas é razoável considerar que nessa situação a implantação de uma ciclofaixa é suficiente para minimizar os conflitos entre carros e bicicletas.

No caso da **área 5**, é permitido o tráfego de bicicletas no acostamento da via, desde que este esteja pavimentado, compartilhando o espaço com o tráfego motorizado. Nos casos de cidades pequenas que recebem um tráfego passante e possuem poucas bicicletas ou no caso de rodovias com tráfego motorizado reduzido, a utilização do acostamento pode ser uma boa solução, sem a necessidade de alargar a via para o tráfego de bicicletas. Mas havendo a necessidade de alargamento da via, então deve ser considerada a construção de uma ciclovia. *Traffic calming* também pode ser utilizado nas cidades para atender as necessidades de seus habitantes e a vulnerabilidade dos usuários da rodovia (DENMARK, 2000, p. 54).

Na **área 6** do gráfico, assim como na área 3, também é recomendada a adoção de uma ciclovia. A única diferença é que neste caso, como a velocidade tende a ser elevada, é necessária uma separação maior entre a via e a ciclovia, como por exemplo, com um canteiro dividindo os dois espaços. Como dificilmente a velocidade do tráfego na cidade é superior à 80 km/h, esta situação é mais frequente em rodovias, que normalmente possuem intersecções localizadas a grandes distâncias umas das outras, favorecendo a implantação desse tipo de solução (DENMARK, 2000, p. 54).

A seguir é apresentado mais um gráfico, na figura 40, relacionando o volume do tráfego motorizado e sua velocidade, com qual espaço cicloviário adotar.

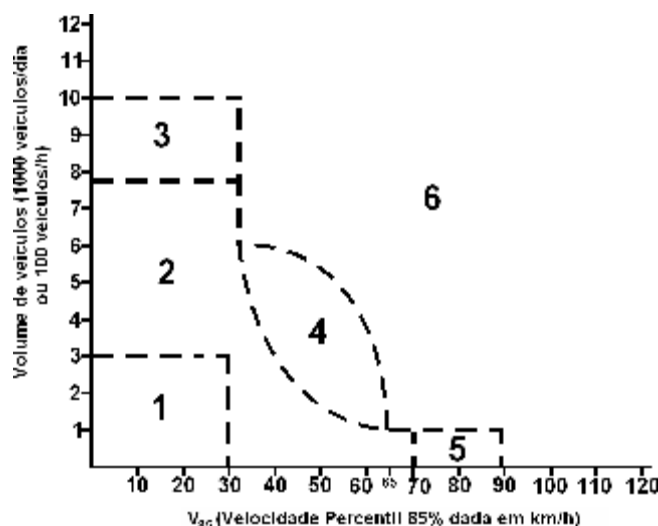


Figura 40: relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (adaptado de SCOTLAND, 2010, p. 11)

Este gráfico apresenta um formato diferente dos outros dois e também não desconsidera a possibilidade de grandes volumes de tráfego motorizado para velocidades menores. Mas apesar do formato diferente, em essência o posicionamento de cada área do gráfico em relação ao volume e a velocidade não é muito diferente dos gráficos anteriores. Na **área 1** do gráfico da figura 40 pode-se adotar um espaço compartilhado para o tráfego de bicicletas.

Na **área 2** ainda pode-se adotar um espaço compartilhado mas também já pode-se considerar uma infraestrutura de uso exclusivo do ciclista, embora estas normalmente não sejam benéficas quando a velocidade percentil do tráfego for inferior à 32 km/h (SCOTLAND, 2010, p. 11). Assim como nos dois gráficos anteriores, esta área possui características intermediárias que impossibilitam uma afirmação categórica de qual espaço cicloviário adotar. Portanto uma caracterização mais detalhada do local em questão juntamente com a análise de outros fatores, descritos anteriormente no gráfico da figura 38, são necessários para uma tomada de decisão definitiva.

Na **área 3** já não é mais recomendado a utilização de espaço compartilhado devido ao grande volume de veículos, sendo recomendado a utilização de uma ciclovia. Na **área 4** é recomendado a adoção de uma ciclofaixa, já que esta área se encontra em intervalos de velocidade e volume de tráfego intermediários. Na **área 5**, assim como na área 3, não é recomendado a utilização de um espaço compartilhado para o tráfego de bicicletas. Na **área 6**, devido às altas velocidades e volumes, é sugerido a implantação de uma ciclovia (SCOTLAND, 2010, p. 11).

Um último gráfico é apresentado na figura 41. Este gráfico possui áreas similares aos três anteriores, mas também leva em consideração soluções de *traffic calming* para melhorar o conforto dos ciclistas em áreas de tráfego compartilhado.

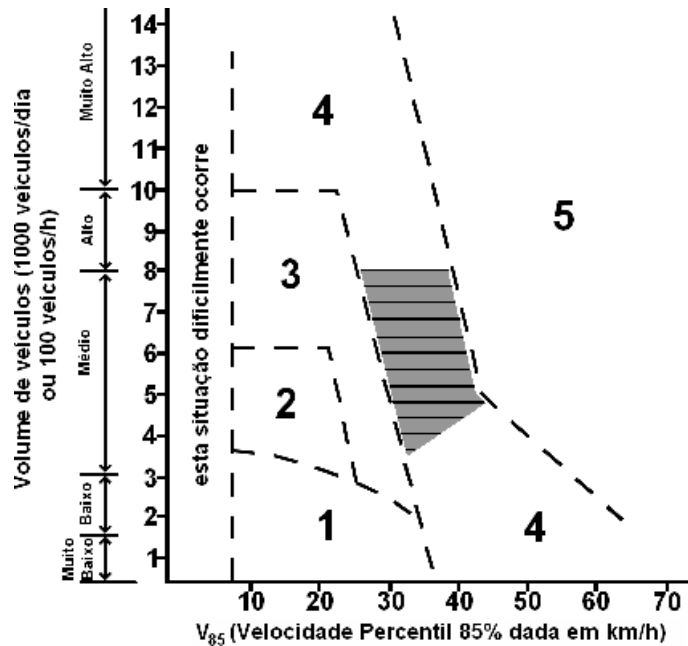


Figura 41: relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (adaptado de LONDON, 2005, p. 63)

O gráfico da figura 41 também inclui uma área de configuração de velocidade e volume que dificilmente ocorre. Neste caso qualquer volume para velocidades inferiores à 10 km/h são caracterizados como uma situação improvável de ocorrer na prática. Na **área 1** do gráfico da figura 41 pode-se adotar um espaço compartilhado para o tráfego de bicicletas. Na **área 2** é sugerido a utilização de *traffic calming* como alternativa para melhorar o conforto experimentado pelos ciclistas (LONDON, 2005, p. 63). Essa recomendação surge para minimizar o impacto do tráfego motorizado, permitindo o compartilhamento do espaço, garantindo com isso uma situação mais favorável ao tráfego de bicicleta.

Na **área 3**, é recomendado a utilização de ciclofaixas. Na **área 4**, pode-se adotar tanto ciclovia quanto ciclofaixa, e na área hachurada é recomendado a utilização de *traffic calming*, sendo que se este for adotado não há a necessidade de se implantar ciclovia ou ciclofaixa. Na **área 5** é recomendado a adoção de ciclovia (LONDON, 2005, p. 63), principalmente devido às grandes velocidade desenvolvidas pelo tráfego motorizado.

A seguir, na figura 42, foram reunidos os quatro gráficos, já apresentados anteriormente nas figuras 38 a 41, para uma melhor comparação das recomendações propostas por cada um deles.

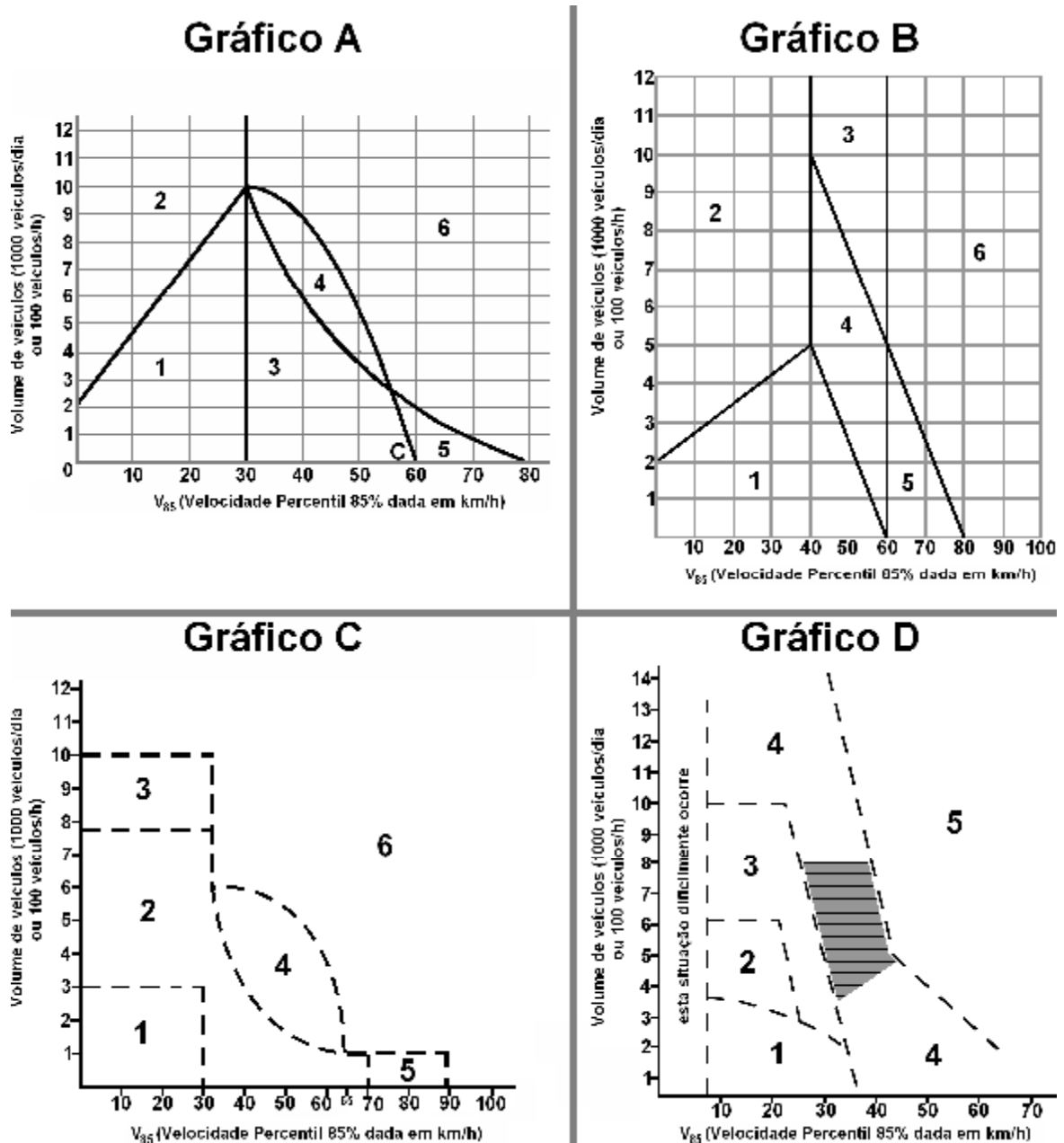


Figura 42: comparação entre os quatro gráficos que relacionam a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas

Na **área 1** dos quatro gráfico se pode adotar um espaço compartilhado para o tráfego de ciclistas. Com relação ao intervalo de velocidades praticadas pelo tráfego motorizado os gráficos A, C e D consideram como ideal o compartilhamento de tráfego para velocidades

inferiores a 30 km/h ou 35 km/h. Enquanto o gráfico B ainda permite o compartilhamento de tráfego para velocidades até 60 km/h. Com relação ao volume, os gráficos C e D apresentam intervalos similares, considerando como ideais valores inferiores a 3000 veic./dia ou 3500 veic./dia. Os gráficos A e B são mais liberais permitindo volumes de 10000 veic./dia e 5000 veic./dia, respectivamente.

A **área 2** dos gráficos A e B apresentam uma situação que dificilmente ocorrem na prática, mas caso venha a ocorrer deve-se adotar uma ciclovia. O intervalo de velocidade para estes dois gráficos também é similar, ficando a velocidade máxima em torno de 30 km/h e 40 km/h. Na área 2 do gráfico C qualquer um dos espaços cicloviário pode ser utilizado e no gráfico D é proposto a implantação de *traffic calming*. Comparando o intervalo de velocidade e volume da área 2 do gráfico D com os outros, se pode notar que as soluções propostas são divergentes. No gráfico A esta mesma área ficaria, parte compreendida na situação de compartilhamento de tráfego e parte na área em que a situação dificilmente acontece. No gráfico B, esta área ficaria inteiramente na situação com pouca probabilidade de ocorrer, mas que se ocorresse o ideal seria implantar uma ciclovia. Já no gráfico C, esta área corresponde à uma situação em que qualquer um dos espaços cicloviários pode ser adotado. Se pode perceber que cada caso apresenta uma solução diferente. E o motivo principal para isso é o volume de tráfego motorizado, já que os intervalos de velocidade coincidem, em sua maioria, com os da área 1, e não representam um problema para o tráfego compartilhado de bicicleta.

A **área 3** do gráfico B não coincide com os intervalos de volume e velocidade da área 3 dos outros três gráficos, mas está contida nas áreas 6, dos gráficos A e C, e 5, do gráfico D, sendo que todos os gráficos, para este caso, recomendam a adoção de ciclovia. Já a área 3 do gráfico D, passa por três áreas diferentes do gráfico A (áreas 1, 2 e 3) e duas do gráfico C (áreas 2 e 3), podendo ser qualquer um dos três espaços cicloviários. Neste caso o gráfico D acaba sendo mais categórico que os gráficos A e C, recomendando diretamente uma ciclofaixa, ao contrário de deixar a escolha com base em outros fatores. Pode-se perceber que esta área de baixas velocidades e volume de tráfego variando de valores médios a altos gera um conflito de qual espaço cicloviário adotar, já que cada gráfico propõe uma solução diferente, o que evidencia mais o comentário feito no início deste item, em que a utilização destes gráficos não leva a uma resposta definitiva, mas sim apenas uma orientação de qual espaço cicloviário se pode adotar.

A **área 4** dos gráficos A e B estão localizadas em combinações de volume e velocidade similares, no caso do gráfico B, apenas a implantação de uma ciclofaixa já é o suficiente, enquanto que no gráfico A, é recomendado tanto uma ciclovia quanto uma ciclofaixa. A área 4 do gráfico C possui intervalo de velocidade similar aos dos gráficos A e B, ficando evidente que para essa situação a ciclofaixa é a solução ideal. Com relação ao intervalo de volume de tráfego o gráfico C apresenta uma postura mais conservadora, que os gráficos A e B, não permitindo o uso de ciclofaixas para volumes superiores a 6000 veic./dia. A área 4 do gráfico D coincide com as áreas referente à adoção de ciclofaixa e ciclovia dos gráficos A e B. Neste caso, assim como já mencionado para o caso a da área 3 da figura 38, outros aspectos tendem a ser mais relevantes para a escolha de qual espaço cicloviário utilizar.

A **área 5** dos gráficos A e B possuem características similares e apresentam as mesmas recomendações de escolha do espaço cicloviário, havendo portanto, um consenso da solução ideal para esses níveis de velocidade e volume. A área 5 do gráfico C não permite o tráfego compartilhado de bicicletas como os automóveis, apresentando uma postura mais conservadora em relação aos gráficos A e B, que permitem o tráfego compartilhado no acostamento para este intervalo de velocidade. A área 5 do gráfico D corresponde a **área 6** dos gráficos A, B e C, e todos recomendam a utilização de ciclovia, havendo portanto um consenso da solução ideal para esses níveis de velocidade e volume.

Apesar de serem muito utilizados na Europa, “[...] estes gráficos não se referem a nossa realidade brasileira [...]” (CORRÊA, 2010). Aqui no Brasil utilizam-se alternativas, como relacionar a hierarquia viária, estabelecida pelo CTB, como qual espaço cicloviário utilizar.

5.4 HIERARQUIA VIÁRIA

Um sistema viário no qual as vias possuem uma hierarquia é benéfico tanto aos usuários motorizados quanto aos não motorizados. Criar um número limitado de categorias de vias com funções específicas associadas a cada uma delas, e um projeto para promover a utilização prevista contribui para uma maior previsibilidade do sistema viário por parte dos usuários, visando uma melhor organização e segurança para este sistema (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2000, p. 60).

O CTB estabelece, em seu art. 60, que as vias urbanas abertas à circulação, de acordo com sua utilização classificam-se em (BRASIL, 1997):

- a) via de trânsito rápido;
- b) via arterial;
- c) via coletora;
- d) via local.

A seguir é apresentada a descrição de cada tipo de via, sua velocidade máxima e também a recomendação de qual espaço cicloviário utilizar dependendo da hierarquia viária, proposto pelo **Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades** e também pelo **Plano Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre**. O art. 61 do código de trânsito estabelece que a “[...] velocidade máxima permitida para a via será indicada por meio de sinalização [...]” (BRASIL, 1997). Na ausência da sinalização o código prevê velocidades máximas para cada tipo de via sendo estas velocidades que serão apresentadas junto com a descrição de cada um dos tipos de via.

O anexo I do CTB define **via de trânsito rápido** como “[...] aquela caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível.” e no art. 61 estabelece que sua velocidade fica limitada a 80 km/h (BRASIL, 1997). Com isso o grau de restrição ao uso da bicicleta é total, visto a dificuldade de cruzar, entrar ou sair da via, além da possibilidade de ocorrência de acidentes graves devido à alta velocidade do tráfego. Para este caso é recomendada a utilização de ciclovia, ficando vetada inclusive a implantação de ciclofaixa (BRASIL, 2007, p. 171). O Plano Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre, também considera ideal a implantação somente de ciclovias, podendo ser tanto unidirecional, quanto bidirecional (PORTO ALEGRE, 2008b, p. 106-121).

O anexo I do CTB define **via arterial** como “[...] aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.” e no art. 61 estabelece que sua velocidade fica limitada a 60 km/h (BRASIL, 1997). O grau de restrição ao uso da bicicleta é parcial e os conflitos nesse tipo de via decorrem do acesso dos veículos particulares em suas garagens, nos cruzamentos, principalmente nos de mão dupla com

possibilidade de conversão à esquerda, nas paradas de ônibus, além também do risco de acidente, principalmente devido ao volume de veículos motorizados (BRASIL, 2007, p. 171). Para as vias arteriais, pode-se adotar uma “[...] ciclofaixa, quando houver disponibilidade de espaço, ou ainda, dotação de faixa da direita de sobrelargura de 1,20m, no máximo, para permitir a circulação de bicicletas no espaço excedente a uma faixa [...]” (BRASIL, 2007, p. 171). Já o Plano Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre, considera ideal a implantação somente de ciclovias bidirecionais (PORTO ALEGRE, 2008b, p. 106-121).

O anexo I do CTB define **via coletora** como “[...] aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade.” e no art. 61 estabelece que sua velocidade fica limitada a 40 km/h (BRASIL, 1997). Para estas vias o Plano Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre considera ideal a implantação de ciclovias unidirecionais, mas também recomenda a implantação de ciclovias bidirecionais (PORTO ALEGRE, 2008b, p. 106-121). Dependendo da configuração da via e disponibilidade de verba também se pode implantar uma ciclofaixa (informação verbal)⁶.

O anexo I do CTB define **via local** como “[...] aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas.” e no art. 61 estabelece que sua velocidade fica limitada a 30 km/h (BRASIL, 1997). No caso das vias locais o Plano Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre considera ideal a implantação de ciclofaixas e tráfego compartilhado e recomenda ciclovias unidirecionais, “[...] quando estas forem ciclovias da rede urbana.” (PORTO ALEGRE, 2008b, p. 106-121), ou seja, quando for necessário fazer um desvio do traçado original da ciclovia através de uma área residencial, mas a princípio não é necessário implantar uma ciclovia em vias locais (informação verbal)⁷.

A seguir, no quadro 10, é apresentado um resumo das informações descritas anteriormente.

⁶ Informação obtida em entrevista com o arquiteto e urbanista Régulo Franquine Ferrari, realizada dia 19/08/2010, na sede da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC), Porto Alegre/RS.

⁷ Idem.

Hierarquia Viária	Velocidade Máxima	Espaço Cicloviário	
		PMBC	PDCI
Trânsito Rápido	80 km/h	Ciclovía	Ciclovía
Arterial	60 km/h	Ciclofaixa Tráfego Compartilhado	Ciclovía
Coletora	40 km/h	-	Ciclovía Ciclofaixa
Local	30 km/h	-	Tráfego Compartilhado Ciclofaixa Ciclovía

Quadro 10: relação da hierarquia viária com o espaço cicloviário

A coluna PMBC se refere as informações do **Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades** e PDCI do **Plano Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre**. Também vale ressaltar que a adoção de ciclovía em vias locais só se faz necessário em algumas situações peculiares, citadas anteriormente. É interessante observar que as faixas de velocidade associada aos espaços cicloviários são semelhantes às apresentadas no item que tratava da relação entre o **volume** e a **velocidade** com esses espaços. Para ambos os tipos de critérios cicloviários são recomendadas para vias com velocidade entre 60 km/h e 80 km/h, a adoção de qualquer um dos espaços cicloviários fica para vias com velocidade entre 30 km/h e 60 km/h, situação também presente nos gráficos 38 e 40 do item anterior. Mas à medida que o volume de tráfego aumenta o nível de segregação também deve aumentar, então em vias com velocidade de 30 km/h, também se pode adotar uma ciclofaixa, justamente devido ao volume de tráfego motorizado presente em uma determinada via. A criação de uma rede cicloviária, também é outro fator que justificaria a implantação de uma estrutura cicloviária mesmo em vias onde as velocidades e volumes do tráfego motorizado sejam baixos.

No caso de grandes volumes de tráfego, estas “[...] situações de congestionamento de veículos motorizados não oferecem riscos aos ciclistas, mas igualmente dificultam a mobilidade da circulação das bicicletas.” (MIRANDA, 2007, p. 72). Além disso, quando a via possui duas ou mais faixas de tráfego é recomendado implantar uma ciclovía, a mesma recomendação é feita para vias que possuem 10% ou mais do fluxo de veículos composto por caminhões (MIRANDA, 2007, p. 77)⁸.

⁸ Trecho de palestra proferida por Jeroen Buis no Workshop de Guarulhos/SP, promovida pelo Interface for Cycling Expertise (I-CE), em agosto 2006.

O Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades, ainda faz recomendações de implantação de infraestrutura cicloviária para outras situações (BRASIL, 2007, p. 171-172):

- a) corredor de ônibus: construção de ciclovia lateral, não é recomendada a implantação de ciclofaixa;
- b) túneis: no caso de novos túneis deve ser prevista passagem elevada com largura mínima de 1,20 m, sendo 1,00 m livre para passagem de bicicleta;
- c) calçadas de pedestre: havendo espaço suficiente se pode adotar uma ciclofaixa bidirecional, já que neste caso não há risco à segurança do ciclista;
- d) pontes, viadutos e elevados: destinação de área especial para o trânsito de bicicletas na mesa da obra-de-arte, segregando o espaço, não só com os automóveis como também com os pedestres;
- e) avenida à beira-mar: implantação de ciclovia na orla e ciclofaixa no lado oposto aos edifícios.

5.5 CONECTIVIDADE

Conectividade é a ligação entre dois ou mais lugares no qual as pessoas desejam se deslocar (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 191). **Continuidade, direção e destino de serviço** são os elementos mais importantes da conectividade. Ciclistas desejam uma rota **contínua** para qualquer lugar que estes pretendam viajar. Os ciclistas, como qualquer outra pessoa que se desloca, desejam diminuir seus atrasos e normalmente se sentem mais confortáveis em movimento. Portanto uma estrutura cicloviária, com um grande número de paradas e conversões possui grandes chances de não ser aceita pelos ciclistas. **Direção** indica o grau de desvios presentes em uma viagem. Isso normalmente não tem muita representatividade para ciclistas em viagens recreacionais, mas é de grande importância para os ciclistas cujas viagens são por motivos de trabalho. Para este caso a conectividade é desejada por todo o caminho, minimizando as distâncias, ou seja, minimizando a energia gasta para percorrer a rota de origem e destino da viagem. Pequenos desvios são tolerados, mas devem ser mantidos os mínimos possíveis (UNITED STATES OF AMERICA, 1979, p. 18). **Destino de serviço** está relacionado diretamente à continuidade. A possibilidade de se deslocar de um ponto de atividade comercial/industrial para outro é essencial para cumprir uma viagem à trabalho de bicicleta. Se a infraestrutura cicloviária pretende atender a este tipo

de viagem deve estar convenientemente localizada para garantir acesso à centros comerciais ou industriais (UNITED STATES OF AMERICA, 1979, p. 19).

Em determinadas situações, devido à conectividade, implanta-se uma ciclovia ou ciclofaixa em vias com uma baixa demanda, por exemplo, mas que ligam uma região à outra, ou estão ligando duas vias com demanda maior. Outro exemplo é aquela situação citada no item sobre hierarquia viária, em que se pode implantar uma ciclovia em vias locais quando é necessário fazer um desvio no traçado original passando por uma via local, onde a princípio, a construção de uma ciclovia não se faz necessária (informação verbal)⁹. E nestes casos é importante garantir uma priorização da conectividade para garantir uma fluidez do tráfego de ciclistas pela rede cicloviária (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 154). E se esta não for direta, lógica e fácil de usar, alguns ciclistas irão optar por vias que não foram planejadas, ou não são adequadas, para o tráfego de bicicleta (DENMARK, 2000, p. 49). Com isso, a implantação de rotas cicloviárias “[...] deve seguir um processo contínuo de intervenções urbanas, evitando-se a implantação de infraestruturas isoladas.” (CORRÊA, 2010). Com relação a esta situação, Miranda (2007, p. 72) comenta que:

Tem sido comum no Brasil a construção de ciclovias isoladas, como se uma determinada extensão de espaço exclusivo à circulação de ciclistas pudesse atender às necessidades de viagens dos ciclistas. [...] As cidades que apresentam melhores resultados quanto à reintrodução da bicicleta como veículo de transporte mostram a importância da construção de redes cicloviárias.

Para se montar uma rede cicloviária, vários aspectos devem ser analisados, como seleção de vias adequadas ao tráfego de bicicletas e outros aspectos que venham a impedir a implantação de uma infraestrutura cicloviária (MIRANDA, 2007, p. 73). No caso de Porto Alegre, quando foi feito o traçado da rede cicloviária estrutural, os projetistas procuraram um traçado que possibilitasse o deslocamento de bicicleta por todo o município e o trabalho iniciou com a seleção das vias, realização de pesquisas de preferência declarada, preferência manifesta, contagem de ciclistas e número de acidentes envolvendo ciclistas (informação verbal)¹⁰. Com esses dados foi possível “[...] montar a matriz de viagens por bicicleta, definindo quais zonas de tráfego apresentavam os maiores números de viagens por bicicleta [...]” (MIRANDA,

⁹ Informação obtida em entrevista com o arquiteto e urbanista Régulo Franquine Ferrari, realizada dia 19/08/2010, na sede da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC), Porto Alegre/RS.

¹⁰ Idem.

2007, p. 75) e também quais apresentam os maiores carregamentos, permitindo com isso, selecionar vias com maiores conectividades, compondo assim a rede cicloviária.

5.6 OUTROS CRITÉRIOS

Neste item serão abordados outros critérios que também devem ser levados em consideração para a localização e implantação de infraestrutura cicloviária, principalmente na composição de redes cicloviárias. Alguns destes critérios já foram citados anteriormente, mas não foram contextualizados ou caracterizados. São eles:

- a) acidentes envolvendo ciclistas;
- b) demanda;
- c) oportunidade e custo de implantação.

Um “[...] instrumento auxiliar para a montagem de redes cicloviárias é a análise do mapa de **acidentes com bicicletas.**” (MIRANDA, 2007, p. 77, grifo nosso). Pois é possível “[...] diagnosticar as condições de segurança [...]” (PORTO ALEGRE, 2008b, p. 59) de uma cidade o que acaba por influenciar na priorização de implantação de ciclovia ou ciclofaixa em uma determinada via. Mais uma vez, tomando o caso de Porto Alegre como exemplo, onde são realizados levantamentos constantes dos acidentes envolvendo ciclistas, não só foi possível elaborar um mapa de acidentes, como também se observou a ocorrência de, em média, um acidente com feridos por dia e, em média, uma morte por mês. Esses dados são bastante significativos e apontam não só a necessidade de se implantar um estrutura exclusiva aos ciclistas, como também mostram que de fato existe uma demanda de pessoas andando de bicicleta pelas ruas de Porto Alegre (informação verbal)¹¹. Na figura 43 é apresentado um mapa parcial de acidentes envolvendo ciclistas em Porto Alegre. Com este mapa é então possível determinar quais bairros apresentam maiores ocorrências de acidentes e, portanto necessitam de algum tipo de intervenção favorável ao ciclista. Quanto mais escura é a área no mapa da figura 43, mais acidentes ocorreram, da mesma forma, quanto maior o desenho da caveira maior o número de acidentes fatais.

¹¹ Informação obtida em entrevista com o arquiteto e urbanista Régulo Franquine Ferrari, realizada dia 19/08/2010, na sede da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC), Porto Alegre/RS.

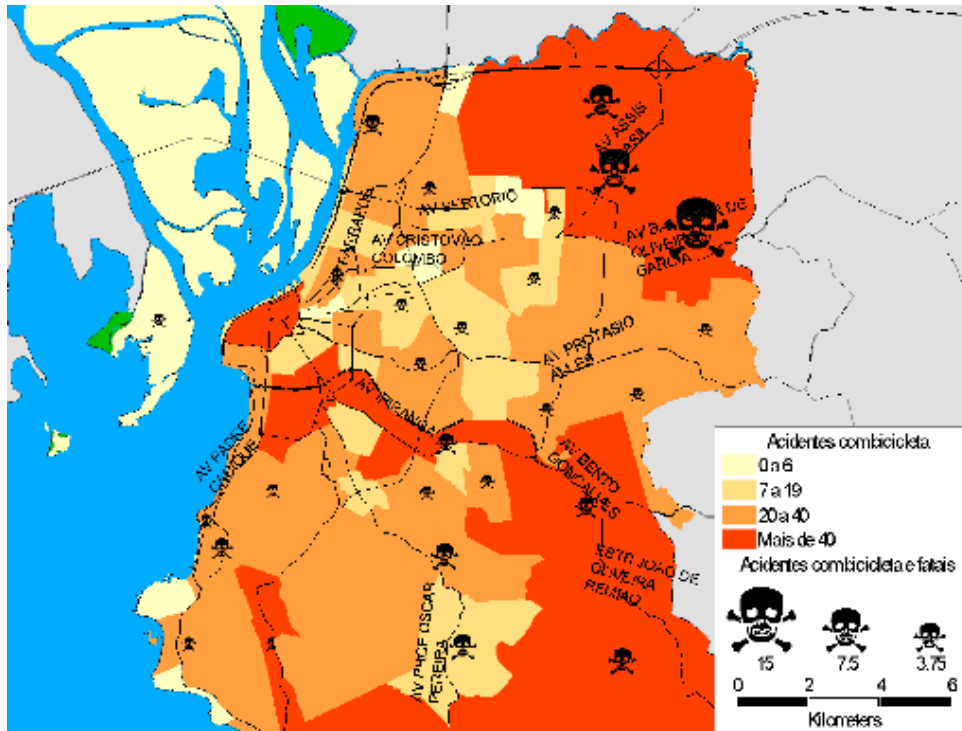


Figura 43: acidentes envolvendo ciclistas por bairro em parte da cidade de Porto Alegre, RS (adaptado de PORTO ALEGRE, 2008a, p. 17)

Pela análise do mapa da figura 43, pode-se perceber que ao longo das avenidas Ipiranga, Bento Gonçalves e Assis Brasil ocorrem mais de 40 acidentes com bicicletas, inclusive fatais, indicando que estas avenidas necessitam de uma intervenção em favor do ciclista para reduzir o número de acidentes e fatalidades nas mesmas.

Outro ponto a ser analisado é a **demanda** de ciclistas, podendo ela ser tanto uma demanda real, quanto uma demanda potencial prevista para um determinado horizonte de projeto. Segundo Miranda (2007, p. 73):

Uma vez observados e mapeados todos os aspectos limitantes à construção de infraestrutura cicloviária, deve-se buscar a obtenção de dados sobre a mobilidade dos ciclistas. [...] Contagens volumétricas devem ser realizadas em vários pontos da área urbana [...] para saber quantas bicicletas entram e saem dos diversos braços de um cruzamento.

Porto Alegre, por exemplo, realizou em 2003 a Entrevista Domiciliar (EDOM 2003), com o objetivo de caracterizar as viagens realizadas na cidade. E o estudo de demanda realizado pelo Plano Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre teve dois componentes, a demanda atual e a demanda potencial (PORTO ALEGRE, 2008b, p. 69). Determinou-se “A demanda atual ou manifesta [...] pela projeção das variáveis socioeconômicas e pelas pesquisas de contagens

realizadas [...]” (PORTO ALEGRE, 2008b, p. 69), tendo como base a EDOM 2003 e as “Pesquisas complementares realizadas especificamente para a elaboração do Plano Diretor Ciclovitário Intergrado de Porto Alegre.” (PORTO ALEGRE, 2008a, p. 13). Já a demanda potencial (PORTO ALEGRE, 2008b, p. 69):

[...] foi determinada através do crescimento vegetativo e da incorporação de uma demanda reprimida. A Pesquisa de Preferência Declarada permitiu o cálculo da demanda reprimida na medida em que a população declarou a possibilidade de alterar o meio de transporte usual a partir de melhorias na infraestrutura dos modos de transporte e custos de deslocamentos.

Tendo estes dados, foram feitas projeções de demanda para estabelecer a evolução da mesma ao longo do tempo. Foi utilizado o modelo de projeção elaborado pela Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre (TRENSURB) em 2002, para determinação da demanda de uma linha de metrô subterrâneo em Porto Alegre (Linha 2) ligando a zona norte a zona sul da cidade. Este modelo foi escolhido por ser o mais atualizado disponível. O modelo de demanda da Linha 2 teve como horizontes de projeto os anos de 2012 e 2022, sendo que este último foi utilizado para modelar a demanda ciclovitária da rede proposta (PORTO ALEGRE, 2008b, p. 72). A figura 44, apresenta o carregamento diário no ano 2022 para uma das oito macrozonas definidas no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre.

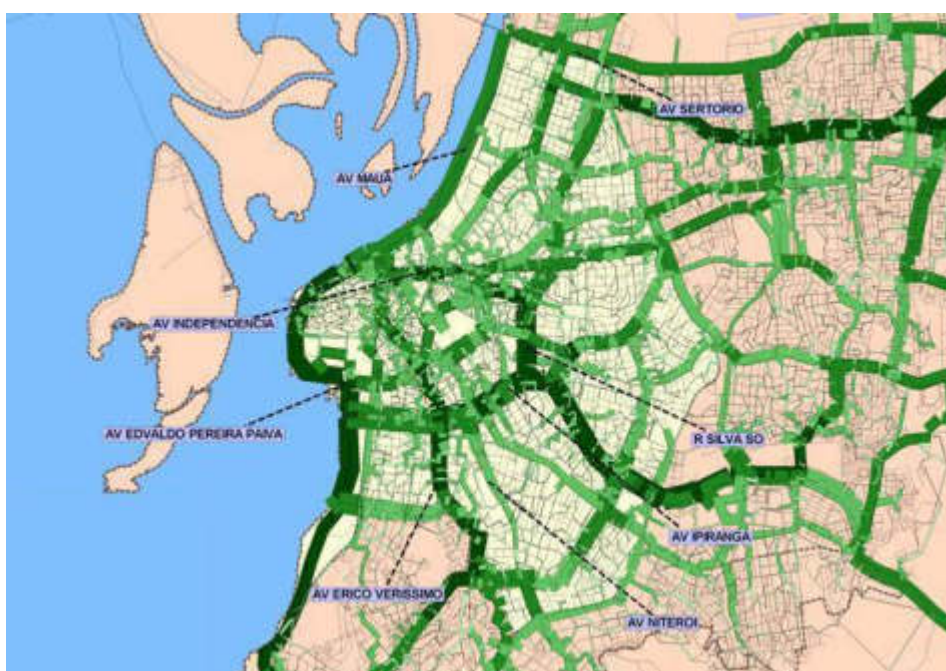


Figura 44: simulação do fluxo diário potencial de bicicletas no ano 2022
(adaptado de PORTO ALEGRE, 2008a, p. 22)

A espessura das linhas representa seu carregamento, então quanto mais grossas forem as linhas mais a via estará carregada. Vale lembrar que a demanda de ciclistas influencia também no dimensionamento da ciclovia, como visto anteriormente, que por sua vez reflete no espaço viário necessário para implantação da mesma. Logo a estimativa da demanda influencia diretamente tanto na seleção de vias como também no dimensionamento adequado da ciclovia, caso esta seja adotada. Além disso, as rotas que formam a rede cicloviária devem ser “ [...] estabelecidas onde as demandas de viagem se mostrem mais significativas [...] e não simplesmente onde [...] [existe] disponibilidade no sistema viário.” (CORRÊA, 2010).

Os outros dois pontos a serem analisados são a **oportunidade** e o **custo de implantação** de ciclovia e ciclofaixa. A questão da **oportunidade** diz respeito, por exemplo, as restrições de se implantar uma ciclovia ou ciclofaixa em vias com “[...] projetos previstos para ampliação de redes de serviços de infraestrutura diversas (água, luz, gás, telefonia, água pluvial, cabos de fibra óptica etc.)” (MIRANDA, 2007, p. 73). Como foi o caso da Av. Padre Cacique em Porto Alegre, que é um trecho com alta demanda potencial, e a implantação de uma ciclovia ou ciclofaixa foi, inicialmente, desconsiderada devido ao Projeto Integrado Socioambiental (PISA) da prefeitura de Porto Alegre, por onde ira passar um emissário de esgoto. Logo não havia sentido fazer uma ciclovia para depois serem feitas as obras do esgoto. Outro exemplo é quando houver a oportunidade de alargamento de uma via, então se aproveita a necessidade de obras viárias para já se implantar uma ciclovia (informação verbal)¹².

Os **custos** estimados de construção e operação, bem como a fonte de financiamento são determinantes em decidir se alguma infraestrutura será construída e qual delas será construída. Uma vez que os custos estimados não são os primeiros critérios a serem analisados para a localização de uma ciclovia ou ciclofaixa, estes dados também não estarão disponíveis durante a avaliação inicial das alternativas (UNITED STATES OF AMERICA, 1979, p. 24). Mas em geral se pode dizer que uma “[...] ciclofaixa unidirecional tem [...] custo inferior a um quarto do valor de uma ciclovia estruturada.” (MIRANDA et al., [2009]). A seguir são apresentados dois quadros que relacionam os custos de implantação de ciclovias (quadro 11) e ciclofaixas (quadro 12), com base em projetos cicloviários realizados para algumas cidades brasileiras. Além disso, no quadro referente ao custo das ciclovias não foram considerados os

¹² Informação obtida em entrevista com o arquiteto e urbanista Régulo Franquine Ferrari, realizada dia 19/08/2010, na sede da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC), Porto Alegre/RS.

valores referentes à iluminação especial nem paisagismo, que podem gerar um aumento considerável do custo final de implantação (MIRANDA et al., [2009])¹³.

Infraestrutura considerada e principais características	Variações do pavimento	Custo/km (R\$)
1. Ciclovía em terreno Bruto , totalmente separada de qualquer via lindeira, com traçado e geométrica independente	1.1 concreto com pigmento	147.285,86
	1.2 concreto sem pigmento	134.925,86
	1.3 asfalto (CBUQ) c/ pintura	164.140,66
	1.4 asfalto (CBUQ) s/ pintura	114.983,86
	1.5 pre-misturado a frio c/ pintura	159.245,66
	1.6 pre-misturado a frio c/ pintura	110.088,86
	1.8 placas de concreto s/ pigmento	198.694,86
	1.7 placas de concreto c/ pigmento	186.334,86
2. Ciclovía em leito de via existente , separada do tráfego geral por cordão de meio-fio ou por ilha separadora, com área plantada ou totalmente cimentada	2.1 gramado sem pintura contínua	175.979,92
	2.2 gramado com pintura contínua	225.136,72
	2.3 concretado sem pintura contínua	179.166,99
	2.4 concretado com pintura contínua	228.323,79
3. Ciclovía em leito de via existente , separada do tráfego geral através de blocos de concreto, com acessibilidade em vários pontos ao longo da via lindeira, aproveitando pavimento pré-existente na via, assim como o esquema geral de drenagem	3.1 sem pintura contínua	155.864,10
	3.2 com pintura contínua	205.020,90
4. Ciclovía em leito de via existente , separada exclusivamente da via de tráfego geral com uso de balizadores	4.1 sem pintura contínua	mais de 300.000,00
	4.2 com pintura contínua	mais de 350.000,00
5. Ciclovía no canteiro central , sem a existência de ilha separadora contínua entre fluxos contrários, mas tendo tal atributo em pontos eventuais e acessos em vários locais	5.1 concreto com pigmento	147.797,04
	5.2 concreto sem pigmento	135.437,04
	5.3 asfalto (CBUQ) c/ pintura	164.651,84
	5.4 asfalto (CBUQ) s/ pintura	115.495,04
	5.5 pre-misturado a frio c/ pintura	159.756,84
	5.6 pre-misturado a frio s/ pintura	110.600,04
	5.7 placas de concreto c/ pigmento	199.206,04
	5.8 placas de concreto s/ pigmento	186.846,04
6. Ciclovía no canteiro central , com ilha separadora em toda a extensão, configurando duas ciclovias unidirecionais, podendo ser confinada ou não	6.1 concreto com pigmento	193.415,68
	6.2 concreto sem pigmento	181.055,68
	6.3 asfalto (CBUQ) c/ pintura	170.941,61
	6.4 asfalto (CBUQ) s/ pintura	117.316,01
	6.5 pre-misturado a frio c/ pintura	210.085,94
	6.6 pre-misturado a frio s/ pintura	156.460,34
	6.7 placas de concreto c/ pigmento	245.984,52
	6.8 placas de concreto s/ pigmento	233.624,52

Quadro 11: custo de implantação de ciclovias
(adaptado de MIRANDA et al., [2009])

¹³ Projetos realizados pela empresa Ah-8 – Arquitetura Humanista.

Infraestrutura considerada e principais características	Variações do pavimento	Custo/km (R\$)
1. Ciclofaixa unidirecional com tachão , implantada junto a faixa de rolamento, em via estruturada com acabamento de CBUQ. Largura de 1,40 m somados à sarjeta após meio-fio existente. Itens considerados no custo: linhas de bordo, tachões refletivos monodirecionais, pintura chapada em toda extensão.	1.1 com pintura interna	41.426,76
	1.2 sem pintura interna	23.551,56
2. Ciclofaixa unidirecional sem tachão , implantada junto a faixa de rolamento, que receberá capeamento em CBUQ. Largura de 1,40 m somados a sarjeta após meio-fio existente ou 1,40 m após faixa de estacionamento. Itens considerados no custo: linhas de bordo.	2.0 sem pintura interna	131.364,17
3. Ciclofaixa unidirecional sem tachão , implantada junto a faixa de rolamento, em via já estruturada com acabamento em CBUQ. Largura de 1,40 m somados a sarjeta após meio-fio existente ou 1,40 após faixa de estacionamento. Itens considerados no custo: linhas de bordo.	3.1 com pintura interna	29.508,17
	3.2 sem pintura interna	7.164,17
4. Ciclofaixa bidirecional com tachão , implantada junto a faixa de rolamento, em via estruturada com acabamento em CBUQ. Largura de 2,85 m somados à sarjeta após meio-fio. Itens considerados no custo: linhas de bordo, tachões refletivos monodirecionais, pintura em toda extensão.	4.1 com pintura interna	70.356,86
	4.2 sem pintura interna	21.200,06
5. Ciclofaixa bidirecional com tachão , implantada junto a faixa de rolamento, que receberá capeamento em CBUQ. Largura total de 2,85 m somados a sarjeta após meio-fio existente. Itens considerados no custo: linhas de bordo, tachões refletivos monodirecional, pintura em toda extensão.	5.1 com pintura interna	194.556,86
	5.2 sem pintura interna	145.400,06
6. Ciclofaixa bidirecional , implantada junto a faixa de rolamento, em via estruturada com acabamento em CBUQ. Largura de 2,85 m somados a sarjeta após meio-fio existente. Itens considerados no custo: linhas de bordo, tachões refletivos monodirecionais.	6.1 com pintura interna	70.356,86
	6.2 sem pintura interna	21.200,06
7. Ciclofaixa bidirecional , implantada junto a faixa de rolamento, que receberá capeamento em CBUQ. Largura de 2,85 m somados a sarjeta após meio-fio existente. Itens considerados no custo: linhas de bordo, tachões refletivos monodirecionais.	7.1 com pintura interna	194.556,86
	7.2 sem pintura interna	145.400,06
8. Ciclofaixa bidirecional na calçada , não tendo qualquer segregação em relação ao passeio linceiro.	8.1 com pintura interna	80.950,06
	8.2 sem pintura interna	130.106,86

Quadro 12: custo de implantação de ciclofaixas
(adaptado de MIRANDA et al., [2009])

O custo de implantação pode ter um peso alto na escolha entre ciclovia e ciclofaixa nos casos em que as características viárias e de tráfego deixam aberta a escolha entre um ou outro espaço cicloviário. Mas pela análise dos quadros, primeiro fica evidente o grande número de possibilidades de configurações de uma ciclovia e de uma ciclofaixa. Mesmo que a combinação de volume e velocidade, ou o tipo de hierarquia viária deixe aberta a escolha entre ciclovia ou ciclofaixa, outros aspectos podem influenciar na escolha, mesmo antes de se avaliar o custo da infraestrutura, como o espaço disponível, a localização da infraestrutura considerada e o número de acidentes envolvendo ciclistas. Por exemplo, se a via possui um canteiro central, não pavimentado, que possibilite a implantação de uma ciclovia, mas a via em si não possui espaço sobrando, então só restariam as opções 5 e 6 de ciclovias apresentadas no quadro 11. E nesse caso ainda assim se teria uma grande variação de custo de R\$ 110.600,04/km até R\$ 245.984,52/km, devido as suas configurações e tipo de pavimento

escolhido. Claro que este exemplo é uma situação hipotética bem específica, já que a ciclofaixa por ocupar menos espaço dificilmente será descartada por este motivo. Mas fica evidente que a comparação de custo é dependente de vários outros critérios que devem ser analisados *a priori*, ficando esta como um dos últimos critérios a ser levado em consideração para escolher entre um ou outro espaço cicloviário. Além disso, também se pode perceber que a ciclofaixa é uma alternativa economicamente mais interessante que a ciclovia, podendo ter seu custo em sua configuração mais simples, em torno de R\$ 7.164,17/km. Isso mostra que infraestruturas em favor do ciclista não apresentam um empecilho econômico que justifique sua não implantação, como é o caso de outras infraestruturas de transportes, como metrô, viadutos e túneis, por exemplo, que muitas vezes deixam de ser adotadas por terem um custo de implantação e manutenção muito elevado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como a infraestrutura cicloviária deve ser implantada em vias já existentes com características de tráfego já estabelecidas é necessário adaptar estas vias para o tráfego de bicicletas, garantindo níveis aceitáveis de segurança e conforto aos ciclistas. Para isso primeiramente se faz uma seleção das vias que possuem potencial ao tráfego de ciclistas, avaliando características básicas como a inclinação e a largura da via. A análise da inclinação viária é um ponto importante associado não só ao conforto do ciclista, no caso do esforço exigido nos aclives, como à sua segurança, no caso das velocidades atingidas em declives. E a seleção de vias adequadas deve garantir que um maior número de pessoas possa trafegar por estas sem maiores problemas.

Outro ponto muito importante a ser analisado na seleção das vias é a largura da mesma, como foi dito, a infraestrutura em favor do ciclista deve ser implantada em vias com tráfego motorizado e de pedestres já consolidados. Então a avaliação do espaço disponível acaba sendo crucial para a implantação de uma ciclofaixa, ciclovia ou mesmo manter o tráfego de ciclistas compartilhado com os automóveis. Cada um destes espaços cicloviários demanda uma largura necessária a sua implantação e a disponibilidade de espaço viário é o principal problema enfrentado pelas grandes cidades, já que o congestionamento de carros é derivado da falta de espaço para estes poderem circular. Mas no caso do uso da bicicleta esta possui a vantagem de ocupar menos espaço, ainda assim é necessário garantir uma largura operacional mínima ao tráfego de bicicletas. Caso não seja possível garantir esta largura mínima, a via deve ser descartada como potencial para receber o tráfego de ciclistas.

Para a seleção de qual espaço cicloviário adotar, se pode analisar as velocidades praticadas na via e seu volume de tráfego, entrando esses dados em um dos gráficos descritos anteriormente. A utilização destes gráficos é muito comum na Europa, no caso do Brasil se pode utilizar a hierarquia viária para a seleção de qual espaço cicloviário adotar. Como o Código de Transito Brasileiro estabelece velocidades máximas para cada um dos tipos de vias e estas também já possuem um volume de veículos associado a ela, que resulta em sua classificação, a utilização da hierarquia viária para escolha do espaço cicloviário apresenta recomendações similares as dos gráficos europeus, havendo quase que um consenso na

escolha de espaços cicloviários, principalmente, na questão dos intervalos de velocidades que representam mais risco à segurança dos ciclistas. Enquanto que a questão do volume interfere mais na mobilidade do ciclista do que em sua segurança.

Além disso, outros aspectos devem ser analisados como a conectividade, garantindo uma maior mobilidade ao ciclista ao serem criadas redes cicloviárias. A segurança no trânsito também é uma questão muito discutida, logo em vias que apresentam maiores índices de acidentes envolvendo ciclistas a segregação dos espaços, total ou parcial, se faz necessária. O nível de acidentes, além de ser indicativo do nível de segurança viário, também remete a questão da demanda de ciclistas, já que se existem muitos acidentes cicloviários em uma via esta provavelmente possui um número maior de ciclistas trafegando. Como qualquer outra solução da área de transportes é necessário conhecer a demanda, atual e futura, de ciclistas em uma determinada via, para verificar sua viabilidade. Mas no caso do Brasil, e de outros países em desenvolvimento, a implantação de uma ciclovia ou ciclofaixa pode ocorrer sem a presença de uma grande demanda, seja para adequar ou criar uma rede cicloviária ou simplesmente para incentivar o uso da bicicleta, já que quando questionadas as pessoas normalmente dizem que não usam a bicicleta por falta de um espaço próprio para circulação. Outro ponto a ser verificado é a disponibilidade de verba para implantação de uma infraestrutura em favor do ciclista. Embora em estágios iniciais de planejamento ainda não se saiba o custo real, é sempre possível fazer estimativas com base em outros projetos. Mas por serem estruturas viárias mais simples seu custo também é muitas vezes menor que outras obras viárias como metrô ou viadutos.

Finalmente é importante ressaltar que estes critérios atuam apenas como orientação de localização e implantação de ciclovias e ciclofaixas, não gerando necessariamente uma resposta definitiva. E, sempre que possível, todos estes critérios devem ser verificados, o que exige uma boa coleta de dados para se obter uma melhor efetividade da utilização dos mesmos. Mas invariavelmente nenhum destes critérios substitui completamente “[...] a criatividade dos projetistas ao combinar técnicas com oportunidades existentes nos espaços urbanos, adequando-os às necessidades da circulação dos ciclistas [...]” (BRASIL, 2007, p. 98).

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **Guide for the Development of Bicycle Facilities**. Washington, DC, 1999. Disponível em: <<http://www.sccrtc.org/bike.html>>. Acesso em: 11 maio 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Perfil da Mobilidade, do Transporte e do Trânsito nos Municípios Brasileiros 2003**: relatório final. [S. l.]: Associação Nacional de Transportes Públicos; Ministério das Cidades, 2004. Disponível em: <http://www.criancasegura.org.br/midia_noticias_corpo.asp?id_artigo=215>. Acesso em: 28 maio 2010.

AUSTRALIA. Roads and Traffic Authority. **NSW bicycle guidelines**. Sydney, AU, 2005. Disponível em: <http://www.rta.nsw.gov.au/usingroads/downloads/bicycle_guidelines.html>. Acesso em: 14 jul. 2010.

BENICCHIO, T. Os Desafios Intermodais e a Construção de um Novo Paradigma de Locomoção Urbana no Século XXI. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Transporte Cicloviário**. São Paulo, SP, 2007. p. 44-57.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9503.htm>>. Acesso em: 17 mar. 2010

_____. Ministério dos Transportes. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Planejamento Cicloviário**: diagnóstico nacional. Brasília, DF, 2001a. Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br/IndexG.htm>>. Acesso em: 28 mar. 2010.

_____. Ministério dos Transportes. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Manual de Planejamento Cicloviário**. 3 ed. ver. e amp. Brasília, DF, 2001b. Disponível em: <<http://www.cefid.udesc.br/ciclo/?modo=workshop.guarulhos>>. Acesso em: 13 abr. 2010.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades**. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/transporte-e-mobilidade/biblioteca>>. Acesso em: 5 abr. 2010.

CORRÊA, R. Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <josecrr@uol.com.br> em 16 nov. 2010.

DEKOSTER, J.; SCHOLLAERT, U. **Cycling**: the way ahead for towns and cities. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 1999. Disponível em : <<http://ec.europa.eu/environment/pubs/studies.htm>>. Acesso em: 22 maio 2010.

DENMARK. Ministry of Transport. Road Directorate. **Collection of Cycle Concepts**. Copenhagen, 2000. Disponível em: <<http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=59234>>. Acesso em: 13 mar. 2010.

GONDIM, M. F. **Cadernos de Desenho: ciclovias**. Rio de Janeiro: Editora da COPPE/UFRJ, 2010. Disponível em: <<http://www.monicagondim.com.br/index.php?x=22>>. Acesso em: 2 abr. 2010.

INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE. **The Significance of Non-Motorised Transport For Developing Countries: strategies for policy development**. Utrecht, NL, 2000. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/non_motor_i-ce.pdf> . Acesso em: 16 abr. 2010.

_____. **Cycling-Inclusive Policy Development: a handbook**. Utrecht, NL: Interface for Cycling Expertise; Transport Policy Advisory Services; Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, 2009. Disponível em: <http://www.bikepartners.nl/index.php?option=com_content&task=view&id=167&Itemid=168>. Acesso em: 16 abr. 2010.

LONDON. Transport for London. **London Cycling Design Standards**. London, UK, 2005. Disponível em: <<http://www.tfl.gov.uk/businessandpartners/publications/2766.aspx>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

MARQUES FILHO, J. Brasil, Pedalar Muito Ainda é Preciso!!!. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Transporte Cicloviário**. São Paulo, SP, 2007. p. 128-131.

MIRANDA, A. C. M. Se Tivesse que Ensinar a Projetar Ciclovias. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Transporte Cicloviário**. São Paulo, SP, 2007. p. 68-111.

_____. Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <josecrr@uol.com.br> em 25 ago. 2010.

MIRANDA, A. C. M.; CITADIN, L. L. B.; ALVES, E. V. **A Importância das Ciclofaixas na Reinserção da Bicicleta no Trânsito Urbano das Grandes Cidades**. [2009]. Disponível em: <<http://www.viaciclo.org.br/portal/informacoes/publicacoes>>. Acesso em: 28 set. 2010.

PORTO ALEGRE. Plano **Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre**: resumo executivo. Porto Alegre, 2008a.

_____. Plano **Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre**: relatório final. Porto Alegre, 2008b.

PRESADA, B. Cicloativismo: a expansão da bicicleta. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Transporte Cicloviário**. São Paulo, SP, 2007. p. 132-137.

SCOTLAND. Department for Transport. Scottish Executive. Welsh Assembly Government. **Cycle Infraestructura Design**. London, UK, 2008. Disponível em: <<http://www.transportscotland.gov.uk/reports/road/cycling-by-design>>. Acesso em: 14 ago. 2010.

_____. Transport Scotland. **Cycling by Design 2010**. Glasgow, UK, 2010. Disponível em: <<http://www.transportscotland.gov.uk/reports/road/cycling-by-design>>. Acesso em: 14 ago. 2010.

SUSTRANS. **The National Cycle Network: Guidelines and Practical Details issue 2**. Bristol, UK, 1997. Disponível em: <<http://www.sustrans.org.uk/resources/technical-guidelines>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

UNITED STATES OF AMERICA. US Department of Transportation. Federal Highway Administration. **The ABCD's of Bikeways**. Washington, DC, 1979. Disponível em: <<http://www.bicyclinginfo.org/library/details.cfm?id=2625>>. Acesso em: 19 jul. 2010.