

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo

Guilherme Pires Veiga Martins

Código Baseado na Forma para Infraestruturas Cicloviárias

Campinas/SP

2021

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

Guilherme Pires Veiga Martins

Código Baseado na Forma para Infraestruturas Cicloviárias

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de **especialista em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo** à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas.

Orientador: Dr. Evandro Ziggiatti Monteiro
Co-orientadora: Dra. Marcela Noronha Pinto de Oliveira e Sousa

Campinas
2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

M366c Martins, Guilherme Pires Veiga, 1994-
Código baseado na forma para infraestruturas cicloviárias /
Guilherme Pires Veiga Martins. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Evandro Ziggiatti Monteiro.
Coorientador: Marcela Noronha Pinto de Oliveira e Sousa.
Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) – Universidade Estadual
de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Ciclovias. 2. Mobilidade. 3. Planejamento urbano. I. Monteiro, Evandro
Ziggiatti, 1967-. II. Sousa, Marcela Noronha Pinto de Oliveira e, 1985-. III.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil,
Arquitetura e Urbanismo. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em inglês: Form-based code for cycling infrastructure

Palavras-chave em inglês:

Bicycle

Mobility

Urban planning

Titulação: Especialista

Banca examinadora:

Evandro Ziggiatti Monteiro [Orientador]

Maria Conceição Silverio Pires

Maria Estela Ribeiro Mendes

Data de entrega do trabalho definitivo: 15-10-2021

Código Baseado na Forma para Infraestruturas Cicloviárias

Guilherme Pires Veiga Martins

BANCA EXAMINADORA

.....
Dr. Evandro Ziggiatti Monteiro
Orientador

.....
Dra. Marcela Noronha Pinto de Oliveira e Sousa
Coorientadora

.....
Dra. Maria Conceição Silvério Pires

.....
MSc. Maria Estela Ribeiro Mendes

Aprovado em: _____

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai José Celso, a minha mãe Loeci, a meu irmão Fernando, a minha irmã Mariana e toda minha família, muita gratidão por todo apoio e amor durante minha jornada, amo vocês.

A todos os cicloativistas e apoiadores desse movimento lindo, especialmente ao José, grande amigo que me indicou para o processo seletivo deste curso, e também, a todos os seres que enxergam na bicicleta uma forma magnífica de ver a vida.

A todos colegas do curso, professores, funcionários Unicamp, e todas pessoas que participaram do desenvolvimento da pesquisa e que não foram citados aqui.

Este trabalho se tornou possível graças ao suporte do Fundo de apoio ao ensino, pesquisa e extensão (FAEPEX), que concedeu bolsa de estudos durante todo o período de estágio e permitiu a continuidade dos meus estudos e pesquisas.

RESUMO

Neste trabalho foi desenvolvida uma metodologia de suporte para a implantação de infraestruturas cicloviárias em projetos de planejamento urbano, através da argumentação lógica, que tem como base a sistematização e categorização de diversas referências sobre o assunto. O objetivo desta pesquisa é indicar qual tipologia de infraestrutura cicloviária se enquadra melhor em cada situação viária e através do código baseado na forma (form based code) definir parâmetros e regras mínimas de como deve ser elaborado o projeto e a forma espacial dessas infraestruturas. Como resultado foram elencados e caracterizados doze parâmetros essenciais relacionados com a forma dessas infraestruturas, e também, um formulário indicando como esses parâmetros devem ser aplicados em 6 diferentes tipologias de infraestrutura cicloviária, podendo ser utilizado em projetos de planejamento urbano como é o caso do Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS).

Palavras-chave: Código Baseado na Forma, Infraestrutura Cicloviária, Ciclovias, Mobilidade Urbana, Mobilidade Ativa

ABSTRACT

In this work, a methodology was developed to guide the implementation of cycling infrastructure in urban planning projects, through logical argumentation, which is based on the systematization and categorization of several references on the subject. The objective of this research is to indicate which typology of cycling infrastructure best fits each road situation, and through form-based code, define parameters and minimum rules for how the project and the spatial form of these infrastructures should be elaborated. As a result, 12 essential parameters related to the form of these infrastructures were listed and characterized, as well as a worksheet indicating how these parameters should be applied to 6 different types of cycling infrastructure, which can be used in urban planning projects such as the Hub International for Sustainable Development (HIDS).

Keywords: Form-Based Code, Bicycle Infrastructure, Bicycle Paths, Urban Mobility, Active Mobility

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 JUSTIFICATIVA	8
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo Geral	9
1.2.2 Objetivos Específicos	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
3. METODOLOGIA	10
4.1 DESENVOLVIMENTO	11
4.1.1 Categorização das infraestruturas cicloviárias	11
4.1.2 Tipologias de infraestrutura cicloviária	12
4.2 Implantação das infraestruturas cicloviárias	15
4.2.1 Volume e velocidade do tráfego motorizado	16
4.2.2 Inclinação Longitudinal da via	18
4.2.3 Hierarquia Viária	19
4.3 Parâmetros mínimos das infraestruturas cicloviárias	20
4.3.1 Largura útil da infraestrutura	20
4.3.2 Sinalização Vertical da infraestrutura	22
4.3.3 Sinalização Horizontal da infraestrutura	24
4.3.4 Sinalização cruzamentos rodocicloviários	25
4.3.5 Elemento de separação	27
4.3.6 Marca de canalização	31
4.3.8 Arborização/Sombreamento	32
4.3.9 Tipo de pavimento	32
4.3.10 Acalmamento de tráfego	33
4.3.11 Iluminação	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6. CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	41

1. INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

A grande emergência do nosso tempo é a crise ambiental, onde os crescentes desequilíbrios ecológicos, aumento populacional e desigualdade social ganham cada vez mais força, prejudicando diretamente a qualidade de vida da população e a garantia dos direitos básicos dos cidadãos, especialmente populações tradicionais, negras e periféricas (LEFF, 2006).

Nesse cenário, os veículos automotores individuais, especialmente os carros, tomaram conta da paisagem urbana trazendo inúmeros malefícios ao ambiente como poluição do ar, sonora e da água, elevado número de sinistros e mortes no trânsito, grandes investimentos em manutenção de infraestrutura, dentre outros. Uma das principais frentes estratégias adotadas em todo mundo, para transformar o ambiente urbano em um espaço mais humano e saudável, é a mobilidade urbana sustentável, que prioriza os investimentos em modais coletivos (ônibus, trens, metrô) e ativos (pedestres e ciclistas) (BRASIL, 2007).

A bicicleta se destaca como um veículo individual ideal para cidades de médio e grande porte, pois é rápida e prática, proporciona um alto grau de autonomia aos indivíduos, têm um baixo custo de aquisição e manutenção, é um veículo com boa eficiência energética, provoca baixa perturbação ambiental, diminui a quantidade de engarrafamentos e problemas com estacionamentos, e também, contribui para o bem-estar físico e mental do usuário (BRASIL, 2007).

Desse modo, constata-se que o uso da bicicleta promove melhorias nas condições de vida, não somente dos seus usuários, como também de toda a sociedade, portanto, aumentar a adesão da população a este modo de transporte é um dos pilares para a promoção da mobilidade urbana sustentável. Embora a implementação de vias exclusivas para a circulação de bicicletas ainda gere conflitos entre parte da população, essa é uma das formas mais efetivas de garantir maior adesão, segurança, conforto e eficiência ao sistema de mobilidade urbana por bicicleta (CALLIL e PEREIRA, 2017).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da pesquisa é elaborar um modelo para projeto e implementação de infraestruturas cicloviárias através de uma abordagem derivada de código baseado na forma.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Estabelecer diretrizes para enquadramento das diferentes tipologias de infraestruturas cicloviárias, de acordo com cada hierarquia viária.
- Estabelecer parâmetros de projeto mínimos para as infraestruturas cicloviárias.
- Elaborar as diretrizes para um código baseado na forma, com os parâmetros específicos para cada tipo de infraestrutura cicloviária.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A Associação Metropolitana de Ciclistas do Grande Recife (AMECICLO) desenvolveu uma metodologia para avaliação qualitativa das infraestruturas cicloviárias existentes, chamada de IDECiclo. Nela são elencadas uma série de parâmetros característicos das infraestruturas cicloviárias, como tipo de estrutura de proteção, sinalização horizontal e vertical, sombreamento, cruzamentos, dentre outras, que servirão de base para o desenvolvimento desta pesquisa (AMECICLO, 2016).

Essa metodologia já foi aplicada em diversas grandes cidades pelo Brasil, como Recife/PE, São Paulo/SP, Belo Horizonte/MG, Distrito Federal/DF e Campo Grande/MS, sendo revisada e aprimorada a partir dessas aplicações (AMECICLO, 2016).

O Caderno de referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades foi elaborado pelo Ministério das Cidades no ano de 2007, visando fornecer um amplo subsídio teórico, metodológico e prático para pesquisas

e projetos de planejamento urbano, focados na mobilidade por bicicleta das cidades (BRASIL, 2007).

A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) de São Paulo/SP, é responsável pela gestão municipal da mobilidade urbana e transportes, ela elaborou o Manual de Sinalização Urbana, com um volume inteiramente dedicado ao Espaço Cicloviário. Este manual contém critérios de planejamento e projeto para sinalização de espaços destinados às bicicletas nas vias públicas (CET, 2016).

O código baseado na forma é uma metodologia de planejamento unificada, abordando o desenvolvimento em todas as escalas de projeto, com base em padrões conhecidos de design urbano, ele surge como uma alternativa aos modelos de planejamento convencionais (CATS, 2013).

Ele é um modelo de ordenação, não é persuasivo e instrutivo como uma diretriz, nem é intencionalmente geral como uma declaração de visão, ele deve ser como uma lei, precisa e técnica, administrada pelos departamentos de planejamento. O código baseado na forma deve ser calibrado de acordo com as características e circunstâncias locais, preferencialmente com a participação de cidadãos locais (CATS, 2013).

3. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa utilizada é a argumentação lógica, ela envolve a análise e enquadramento de teorias explicativas amplas, tendo como resultado final uma ampla explicação da própria teoria. A argumentação lógica pode se manifestar de diversas formas que incluem sistemas expressados alfa numericamente, modelos explicativos de processos culturais e tratados de design (GROAT e WANG, 2013).

O traço mais básico desta metodologia é a enumeração dos primeiros princípios, que são proposições tão evidentes e fundamentais que não precisam ser derivadas de outras provas elementares, sendo, portanto, uma construção lógica pelos quais, ou sobre os quais, teorias explicativas gerais podem ser construídas (GROAT e WANG, 2013).

A argumentação lógica tende a sistematizar um conjunto de fatores previamente distintos, desconhecidos e/ou não avaliados, e os interconecta em uma

estrutura de fatores unificados, que têm um poder explicativo significativo, fornecendo uma nova maneira de olhar para os fatos antigos ou fenômenos existentes. Essa sistematização pode ser acompanhada do desenvolvimento de categorias conceituais claras e modelos que podem ser utilizados para gestão de espaços, preservação histórica ou como ferramenta para auxiliar arquitetos e planejadores (GROAT e WANG, 2013).

Portanto, nesta pesquisa foram sistematizadas informações referentes ao processo de implantação e planejamento de infraestruturas cicloviárias, de modo a categorizar os elementos mais importantes para execução deste tipo de projeto.

4.1 DESENVOLVIMENTO

4.1.1 Categorização das infraestruturas cicloviárias

De acordo com o Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades (BRASIL, 2007), o espaço cicloviário é caracterizado pela formação de infraestruturas favoráveis ao uso da bicicleta em determinado local do território. Existem três tipos básicos de espaços cicloviários: totalmente segregado, parcialmente segregado e compartilhado.

- O **espaço compartilhado** é utilizado para circulação de dois ou mais modais, havendo algumas diferenciações dependendo do tipo de veículo que será utilizado. Nesta categoria se enquadram as calçadas compartilhadas, ciclorrotas e vias sem sinalização indicativa de circulação de bicicletas (BRASIL, 2007).

Nos casos onde o espaço é dividido entre ciclistas e veículos motorizados, deve-se atentar à velocidade praticada na via, visto que velocidades acima de 45 km/h geram maior risco de morte e sinistros graves aos ciclistas. Por isso, as vias que adotem o tráfego compartilhado devem limitar a velocidade máxima a 30 km/h (RICCARDI, 2010).

Nos casos onde o espaço é compartilhado entre modais ativos, bicicletas e pedestres, a compatibilidade entre os modais é muito maior, diminuindo os riscos de sinistros graves. Nesses casos deve-se avaliar o volume de tráfego para indicar se é necessário a adoção de faixa exclusiva para ciclistas ou não.

- O espaço **parcialmente segregado** se caracteriza por ser uma faixa exclusiva para a circulação de bicicletas, com pouca ou nenhuma adoção de estruturas de proteção físicas, e geralmente são delimitadas por sinalização horizontal ou diferenciação de piso. É uma alternativa barata e de rápida implantação, que é muito adotada em vias que não possuem áreas disponíveis para receber uma infraestrutura totalmente segregada. Nesta categoria se enquadram as ciclofaixas e ciclovias segregadas em calçada (BRASIL, 2007).
- O espaço **totalmente segregado** se caracteriza por ser uma faixa exclusiva para a circulação de bicicletas, separada do tráfego de veículos motorizados e pedestres, por meio de elementos de proteção como calçadas, terraplenos, blocos de concreto, dentre outros. Nesta categoria se enquadram especialmente as ciclovias. É uma infraestrutura que privilegia os ciclistas e fornece um elevado grau de segurança e conforto aos usuários, aumentando o nível de serviço experimentado, podendo levar a um aumento no uso da bicicleta (BRASIL, 2007).

Embora seja a infraestrutura mais recomendada para novas vias, ela apresenta algumas desvantagens, como a necessidade de um espaço suficiente para sua alocação seja em calçada, na rua ou em canteiro central. Além disso, os elementos de proteção limitam o número de pontos de acesso à infraestrutura (RICCARDI, 2010).

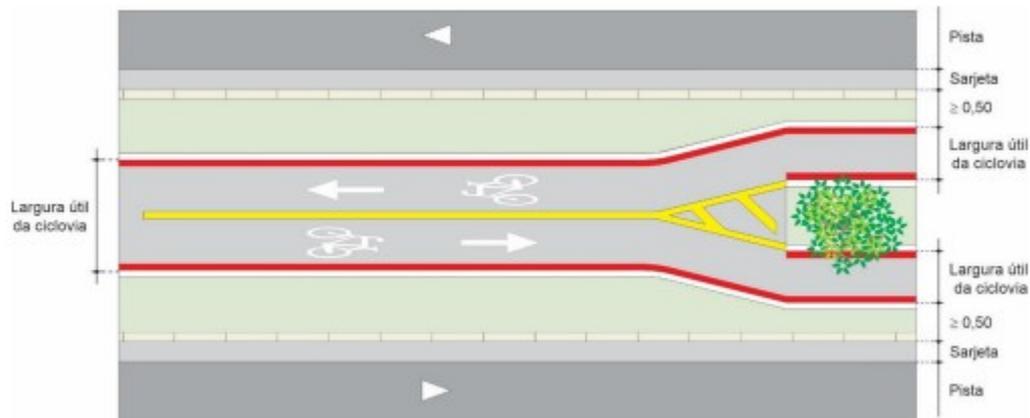
4.1.2 Tipologias de infraestrutura cicloviária

A **Ciclovia** é uma via preferencial à circulação de bicicletas, ela é considerada preferencial pois admite-se a presença de carroceiros, cadeirantes não motorizados e outros modais ativos, desde que os veículos não tenham largura superior a 1,50 (Figura 1). Ela deve ser segregada do tráfego motorizado por meio de terrapleno ou outro elemento separador, por isso é considerada a infraestrutura que proporciona maior segurança e conforto ao ciclista (BRASIL, 2007).

Ela é uma infraestrutura adaptável e pode ser implementada nas laterais das vias, nos canteiros centrais, nas calçadas, e também, quando fora das vias públicas pode se enquadrar em espaços isolados em áreas não edificantes, faixas de

domínio e parques públicos (CET, 2020).

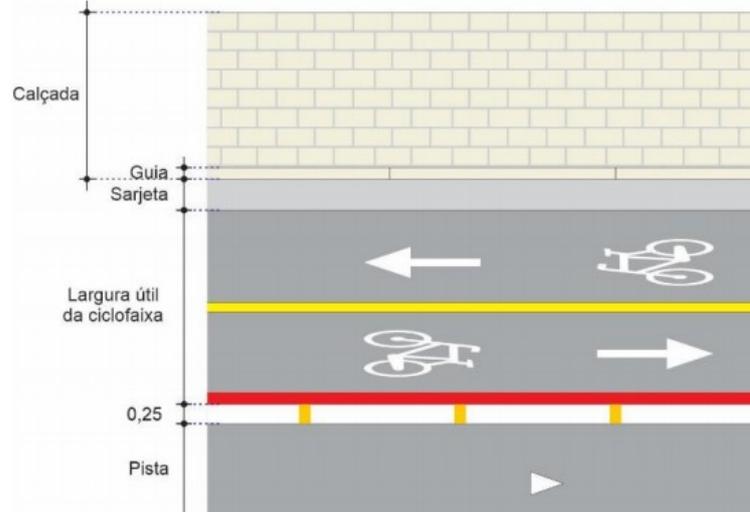
Figura 1 – Modelo de ciclovia sobre o canteiro central



Fonte: CET, 2020.

A **Ciclofaixa** é um espaço para bicicletas com baixo nível de segregação em relação ao tráfego lindeiro, é instalada junto à via utilizada por veículos motorizados e não tem separador físico do tráfego motorizado, sendo recomendado a implementação de tachões refletivos (Figura 2). Por isso ela apresenta menor nível de segurança aos ciclistas, ocorrendo mais casos de invasões de veículos sobre a infraestrutura e sinistros de trânsito (BRASIL, 2007).

Figura 2 – Modelo de ciclofaixa lindeira à via

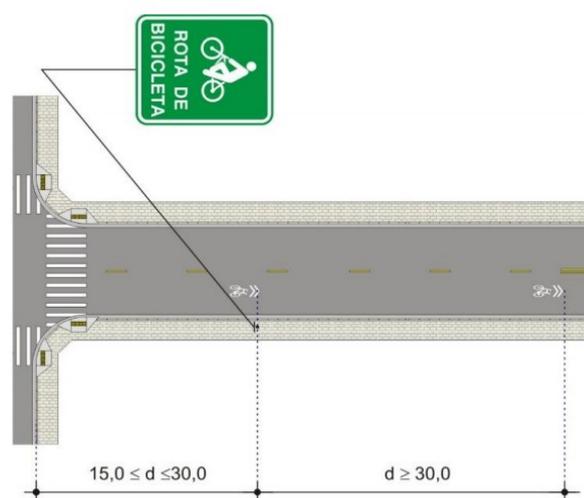


Fonte: CET, 2020.

A **ciclorota** é uma tipologia de infraestrutura cicloviária frágil, devendo ser utilizada em locais onde o fluxo de veículos e as velocidades praticadas são baixas, ou também, em locais onde não há espaço suficiente para implementação de outra

infraestrutura mais segura, como em conexões da rede cicloviária (Figura 3). Ela deve sempre acompanhar o sentido de circulação destinado aos veículos automotores e pode vir acompanhada de elementos de moderação e redução da velocidade do tráfego (CET, 2020).

Figura 3 – Modelo de ciclorota



Fonte: CET, 2020.

Em síntese, a ciclorota se constitui pela preparação de mapas indicando aos ciclistas quais os caminhos mais seguros a percorrer, fazendo uso de vias com baixos volumes de tráfego em uma região ou bairro da cidade. Devem apresentar sinalização vertical com placas especiais no início e fim dos quarteirões, e ao longo do trajeto com sinalização horizontal (Figura 4). Além disso, é necessário o tratamento dos cruzamentos mais perigosos com pinturas preferenciais à passagem dos ciclistas (BRASIL, 2007).

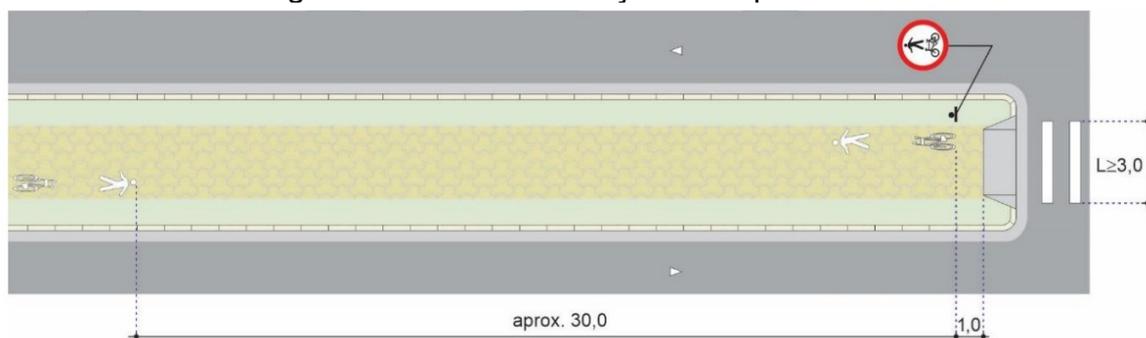
Figura 4 – Modelo de sinalização vertical de ciclorotas



Fonte: CET, 2020.

A **Calçada compartilhada** permite o uso simultâneo entre ciclistas e pedestres, desde que o fluxo de ciclistas não atrapalhe a circulação dos pedestres (Figura 5). Esse tipo de infraestrutura deve estar contida no plano diretor de transporte e aprovado pelas autoridades públicas responsáveis pelo ordenamento do trânsito.

Figura 5 – Modelo de calçada compartilhada



Fonte: CET, 2020.

Ela deve ser implementada no nível em que a calçada estiver construída e não apresenta nenhuma divisão ou separação física do tráfego de pedestres, sendo importante a sinalização identificando a situação especial da via. Uma outra possibilidade é a calçada compartilhada com espaço para circulação de bicicletas, onde, por meio de sinalização, o espaço é dividido entre pedestre e ciclistas, diminuindo o risco de conflito entre os modais (BRASIL, 2007).

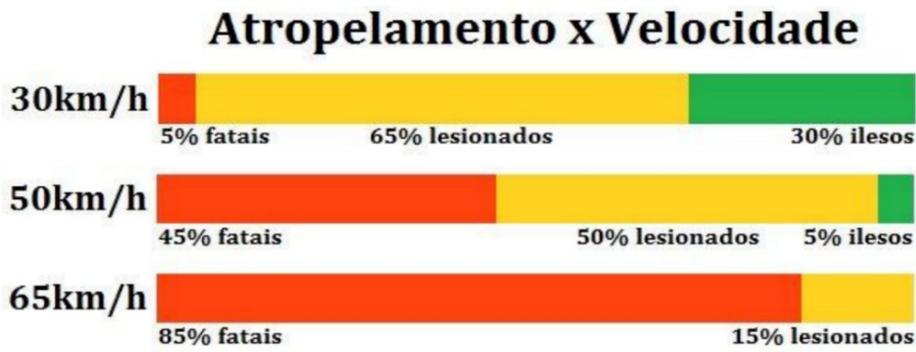
4.2 Implantação das infraestruturas cicloviárias

Segundo o Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades (BRASIL, 2007, p. 98), os arranjos e dimensões dos espaços cicloviários sempre dependerão de alguns fatores básicos. As dimensões mínimas aceitáveis para circulação segura de bicicletas; o rearranjo do sistema viário para converter uma parte para as bicicletas; a inovação e criatividade para integrar as técnicas com as oportunidades disponíveis, visando as necessidades dos ciclistas; entendimento das limitações físicas e técnicas dos ciclistas diante de obstáculos e barreiras.

4.2.1 Volume e velocidade do tráfego motorizado

Assim como os pedestres, os ciclistas são a parcela dos usuários mais vulneráveis dentro do sistema de mobilidade urbana, ficando expostos a atropelamentos e sinistros de trânsito. Nesse contexto, o principal agravante nos atropelamentos de pedestres e ciclistas é a velocidade praticada pelos veículos motorizados, sendo que quanto maior a velocidade, maior a chance de lesões graves e óbitos (Figura 6).

Figura 6 – Relação entre gravidade de atropelamento e velocidade



Fonte: AMECICLO, 2016.

Desse modo, para adequar as vias para o uso de bicicletas é necessário identificar o volume de veículos que passam por ela e a velocidade praticada por esses veículos, sendo que o volume de tráfego varia de acordo com o horário do dia e deve ser levado em consideração tanto os horários de pico como fora dele (RICCARDI, 2010).

Em algumas situações, também pode ser necessário intervir com outras ações como o acalmamento de trânsito, que visa alterar o comportamento dos motoristas e diminuir a diferença na velocidade praticada na via, resultando em maior segurança de não motorizados e aumento da atividade social.

A Figura 7 ilustra a correlação entre volume de veículos trafegando na via e a velocidade praticada pela maioria dos veículos motorizados, indicando quais infraestruturas cicloviárias são mais indicadas para cada tipo de situação (RICCARDI, 2010).

A primeira faixa do gráfico indica uma situação que dificilmente ocorrerá, visto

que velocidades inferiores à 10 km/h normalmente não ocorrem na prática.

Na **área 1** da Figura 7 pode-se adotar um espaço compartilhado entre bicicletas e veículos motorizados.

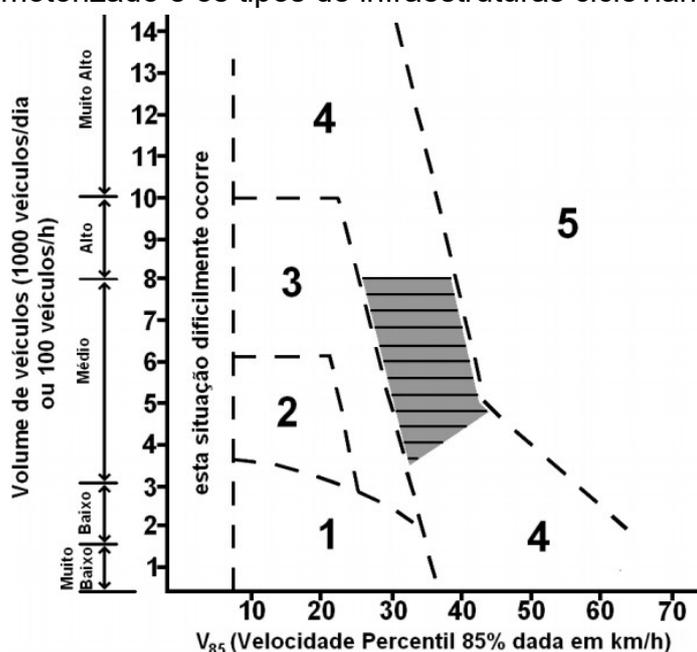
Na **área 2** é sugerido a utilização de acalmamento de tráfego e/ou ciclorrotas na intenção de melhorar a segurança e conforto dos ciclistas.

Na **área 3** é recomendado a utilização de ciclofaixas.

Na **área 4** é recomendado a utilização de ciclovias e/ou ciclofaixas, sendo que na área hachurada pode-se adotar o acalmamento de tráfego.

Já na **área 5** é recomendado a utilização de ciclovias.

Figura 7 – Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de infraestruturas cicloviárias



Fonte: RICCARDI, 2010, p. 47.

Em síntese, quando as velocidades praticadas na via forem menores do que 40 km/h pode-se adotar o tráfego compartilhado de veículos, entretanto, conforme o volume de veículos circulando aumenta, começam ser necessárias intervenções como o acalmamento de trânsito e/ou a implementação de infraestruturas mais seguras. Quando a velocidade praticada na via for maior do que 40 km/h é necessário a implementação de vias exclusivas para ciclistas, sendo que, quanto maior a velocidade e o volume de veículos, maior deve ser o fator de proteção da infraestrutura.

Esses gráficos são muito utilizados na Europa, porém no Brasil ainda faltam dados e pesquisas volumétricas para que se faça uma análise mais precisa e eficaz. No Brasil, uma das alternativas utilizadas é a relação do espaço cicloviário com a hierarquia viária estabelecida pelo Código Brasileiro de Trânsito, entretanto, isso pode resultar em infraestruturas cicloviárias menos seguras, visto que acaba permitindo a implementação de tipologias com baixo fator de segregação em vias com velocidades superiores a 40 km/h (RICCARDI, 2010).

4.2.2 Inclinação Longitudinal da via

A energia responsável por mover a bicicleta é produzida pelo próprio ciclista, desse modo, a inclinação excessiva da via afeta diretamente a rota escolhida pelos usuários, em alguns casos eles podem pegar uma rota mais longa ou fazer o trecho desmontado, além disso, sua segurança operacional também é afetada, pois prejudica suas manobras em meio ao tráfego tanto na subida quanto na descida (RICCARDI, 2010). Uma das recomendações que serve de referência está exposta no Tabela 1, abaixo.

Tabela 1 – Relação entre inclinação da via e distância máxima aceitável

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

Fonte: RICCARDI, 2010, p. 48

Desse modo, observa-se que as inclinações de até 5% são desejáveis e inclinações de até 11% são aceitáveis desde que não sejam muito longas. Embora esse parâmetro seja importante na análise de implantação de vias cicláveis, ele por si não é o suficiente para determinar se a via está apta a receber infraestruturas cicloviárias (RICCARDI, 2010).

4.2.3 Hierarquia Viária

A hierarquia viária em vigor no Brasil, foi implementada pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB), nele são indicadas as características e funcionalidades de cada tipo de via. Um sistema hierárquico é benéfico para o planejamento e gestão da infraestrutura, visto que atribui características e funções para cada uma delas, auxiliando na execução dos projetos. Desse modo, o espaço passa a ter uma maior previsibilidade por parte dos usuários e melhor organização e segurança da rede viária (RICCARDI, 2010).

O município de Campinas estabeleceu em seu Plano Viário as seguintes classificações viárias (Tabela 2) (EMDEC, 2017):

Tabela 2 – Classificação Viária de Campinas/SP

Hierarquia Viária	Descrição	Velocidad e Máx. Permitida (km/h)	Largura Mínima da via (m)
Via de Trânsito Rápido	Promove interligação entre regiões, rodovias e vias arteriais, sendo parte do eixo troncal do transporte coletivo, não permitindo acesso direto aos lotes ou glebas lindeiras, sem possibilidade de travessias em nível.	> 50	52
Via Arterial	Distribui o tráfego das vias de trânsito rápido até o nível das demais arteriais e coletoras, complementa e interconecta as vias do sistema estruturador. Não adentra áreas predominantemente residenciais. Pode apresentar acesso aos lotes lindeiros por pista marginal, sendo possível conter transposições e travessias em nível.	40-50	28-46
Via Coletora	Coleta o tráfego das vias locais e o canaliza para as vias arteriais e vice-versa, adentra área residencial e promove circulação entre bairros, possibilitando a permeabilidade de transporte coletivo e conexões cicloviárias.	30-40	18
Via Local	Via que tem como função principal promover o acesso direto aos lotes e edificações	30	14

Fonte: EMDEC, 2017

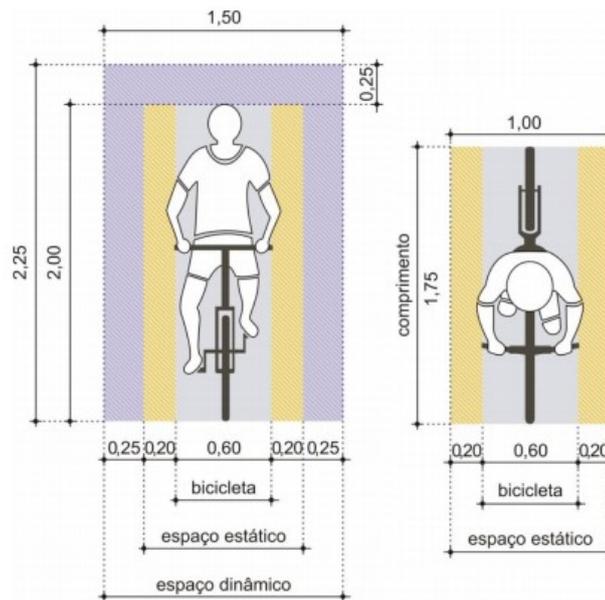
4.3 Parâmetros mínimos das infraestruturas cicloviárias

4.3.1 Largura útil da infraestrutura

Uma das vantagens da bicicleta é a necessidade de utilizar um menor espaço viário para circulação quando comparado com os automóveis, uma faixa de 3 m comporta um fluxo de 4.500 bicicletas por hora, enquanto permite a passagem de apenas 450 automóveis por hora. Esse é um fator que deve ser levado em consideração ao projetar vias cicláveis, pois quanto maior a largura da via mais seguro será o deslocamento dos usuários e maior será a sua capacidade máxima (BRASIL, 2007).

O ciclista quando montado e parado em cima da bicicleta ocupa em média 1 m de largura da via, sendo 0,6 m da bicicleta e 0,4 m do corpo do ciclista, esse tamanho aumenta conforme ele se movimenta, pois para manter o equilíbrio os ciclistas se deslocam para os lados. Desse modo, uma largura de via ideal para o deslocamento dos ciclistas é de 1,5 m para as unidirecionais e 3,0 m para as bidirecionais (BRASIL, 2007).

Figura 8 – Espaço ocupado pelos ciclistas



Fonte: BRASIL, 2007.

A largura útil tem como característica contabilizar apenas o espaço efetivo de circulação de bicicletas, desconsiderando as marcas viárias, elementos de separação e a sarjeta. Portanto, a largura ideal nem sempre pode ser implementada e dependerá das condições preexistentes na via.

Além disso, para o correto dimensionamento da infraestrutura deve-se considerar o volume de bicicletas circulando na via no horário de pico mais movimentado do dia da semana. Um determinado trecho pode apresentar variações excepcionais, principalmente nas proximidades de entradas e saídas de grandes empreendimentos e prédios públicos, nessas situações a largura da via pode variar ao longo do percurso (CET, 2020).

Quando o tráfego de ciclistas for de até 1.000 bicicletas por hora em um único sentido, pode-se adotar larguras menores do que o ideal, conforme exposto nas tabelas 3 e 4, abaixo.

Tabela 3 – Largura útil infraestrutura cicloviária bidirecional
Volume de até 1.000 bicicletas por hora

TIPOLOGIA	Desejável		Mínima	
		Distância do meio fio		Distância do meio fio
Ciclofaixa na pista	2,50	≥ 2,95	≥ 1,80	≥ 2,25
Ciclovia sobre canteiro Sem gradil	2,55		≥ 2,00	
Ciclovia sobre canteiro Com gradil	2,75		≥ 1,80	
Ciclofaixa partilhada com pedestre sobre canteiro	2,75		≥ 2,15	
Ciclofaixa partilhada com pedestre sobre calçada	2,55		≥ 2,30	

Fonte: CET, 2020.

Tabela 4 – Largura útil infraestrutura cicloviária unidirecional
Volume de até 1.000 bicicletas por hora

TIPOLOGIA	Desejável		Mínima	
		Distância do meio fio		Distância do meio fio
Ciclofaixa na pista	1,50	≥ 1,95	≥ 1,00	≥ 1,45
Ciclovia sobre canteiro	1,50		≥ 1,00	
Ciclofaixa partilhada com pedestre sobre canteiro	1,50		≥ 1,15	

Fonte: CET, 2020.

Para os casos onde o volume de ciclistas for maior do que 1.000 bicicletas por hora em um único sentido, a largura deve aumentar gradativamente de acordo com o volume encontrado (Tabela 5).

Tabela 5 – Largura cicloviária indicada para volume de até 1.000 bicicletas por hora

Tráfego horário (bicicletas por hora/sentido)	Largura útil unidirecional (metros)		Largura útil bidirecional (metros)	
	Desejável	Mínima	Desejável	Mínima
de 1.000 a 2.500	2,00	1,50	3,00	2,50
de 2.500 a 5.000	3,00	2,00	4,00	3,00
mais de 5.000	4,00	3,00	6,00	4,00

Fonte: CET, 2020.

4.3.2 Sinalização Vertical da infraestrutura

O art. 7º do Código Brasileiro de Trânsito, Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997, indica que a sinalização das infraestruturas viárias é regulamentada pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), incluindo as do sistema cicloviário. A sinalização de trânsito tem como propósito transmitir mensagens de caráter permanente ou variável, por meio de símbolos e/ou legendas, aos usuários do trânsito, de modo a ordenar e regular o seu comportamento (CONTRAN, 2007).

A seguir serão expostas as principais sinalizações relacionadas com esse tipo de infraestrutura:

- A **sinalização vertical regulamentadora** tem objetivo de impor limitações, restrições ou proibições, ela é utilizada para indicar a condição de determinado espaço e faixa de circulação, podendo ser acompanhada de outras placas ou informações complementares (Figura 9) (CONTRAN, 2007).

Figura 9 – Placas de sinalização vertical de regulamentação do espaço cicloviário

	R-12	Proibido trânsito de bicicletas
	R-34	Circulação exclusiva de bicicletas
	R-35a	Ciclista, transite à esquerda
	R-35b	Ciclista, transite à direita

Fonte: CONTRAN, 2007.

- As placas de **sinalização verticais indicativas** têm objetivo de reforçar e complementar a informação aos usuários da via, alertando sobre condições especiais daquele local, como a existência de um cruzamento com ciclovia, tráfego compartilhado, dentre outros (Figura 10) (CONTRAN, 2007).

Figura 10 – Sinalização vertical de advertência/indicativa

	A-30a	Trânsito de ciclistas
	A-30b	Passagem sinalizada de ciclistas
	A-30c	Trânsito compartilhado por ciclistas e pedestres

Fonte: CONTRAN, 2007.

- As placas de **sinalização verticais educativas** visam orientar os usuários sobre boas práticas a serem adotadas dentro do trânsito, podendo ter como grupo focal tanto os motoristas, quanto ciclistas e pedestres (Figura 11).

Figura 11 – Sinalização vertical de advertência/indicativa



Fonte: CET, 2020.

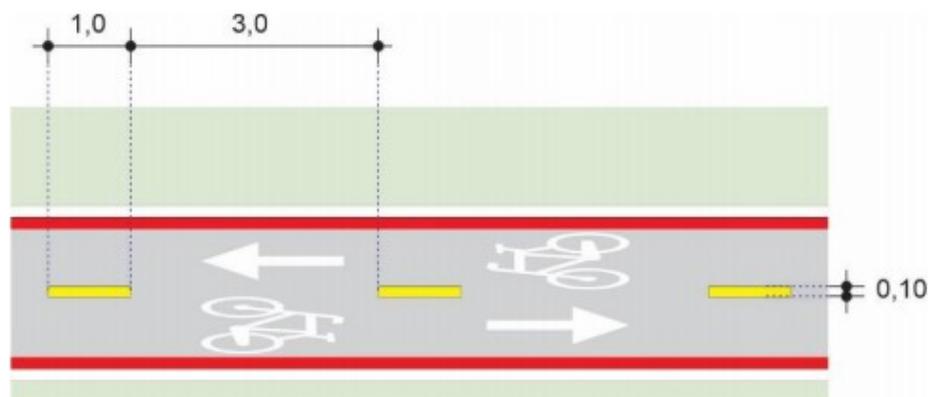
4.3.3 Sinalização Horizontal da infraestrutura

- A **sinalização horizontal** das infraestruturas cicloviárias obedece a um padrão de cor vermelha e branca. Ela indica os limites entre a via ciclável e a de veículos motorizados. Faz a divisão dos fluxos opostos nas ciclovias bidirecionais, marca a linha de retenção e parada dos ciclistas (Figura 12).

A linha de divisão de fluxos opostos deve ser utilizada ao longo de toda a infraestrutura, tendo 1 m de comprimento e 0,25 m de largura, tendo um

espaçamento entre elas de 3 m (CET, 2020).

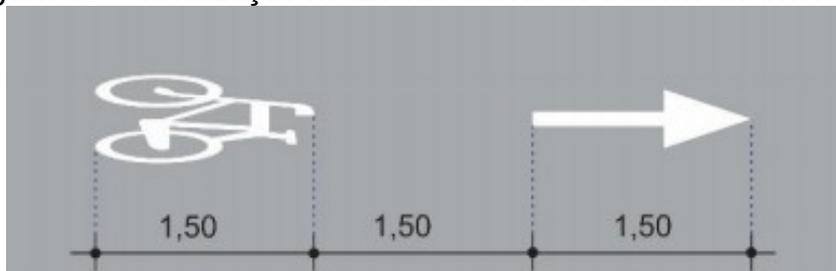
Figura 12 – Sinalização horizontal indicando trânsito de bicicletas



Fonte: CET, 2020.

O símbolo da bicicleta indica que este espaço é uma pista exclusiva para ciclistas, reforçando a sinalização vertical de regulamentação. Ela também deve ser implementada ao longo de toda a infraestrutura com a cor branca, podendo vir acompanhada com seta direcional que indica o sentido de circulação da via. Ela deve ter 1,50 m de altura por 0,6 m de largura, com um espaçamento de 1,5 m (Figura 13) (CET, 2020).

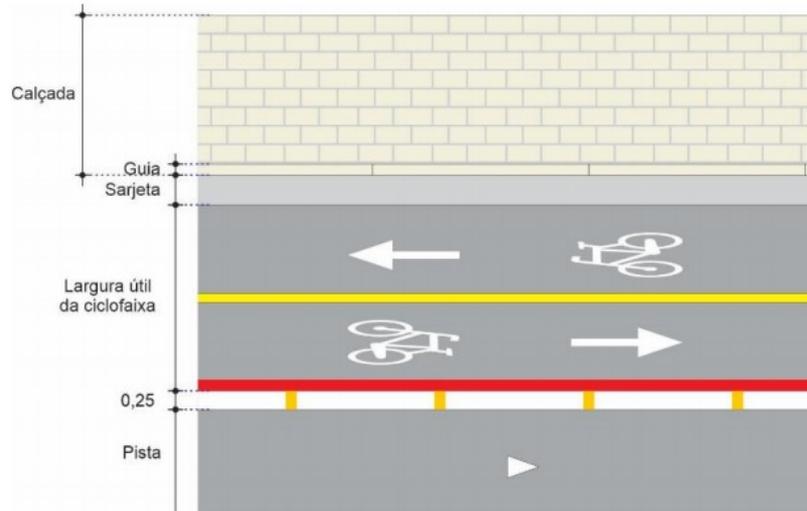
Figura 13 – Sinalização horizontal indicando trânsito de bicicletas



Fonte: CET, 2020.

No caso das ciclofaixas, onde são ainda mais importantes, deve ser implementada de forma a delimitar a parte dedicada a faixa de rolamento de veículos motores e a de ciclistas (Figura 14), sendo recomendado vir acompanhado de elementos de proteção e retro reflexivos como os tachões (CONTRAN, 2007).

Figura 14 – Modelo de marcação de ciclofaixa ao longo da via



Fonte: CET, 2020.

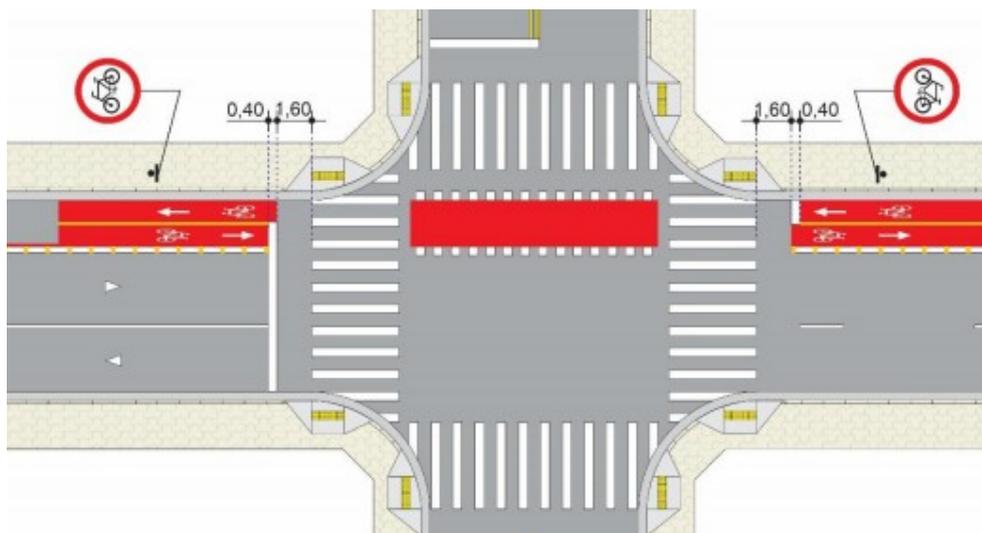
4.3.4 Sinalização cruzamentos rodociclovários

Ao trafegar em uma via exclusiva, os ciclistas encontram alguns obstáculos que podem diminuir a sua eficiência de circulação e/ou o seu conforto, entretanto, ele se mantém relativamente seguro perante o tráfego de veículos motorizados. A exceção está próxima às saídas de garagens e estacionamentos, e em interseções com vias de veículos motorizados, que é onde existem mais conflitos entre os modais e risco de ocorrência de sinistros de trânsito (BRASIL, 2007).

Portanto, é essencial que todos os cruzamentos rodociclovários disponham de sinalização indicativa, tanto horizontal quanto vertical, para alertar os motoristas da existência de um cruzamento em nível com uma infraestrutura ciclovária, além disso serve como referência de caminho para os ciclistas atravessarem com segurança e os pontos de parada para aguardar a travessia (Figura 15) (CONTRAN, 2007).

A via ciclável deve estar perpendicular à via a ser atravessada, para que o ciclista tenha maior ângulo de visão sobre a via de circulação dos veículos motorizados. A sinalização de cruzamento deve seguir o caminho mais direto da via ou quando houver espaço deverá ser recuada de 5 m a 10 m para que possa incluir uma faixa de pedestres ao seu lado (CET, 2020). Ela é composta de uma faixa na cor vermelha, delimitada por paralelogramos na cor branca.

Figura 15 – Sinalização de Cruzamento rodociclovário



Fonte: CET, 2020.

Ao longo da via de veículos motorizados que interceptarão uma infraestrutura cicloviária, devem ser colocadas placas verticais indicando a existência de um cruzamento em nível (Figura 16), sempre que a marcação rodocicloviária for de difícil visualização ou quando possa comprometer a segurança dos ciclistas (CET, 2020).

Figura 16 – Cruzamento rodocicloviário



Fonte: CET, 2020.

Nos casos onde os cruzamentos apresentarem grande volume de veículos atravessando, pode-se adotar a sinalização semafórica. Esse tipo de sinalização se caracteriza por indicações luminosas que regulam o direito de passagem dos veículos. Como a bicicleta também é um veículo, os ciclistas devem respeitar a sinalização do grupo focal normal ou do foco específico para ciclistas (Figura 17) (CET, 2020).

Figura 17 – Sinalização semafórica

COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
Vermelha		Indica para o ciclista a proibição do direito de passagem	Obrigatoriedade do ciclista em parar o veículo
Amarela		Indica o término do direito de passagem	O condutor deve parar o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança
Verde		Indica para o ciclista a permissão do direito de passagem	O ciclista tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha

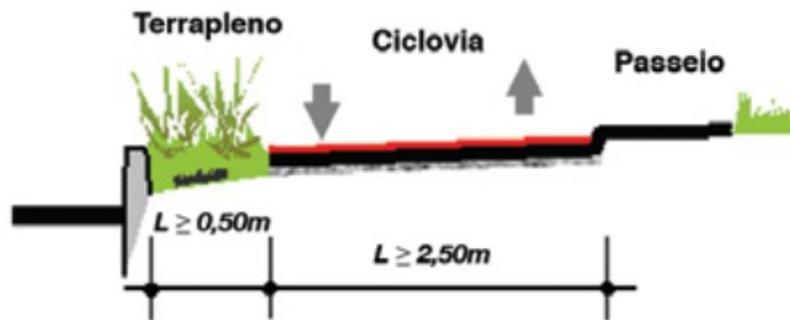
Fonte: (CET, 2020).

A colocação de semáforos com foco nos ciclistas deve ocorrer apenas em locais com ciclovia ou ciclofaixa, sempre que a aproximação não possuir semáforo normal voltado para a infraestrutura cicloviária, quando a visibilidade dos semáforos normais não tiverem uma distância adequada dos ciclistas ou quando houver necessidade de um estágio semafórico específico para os ciclistas (CET, 2020). Além disso, quando existir sinalização semafórica para pedestres em que os ciclistas podem pegar “carona” não deve ser utilizado o grupo focal específico para ciclistas.

4.3.5 Elemento de separação

O terraplino é caracterizado como uma porção de terreno nivelado, sendo um dos principais tipos de segregadores utilizados em ciclovias, ele oferece uma boa proteção para a infraestrutura cicloviária. Os terraplenos geralmente estão em um nível mais alto em relação a rua, entre 0,10 m e 0,20 m, e ligeiramente abaixo da via ciclável, para evitar acúmulo de água (Figura 18). Eles podem ser instalados junto às calçadas laterais ou canteiro central (BRASIL, 2007).

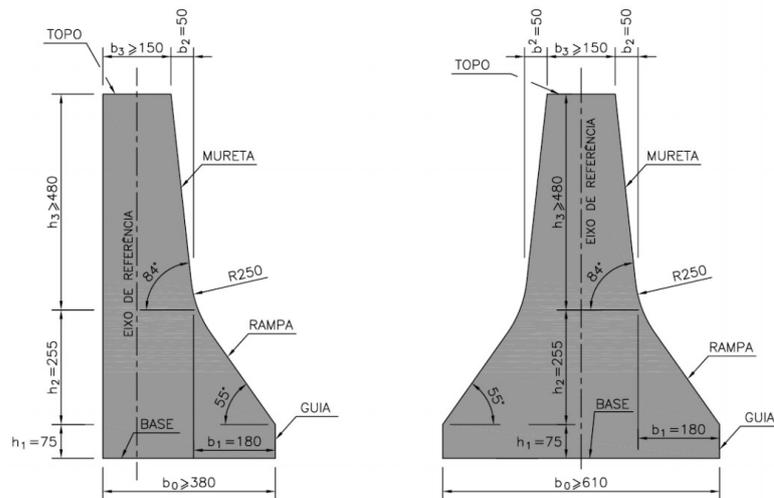
Figura 18 – Modelo de terraplino



Fonte: BRASIL, 2007.

O New Jersey, Figura 19, é um elemento de proteção rígido e contínuo feito em concreto armado, ele é fixado ao solo ao longo de toda a infraestrutura cicloviária, com resistência e dimensões fortes o suficiente para fazer com que veículos desgovernados sejam conduzidos pela pista, sem brusca redução de velocidade nem perda de direção, causando o mínimo de danos aos usuários, ao veículo e ao próprio New Jersey (DNIT, 2009).

Figura 19 – Modelo de elemento separador New Jersey

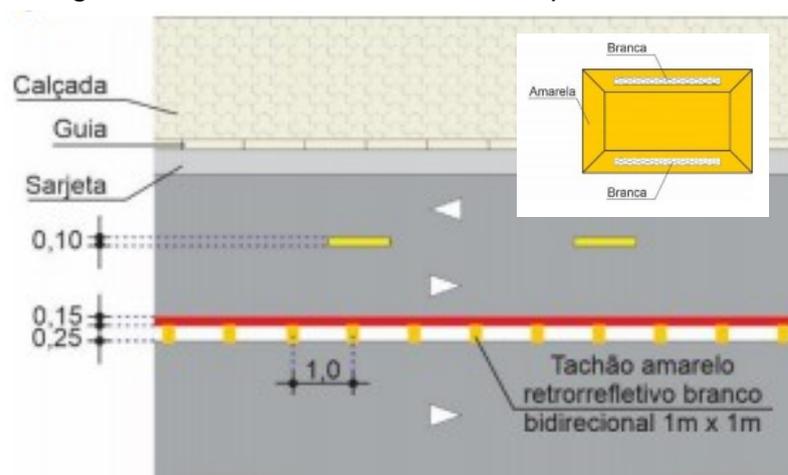


Fonte: DNIT, 2009.

Existem dois tipos de New Jersey: barreira simples ou dupla. A barreira dupla é em geral instalada nos canteiros centrais das vias, visto que necessita proteger ambos sentidos de circulação, em geral tem 0,61 m de largura e 0,81 m de altura. Já a barreira simples é utilizada nos bordos da via, tendo 0,38 m de largura por 0,81 de altura. As dimensões deste segregador podem variar conforme velocidade e tipo de tráfego presente na via (DNIT, 2009).

Os tachões, mostrados na Figura 20, são elementos segregadores de tráfego com baixo fator de proteção, geralmente são utilizados junto às linhas e buffers delimitadoras da infraestrutura cicloviária, com um espaçamento mínimo de 1,0 m entre os tachões, eles devem ter cor amarela e retrorreflexivos para serem visíveis durante a noite (CET, 2020).

Figura 20 – Modelo de elemento separador tachão

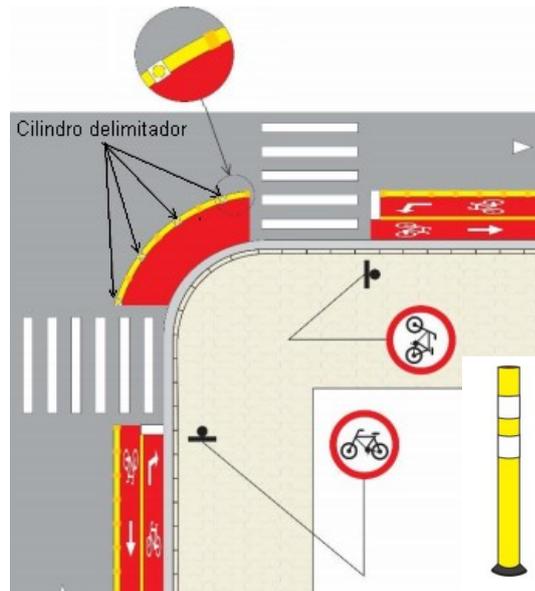


Fonte: CET, 2020.

Os prismas de concreto são segregadores de trânsito, popularmente conhecido como gelo baiano ou bate pneus, são usados para delimitar o espaço dedicado aos ciclistas, evitando ou dificultando que veículos motorizados invadam a infraestrutura cicloviária. É um equipamento de alta resistência mecânica, fabricado com resina de poliéster, sendo instalado através de colas/adesivos específicos.

O cilindro delimitador (balizador) é um elemento de separação do tráfego com altura de 0,9 m, normalmente fabricado em material metálico, na cor amarela e com elementos retrorreflexivos brancos, é parafusado ao solo para fixação. Geralmente é utilizado junto aos cruzamentos cicloviários, Figura 21, trechos de ciclofaixa que necessitam de maior proteção, inibindo a circulação de veículos motorizados e facilitando a visualização das marcas viárias (CET, 2020).

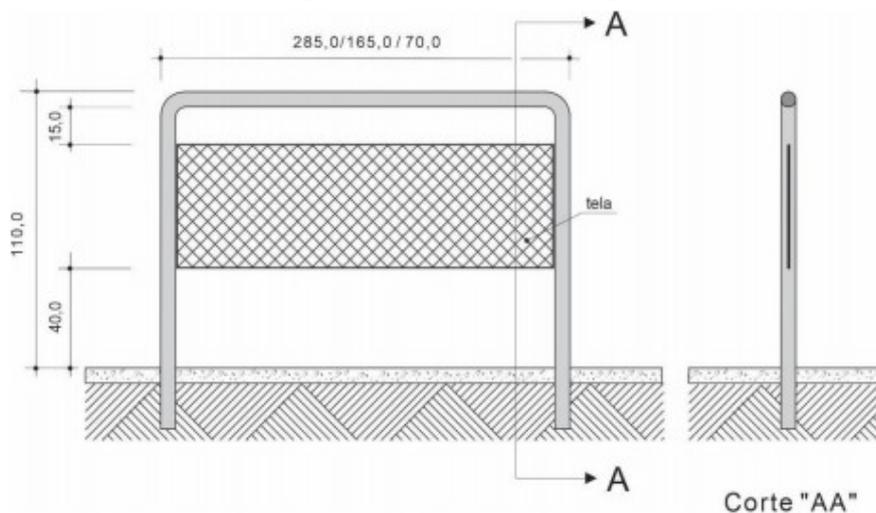
Figura 21 – Modelo de cilindro delimitador



Fonte: CET, 2020.

O gradil, Figura 22, é recomendado para situações em que não é possível garantir a distância mínima entre largura útil da infraestrutura cicloviária e a faixa de rolamento de veículos motorizados. Ele é um dispositivo de canalização e proteção, sendo destinado a disciplinar, direcionar e segregar os fluxos do trânsito, garantindo maior segurança viária, entretanto, deve-se atentar para não colocar os ciclistas em situações que eles possam ficar encurralados (CET, 2020).

Figura 22 – Modelo de gradil



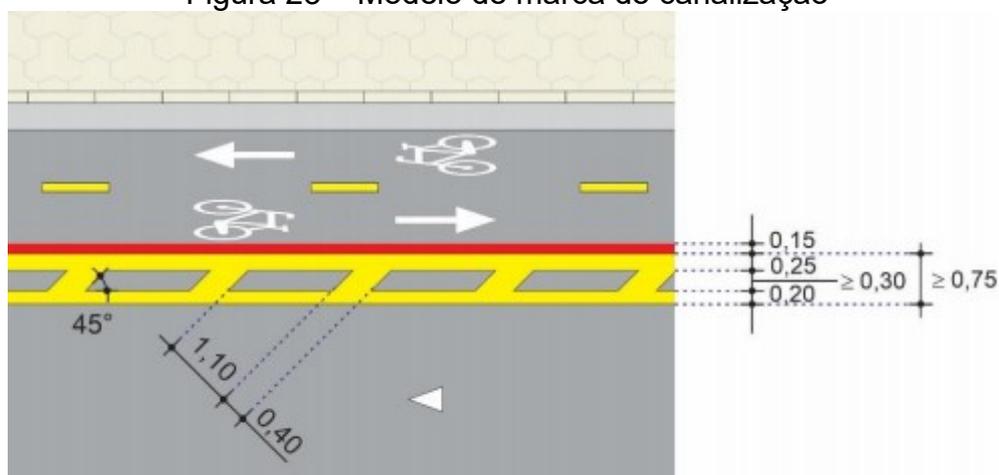
Fonte: CET, 2020.

O gradil é geralmente produzido em material metálico, sendo cravado ou parafusado ao solo, suas dimensões recomendadas são de 1 m de altura por 0,7 m, 1,6 m ou 2,85 m de largura, dependendo das circunstâncias da via. Eles devem permitir a visibilidade entre as vias, e não podem conter elementos que desviem a atenção dos pedestres ou motoristas, nem apresentar elementos pontiagudos e cantos vivos (CET, 2020).

4.3.6 Marca de canalização

As marcas de canalização são utilizadas para separação do fluxo de veículos motorizados, em complementação a sinalização horizontal cicloviária. Ela deve apresentar cor amarela quando a via ciclável estiver no contrafluxo dos motorizados e cor branca quando no mesmo sentido de fluxo (Figura 23). A largura da canalização ao lado ciclofaixa deve ser de 0,25 m e a externa de 0,20 m, as linhas internas de preenchimento do zebrado devem ser posicionadas com inclinação de 45° e largura de 0,40 m, totalizando no mínimo de 0,75 m de largura (CET, 2020).

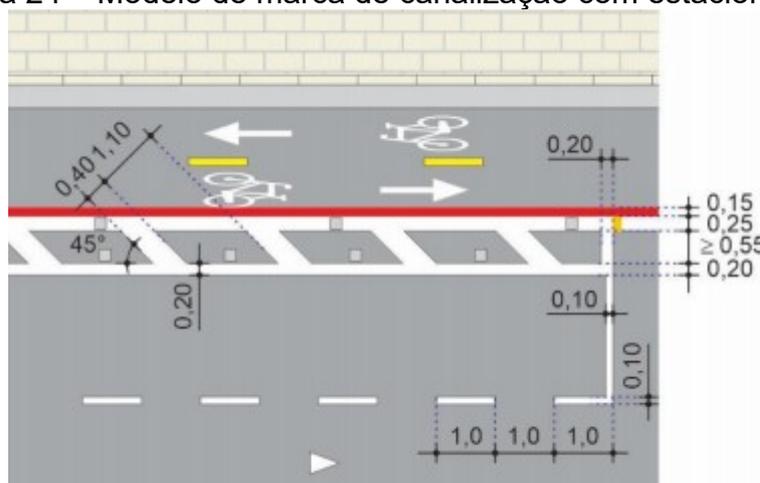
Figura 23 – Modelo de marca de canalização



Fonte: CET, 2020.

Quando um trecho da ciclofaixa instalada junto ao meio-fio possuir estacionamento regulamentado ao seu lado, deve ser colocada uma marca de canalização entre ciclofaixa e área do estacionamento, Figura 24, permitindo a abertura da porta dos automóveis de forma mais segura, tendo no mínimo 1,0 m de largura (CET, 2020).

Figura 24 – Modelo de marca de canalização com estacionamento



Fonte: CET, 2020.

4.3.8 Arborização/Sombreamento

É recomendado que as infraestruturas cicloviárias tenham arborização ao longo de toda sua extensão, pois proporcionam sombra e conforto aos ciclistas, melhorando a qualidade ambiental dos trajetos, diminuindo a insolação e o calor direcionado aos usuários e aumentando a umidade do local. Pode ser implementada junto aos terraplenos ou *buffers* de vias cicláveis atuando como elementos de proteção da infraestrutura, para acomodar as árvores é necessário que seja adicionado 0,25 m a largura do buffer ao lado da faixa de rolamento (BRASIL, 2007).

4.3.9 Tipo de pavimento

O pavimento das infraestruturas cicloviárias devem apresentar superfície de rolamento regular, impermeável e antiderrapante, preferencialmente com diferença visual entre área destinada a ciclistas e pedestres para evitar invasões de ambos modais. Os tipos de pavimentos mais recomendados no Brasil são o concreto e os materiais betuminosos (asfalto), algumas pesquisas estão sendo feitas com pneus usados, que são reciclados e utilizados nas bases de pavimentos com baixa exigência de esforços, como é o caso das vias cicláveis (BRASIL, 2007).

Alguns materiais devem ser evitados como é o caso dos paralelepípedos, pedras portuguesas e pedra lousa, pois provocam irregularidades na superfície diminuindo o conforto dos ciclistas (BRASIL, 2007).

4.3.10 Acalmamento de tráfego

O acalmamento de tráfego ou moderação de tráfego é utilizado em áreas urbanas com média e baixa densidade, ou em locais que tenham grande fluxo de pedestres e ciclistas como escolas, terminais de transporte coletivo e cruzamentos viários. Entre as soluções mais comuns destacam-se: o estreitamento da via de tráfego motorizado próximo aos cruzamentos rodociclovitários; elevação da pista de modo a criar uma ondulação transversal (lombadas, faixas elevadas); fechamento de passagem direta ao tráfego motorizado (BRASIL, 2007).

4.3.11 Iluminação

A iluminação das infraestruturas cicloviárias é de extrema importância para ciclistas que trafegam no período noturno, aumentando a visibilidade da via e do entorno, proporcionando maior segurança pública e de deslocamento. O tipo de iluminação mais adequado são as lâmpadas de LED, entretanto, podem ser adotadas luzes de sódio ou mercúrio. O espaçamento mais recomendado é de 25 m entre os postes e uma distância lateral de 2 m, nos casos em que não é possível obedecer a essa dimensão, é importante direcionar o foco da iluminação para a via e que não existam barreiras que façam sombra na iluminação (BHEMCICLO, 2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado foram produzidas quatro tabelas sínteses, onde estão expostas as informações obtidas com a pesquisa. A Tabela 6 categoriza as infraestruturas cicloviárias em seis tipologias diferentes, cada uma delas está associada a três características viárias básicas, que determinam qual tipologia cicloviária se enquadra melhor em cada situação.

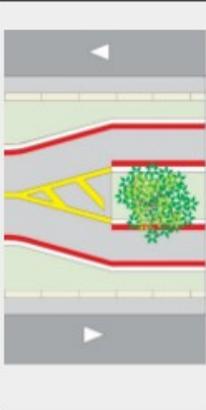
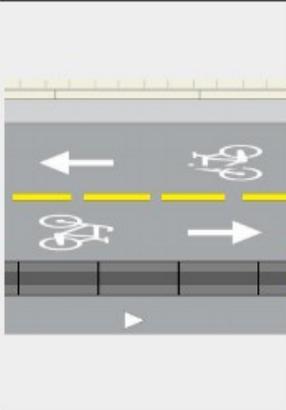
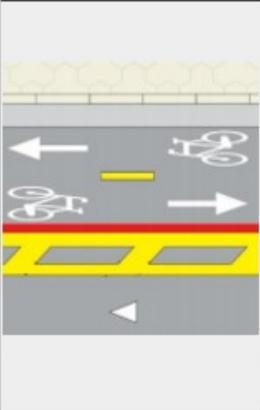
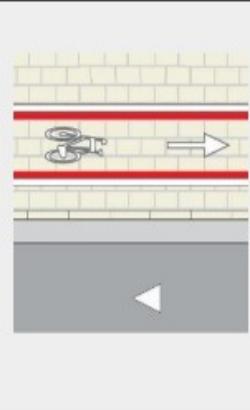
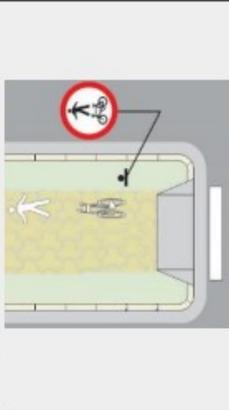
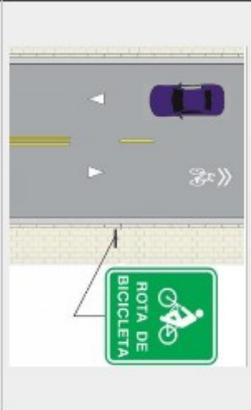
Nas Tabelas 7 e 8 as seis tipologias cicloviárias são cruzadas com oito parâmetros básicos relacionados a forma da infraestrutura, resultando numa matriz onde cada relação entre tipologia e parâmetro recebe um valor recomendado e/ou característica a ser adotada no processo de planejamento.

As Tabelas 9 e 10 são um compilado das principais sinalizações das infraestruturas cicloviárias, tanto verticais quanto horizontais, segundo as diferentes tipologias cicloviárias. Nela é possível observar exemplos práticos das diferentes funcionalidades das sinalizações e sua importância na caracterização do espaço cicloviário.

Para atestar a funcionalidade da metodologia é necessário a realização de estudos de caso utilizando-a como base do planejamento cicloviário, sendo de fundamental importância a ampliação do seu escopo, incluindo outros parâmetros que envolvam não somente as características físicas da infraestrutura, mas também a estrutura na qual ela está envolvida, como as características ideais para a formação de um sistema cicloviário interconectado.

Além disso, a metodologia proporciona a oportunidade de constante revisão e aprimoramento dos dados e critérios utilizados na formulação do código baseado na forma, podendo receber a contribuição de técnicos, planejadores, cicloativistas, usuários da bicicleta, dentre outros indivíduos.

Tabela 6 – Características de implantação das infraestruturas cicloviárias

Características para implementação das infraestruturas cicloviárias	Ciclovia Segregada	Ciclovia Junto à via	Ciclofaixa Junto à via	Ciclofaixa Junto à Calçada	Calçada Compartilhada	Ciclorrota
Modelo Esquemático						
Hierarquia Viária	Arterial Coletora	Arterial Coletora	Coletora	Arterial Coletora	Arterial Coletora Local	Coletora Local
Velocidade Máxima Permitida (km/h)	50 40	50 40	40 30	50 40	n/a	30
Volume de Veículos no Horário de pico (veículos por hora)	> 1.000 > 500	> 1.000 > 500	> 500 > 300	> 1.000 > 500	> 300	< 300
Categoria de infraestrutura	Totalmente segregada	Segregada	Parcialmente segregada	Totalmente segregada	Segregada compartilhada com pedestres	Compartilhada com veículos motorizados

Fonte das imagens: CET, 2020. Organizado pelo autor.

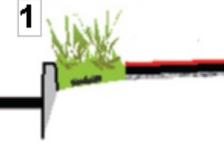
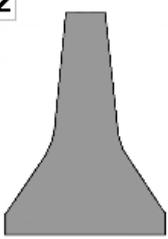
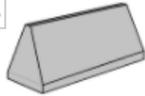
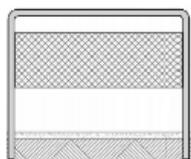
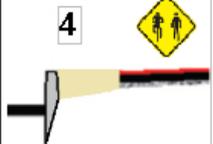
Fonte das informações: RICCARDI, 2010. BRASIL, 2007. EMDEC, 2017.

Tabela 7 – Características das infraestruturas cicloviárias

Parâmetros das infraestruturas cicloviárias			Ciclovía Segregada	Ciclovía Junto à via	Ciclofaixa Junto à via	Ciclofaixa Junto à Calçada	Calçada Compartilhada	Ciclorrota
Largura Útil Mínima (1.000 bicicletas por hora)	Uni Direcional	Mínimo	> 1,0 m	> 1,0 m	> 1,0 m	> 1,2 m	> 1,2 m	n/a
		Desejável	> 1,5 m	> 1,5 m	> 1,5 m	> 1,5 m	> 1,5 m	
	Bi Direcional	Mínimo	> 2,5 m	> 2,5 m	> 2,0 m	> 2,3 m	> 2,3 m	n/a
		Desejável	> 3,0 m	> 3,0 m	> 2,5 m	> 2,6 m	> 2,6 m	
Cruzamentos Rodocicloviários (número de ciclistas)		Volume Alto	Marcação horizontal vermelha; Placa indicativa de cruzamento de ciclistas; Semáforo focal para ciclistas e pedestres*;					*Utiliza o mesmo da via de carros.
		Volume Baixo-médio	Marcação horizontal vermelha; Placa indicativa de cruzamento de ciclistas;					Apenas em cruzamentos perigosos
Marca de Canalização/Buffers para Vias Bidirecionais		Mínimo	0,5 m	0,5 m	0,30 m	0,50 m (com gradil)	n/a	n/a
		Desejável	0,8 m	0,8 m	0,75 m	0,70 m	n/a	n/a
Iluminação: Espaçamento entre postes			25 metros ou menor			25 metros ou menor: De acordo com a iluminação preexistente na calçada ou na via.		
Iluminação: Distância lateral da borda interna da infraestrutura			De 2 a 5 metros de distância					

Fonte das informações: CET, 2020. RICCARDI, 2010. BRASIL, 2007. Organizado pelo autor.

Tabela 8 – Características das infraestruturas cicloviárias

Parâmetros das infraestruturas cicloviárias	Ciclovia Segregada	Ciclovia Junto à via	Ciclofaixa Junto à via	Ciclofaixa Junto à Calçada	Calçada Compartilhada	Ciclorrota
Tipo de pavimento	Asfalto; Concreto;	Mesmo da via;	Mesmo da via;	Mesmo da calçada;	Mesmo da calçada;	Mesmo da via;
Elemento de Separação Entre a via e a infraestrutura	Terrapleno com desnível;  Pode ter Gradil;	Ilha de concreto; New Jersey; 	 Cilindro Balizador;  Tachão;  Prisma de concreto;	Meio-fio + buffer de calçada; Pode ter Gradil; 	Meio-fio + buffer de calçada; 	n/a
Distância entre separadores	Contínuo	Contínuo	1,0 m	Contínuo	Contínuo	n/a
Acalmamento de tráfego (traffic calming)	Não é necessário	Pode ser adotado	Indicado	Pode ser adotado	Pode ser adotado	Indicado

Fonte: Organizado pelo autor.

Fonte das imagens:

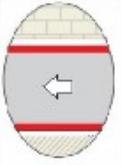
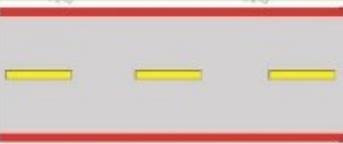
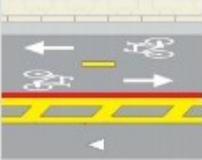
1- BRASIL, 2007.

2- DNIT, 2009.

3- CET, 2020.

4- Elaborado pelo autor.

Tabela 9 – Sinalização das infraestruturas cicloviárias

Sinalização das infraestruturas cicloviárias	Ciclovia Segregada	Ciclovia Junto à via	Ciclofaixa Junto à via	Ciclofaixa Junto à Calçada	Calçada Compartilhada	Ciclorrota
Sinalização vertical Regulamentadora	<p>*A placa R-34 e suas variações indicam o início e término da condição da via, assim como, as datas e os horários de funcionamento.</p>    			 <p>R-36a</p>	 <p>R-36c Exp1</p>	 <p>IOC-1</p>  <p>IOC-1t</p>
Sinalização horizontal						
Sinalização vertical de advertência	 <p>A-30a</p>		 <p>PRÓXIMA QUADRA</p>	 <p>A 000m</p>	 <p>MOTORISTA NA PARADA CUIDADO CICLISTA</p> <p>AE-Exp39</p>	 <p>CICLISTA CUIDADO PARADA DE ÔNIBUS</p> <p>AE-Exp38</p>
Linhas de separação e divisão de fluxos opostos;				n/a	n/a	

Fonte das imagens: CET, 2020. Organizado pelo autor.

Tabela 9 – Sinalização das infraestruturas cicloviárias

Sinalização das infraestruturas cicloviárias	Ciclovia Segregada	Ciclovia Junto à via	Ciclofaixa Junto à via	Ciclofaixa Junto à Calçada	Calçada Compartilhada	Ciclorrota	
Sinalização horizontal dos cruzamentos rodocicloviários;							
Sinalização vertical dos Cruzamentos rodocicloviários;	<p>ED-72h</p>		<p>A-30b-3h</p>				
Sinalização de Orientação	<p>IOC-6b</p>	<p>IOC-5</p>	<p>IOC-6a</p>	<p>IOC-6c</p>	<p>IOC-4</p>	<p>IOC-3b</p>	
Sinalização educativa	<p>ED-81</p>	<p>AE-19a</p>	<p>AE-Exp40</p>		<p>AE-Exp41</p>	<p>AE-19d</p>	<p>AE-30</p>

Fonte das imagens: CET, 2020. Organizado pelo autor.

6 . CONCLUSÕES

A mobilidade urbana sustentável é um dos pilares necessários para garantir o nosso direito a cidades mais saudáveis e humanas, à medida que possibilita um maior acesso aos serviços básicos e equipamento urbanos, e também, aproxima os habitantes do convívio social nos espaços públicos e nas áreas de interesse ambiental. Com a ascensão de novas políticas de planejamento e desenvolvimento urbano, se torna necessário o desenvolvimento de pesquisas e novas metodologias para auxiliar nos processos de construção do espaço.

A partir desta pesquisa realizamos a sistematização de referências técnicas sobre infraestruturas cicloviárias, que foram produzidas por órgãos públicos, associações de cicloativismo e pesquisas acadêmicas. Para organização dos dados recolhidos foi utilizada a abordagem do código baseado na forma, que busca estruturar as informações em categorias e parâmetros conhecidos. Desse modo, foi possível produzir tabelas onde estão sugeridos condições e requisitos mínimos para implementação e desenho/forma das infraestruturas cicloviárias.

Este trabalho pode contribuir para o avanço do projeto de planejamento do Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS) e de outros projetos de planejamento cicloviário, à medida que oferece uma base sólida para os processos de tomada de decisão e abre a possibilidade de participação social para o aperfeiçoamento metodologia, que deve ser constantemente revista.

REFERÊNCIAS

AMECICLO, Associação Metropolitana de Ciclistas do Grande Recife. **Índice de desenvolvimento da estrutura cicloviária (IDECICLO)**. Recife/PE, 2016.

BHEMCICLO. **Relatório Analítico do Índice de Desenvolvimento da Estrutura Cicloviária IDECiclo - Belo Horizonte, 2018/2019**. Associação dos Ciclistas Urbanos de Belo Horizonte. Belo Horizonte/MG, 2019. Disponível em: <<http://bhemiciclo.org/tag/ideciclo>>. Acesso em: 18 ago 2021.

BRASIL, Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Institui o Código de Trânsito Brasileiro**. Diário Oficial da União: Brasília/DF, p. 21201, 24 set. 1997.

BRASIL, **PROGRAMA BRASILEIRO DE MOBILIDADE POR BICICLETA – BICICLETA BRASIL**. Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades. Brasília/DF: Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, 2007. p.232

CALLIL, Victor; PEREIRA, Daniela Constanzo de Assis. **Análise comparada de políticas públicas para bicicleta: Nova York, Cidade do México e São Paulo**. Revista de Políticas Públicas, v. 21, n. 2, p. 915-937, 2017.

CATS. **SmartCode Version 9.2**. Center for Applied Transect Studies. The Town Paper Publisher, 2013. Disponível em: <<https://transect.org/codes.html>>. Acesso em: 20 ago 2021

CONTRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Sinalização Vertical de Regulamentação**. Conselho Nacional de Trânsito. V. 1, 2ª ed. Brasília: Contran, 2007, 222 p.

CONTRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Sinalização Horizontal**. Conselho Nacional de Trânsito. 1ª ed. Brasília: Contran, 2007, 128 p.

CONTRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Sinalização Vertical de advertência**. Conselho Nacional de Trânsito. 1ª ed. Brasília: Contran, 2007, 218 p.

CET. **Manual de Sinalização Urbana - Espaço Cicloviário**. Companhia de Engenharia de Tráfego. São Paulo/SP, 2020. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/1100702/MSU-Vol-13-Espaco-Cicloviario-Rev01.pdf>>. Acesso em: 18 ago 2021.

DNIT. **Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário - Projeto de barreiras de concreto**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro/RJ, 2009.

EMDEC. **Plano Viário do Município de Campinas/SP**. Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas (Emdec. Campinas/SP, 2017.



GROAT, Linda. WANG, David. **Architectural research methods**. John Wiley & Sons, 2013.

LEFF, Enrique; **Epistemologia ambiental**. ed. 4. São Paulo/SP: Cortez, 2006.

RICCARDI, José Cláudio da Rosa. **Ciclovias e ciclofaixas: critérios para localização e implantação**. UFRGS. Porto Alegre/RS, 2010.