



**UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Diogo da Silva Fontes

**Análise do espaço cicloviário de Florianópolis e seus impactos no meio  
urbano**

Florianópolis, SC

2024

Diogo da Silva Fontes

**Análise do espaço cicloviário de Florianópolis e seus impactos no  
meio urbano**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Prof. Eduardo Lobo, Dr.

Florianópolis, SC

2024

Da Silva Fontes, Diogo

Análise do espaço cicloviário de Florianópolis e seus impactos no meio urbano / Diogo Da Silva Fontes ; orientador, Dr. Eduardo Lobo, 2024.

105 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Sistemas de transportes. 3. transporte cicloviário. 4. integração modal. I. Lobo, Dr. Eduardo. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Diogo da Silva Fontes

**Análise do espaço cicloviário de Florianópolis e seus impactos no  
meio urbano**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil

Florianópolis, 5 de dezembro de 2024.

---

Prof.<sup>a</sup> Liane Ramos da Silva, Dra.  
Coordenadora do Curso

**Banca examinadora**



Prof. Eduardo Lobo, Dr.  
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.<sup>a</sup> Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Daltro de Oliveira  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Florianópolis, SC, 2024



Ao meu Pai Jorge Umpierre Fontes (*in memoriam*),  
cujo o exemplo de amor e dedicação  
me guiou nesta jornada em me tornar engenheiro.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador, professor Eduardo Lobo, pela oportunidade de desenvolver este trabalho, além de todos os ensinamentos, do incentivo e da enorme dedicação. À Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC pela educação reconhecidamente de alta qualidade, pública e principalmente gratuita.

Ao apoio e suporte da minha família, minha mãe Loiraci da Silva Fontes, minha irmã Vanessa da Silva Fontes, minhas sobrinhas e principalmente ao meu falecido pai Jorge Umpierre Fontes que sempre acreditou muito em mim; à minha companheira Kelly Elizeu, que seu amor a ciência me inspirou muito; aos meus vários colegas de graduação, entre eles Thayna Hammes, Sofia Justino, Pietro Macalossi; as grandes amigas que fiz no durante meu período no Centro Acadêmico, Henrique Spinele, João Augusto, Vinicius Sousa que me acompanharam e foram fundamentais na realização de mais este sonho.

## RESUMO

No Brasil, o modelo de deslocamento urbano que prioriza o uso do automóvel torna-se cada vez mais insustentável devido aos seus pontos negativos, tais como congestionamento, poluição do ar e acidentes. A Política de Mobilidade Urbana sugere o Manual de Sinalização Ciclovária do Conselho Nacional de Trânsito como uma possibilidade de regulamentar a integração entre o transporte motorizado e a bicicleta. O objetivo deste estudo é identificar os fatores que interferem no uso da bicicleta de forma integrada com o transporte motorizado considerando a relação entre o usuário com a infraestrutura ciclovária existente. O estudo adotou uma abordagem com enfoque na avaliação das infraestruturas instaladas nos terminais de ônibus e nas condições da rede ciclovária existente no entorno. O método proposto foi dividido nas seguintes etapas: (1) definição da área de abrangência, (2) avaliação do terminal e do uso do solo em seu entorno, (3) avaliação dos espaços cicláveis, (4) coleta de dados sobre o comportamento de viagens, (5) avaliação do nível de serviço das rotas aos principais polos geradores de tráfego. Foi realizado um estudo de caso no terminal de transporte público (Terminal de Integração da Trindade, TITRI) da cidade de Florianópolis, localizado próximo a ciclovias, ciclofaixas e ciclo rotas. A avaliação do uso do solo dos terminais mostrou que estão localizados em áreas urbanizadas com a existência de áreas comerciais, residenciais e públicas. O terminal foi considerado passível de integração, pois há paraciclos e bicicletas de aluguel instalados em sua proximidade. O comportamento usuários foram analisados usando aplicativo de GPS que coleta dados e produz um mapa de calor que identifica as viagens de bicicleta dos usuários.

**Palavras-Chave:** Sistemas de transportes; transporte ciclovário; integração modal.

## ABSTRACT

In Brazil, the urban travel model prioritizing the use of automobiles is becoming increasingly unsustainable due to its negative aspects, including congestion, air pollution, and accidents. The Urban Mobility Policy suggests the Manual of Cycle Road Signaling and Marking issued by National Traffic Council as a possible regulation of motorized transport and bicycles integration. The objective of this study is to identify the factors that interfere with the use of bicycles integrated with motorized transport, considering the relationship between the user and the existing cycling infrastructure. An approach focused on evaluating the infrastructure installed in bus terminals and the conditions of the existing cycling network in the surroundings. The proposed method was divided into the following steps: (1) definition of the coverage area, (2) evaluation of the terminal and the land in its surroundings, (3) evaluation of cycling spaces, (4) data collection on travel behavior, (5) evaluation of the service level of routes to the main traffic generating hubs. A case study was carried out at the public transport terminal (Terminal de Integração da Trindade, TITRI) in the city of Florianópolis, located near cycle paths, cycle lanes, and cycle routes. Heatmaps data were used to identify users' bike trips. The evaluation of the land use of the terminals showed that they are located in urbanized areas with commercial, residential and public areas. The terminal was considered suitable for integration, as there are bike racks and rental bikes installed nearby.

**Keywords:** Transport systems; cycle transport; modal integration.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Organograma SNT .....   | 20 |
| Figura 2 – Distância de eficiência da bicicleta .....                        | 27 |
| Figura 3 – Exemplo de má utilização de Paraciclo .....                       | 32 |
| Figura 4 – Paraciclo localizado no TITRI .....                               | 34 |
| Figura 5 – Localização dos bicicletários sugeridos pelo relatório .....      | 35 |
| Figura 6 – Zona de influência por meio de deslocamento .....                 | 36 |
| Figura 7 – Eficiência da integração com transportes públicos .....           | 37 |
| Figura 8 – Estação de Bicicleta compartilhada no TITRI .....                 | 38 |
| Figura 9 – Localização sugerida das estações de bicicletas de aluguel .....  | 39 |
| Figura 10 – Fluxograma da Proposta de Análise .....                          | 46 |
| Figura 11 – <i>Heatmap</i> da região de metropolitana de Florianópolis ..... | 48 |
| Figura 12 – <i>Heatmap</i> da circulação de ciclistas em Florianópolis ..... | 49 |
| Figura 13 – Espaço ocupado pelo Ciclista .....                               | 58 |
| Figura 14 – Largura das vias para ciclistas .....                            | 59 |
| Figura 15 – Marcação de ciclorrota ( <i>sharrow lane</i> ) .....             | 60 |
| Figura 16 – Afastamento de marcação de ciclorrota .....                      | 61 |
| Figura 17 – Sinalização horizontal de estacionamento .....                   | 61 |
| Figura 18 – Sinalização horizontal de ciclorrota .....                       | 62 |
| Figura 19 – Sinalização horizontal de ciclorrota .....                       | 62 |
| Figura 20 – Exemplos de vias cicloviárias sinalizadas .....                  | 63 |
| Figura 21 – Exemplos de uso tachões .....                                    | 65 |
| Figura 22 – Exemplo de uso de taxas .....                                    | 66 |
| Figura 23 – Exemplo de Cilindro delimitador .....                            | 66 |
| Figura 24 – Gradil .....   | 67 |
| Figura 25 – Semáforo para ciclistas .....                                    | 68 |
| Figura 26 – Levantamento da rede cicloviária .....                           | 71 |
| Figura 27 – Proposta de infraestrutura cicloviária para 2025 .....           | 72 |
| Figura 28 – Sistema cicloviário de Florianópolis .....                       | 73 |
| Figura 29 – Proposta de sistema cicloviário região central .....             | 74 |
| Figura 30 – Índice de atropelamentos de Ciclistas .....                      | 75 |
| Figura 31 – Abrangência aproximada da área de estudos .....                  | 76 |
| Figura 32 – Sistema cicloviário atual, região central .....                  | 77 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 33 – Estações de bicicletas de Aluguel Tembici .....          | 78 |
| Figura 34 – <i>Heatmap</i> da área de estudo .....                   | 79 |
| Figura 35 – Rota de menor caminho .....                              | 80 |
| Figura 36 – Rota X: sentido TITRI – UFSC .....                       | 81 |
| Figura 37 – Rota X: sentido UFSC – TITRI .....                       | 81 |
| Figura 38 – Cruzamento não compartilhado (TITRI – Ciclovia).....     | 82 |
| Figura 39 – Rota X: sentido UFSC – TITRI (Alteração do trajeto)..... | 83 |
| Figura 40 – Rota Y: sentido UFSC – TITRI .....                       | 83 |
| Figura 41 – Cruzamento sem sinalização para ciclistas.....           | 84 |
| Figura 42 – Rota Y: sentido TITRI – UFSC .....                       | 85 |
| Figura 43 – Cruzamento no TITRI.....                                 | 88 |
| Figura 44 – Nível de serviço das rotas analisadas .....              | 99 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Classificação Ciclovária em função do tipo da Via .....          | 40 |
| Quadro 2 – Largura do espaço ciclovário conforme volume de bicicletas ..... | 41 |
| Quadro 3 – Nível de Serviço método Dixon .....                              | 50 |
| Quadro 4 – Pontuação do Nível de Serviço para Ciclistas .....               | 52 |
| Quadro 5 – Classificação da pesquisa .....                                  | 53 |
| Quadro 6 – Avaliação TITRI .....  | 86 |
| Quadro 7 – Nível de serviço da rota X (trecho 1) .....                      | 87 |
| Quadro 8 – Nível de serviço da rota X (trecho 2) .....                      | 88 |
| Quadro 9 – Nível de Serviço Rota X – Resultado .....                        | 89 |
| Quadro 10 – Rota Y: sentido UFSC – TITRI (trecho 1) .....                   | 90 |
| Quadro 11 – Rota Y: sentido UFSC – TITRI (trecho 2) .....                   | 91 |
| Quadro 12 – Rota Y: sentido UFSC – TITRI (trecho 3) .....                   | 92 |
| Quadro 13 – Resultado da rota Y: sentido UFSC – TITRI .....                 | 92 |
| Quadro 14 – Rota Y: sentido TITRI – UFSC (trecho 1) .....                   | 93 |
| Quadro 15 – Rota Y: sentido TITRI – UFSC (trecho 2) .....                   | 94 |
| Quadro 16 – Rota Y: sentido TITRI – UFSC (trecho 3) .....                   | 94 |
| Quadro 17 – Rota Y: sentido TITRI – UFSC (trecho 4) .....                   | 95 |
| Quadro 18 – Rota Y: resultado sentido TITRI – UFSC .....                    | 95 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Extensão (km) da proposta de rede cicloviária para 2025.....    | 28 |
| Tabela 2 – Proposta de bicicletários. ....                                 | 33 |
| Tabela 3 – Indicadores da quilometragem de ciclovias em Florianópolis..... | 73 |



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|         |   |
|---------|---|
| ABBU    | Associação Brasileira de Bibliotecas Universitárias Brasileiras |
| CTB     | Código de Trânsito Brasileiro                                   |
| CONTRAN | Conselho Nacional de Trânsito                                   |
| SNT     | Sistema Nacional de Trânsito                                    |
| BDTD    | Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações           |
| BN      | Biblioteca Nacional   |
| ITE     | <i>Institute of Transportation Engineer</i>                     |
| PMF     | Prefeitura de Municipal de Florianópolis                        |
| PLAMUS  | Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis  |
| RMF     | Região Metropolitana de Florianópolis                           |
| CTB     | Código de Trânsito Brasileiro                                   |
| UFSC    | Universidade Federal de Santa Catarina                          |
| TITRI   | Terminal de integração da Trindade                              |
| TIRIO   | Terminal de integração do Rio Tavares                           |
| TICEN   | Terminal de integração do Centro                                |
| AMOBICI | Associação Mobilidade por Bicicleta,                            |
| NACTO   | <i>National Association of City Transportation Officials</i>    |
| CIC     | Centro Integrado de Cultura                                     |

## SUMÁRIO

|              |   |                                      |
|--------------|---|--------------------------------------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>15</b>                            |
| 1.1          | JUSTIFICATIVA.....  | 15                                   |
| 1.2          | OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS .....   | 16                                   |
| 1.3          | OBJETIVO GERAL .....  | 16                                   |
| 1.4          | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 16                                   |
| 1.5          | ESCOPO.....   | <b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b> |
| <b>2</b>     | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....  | <b>18</b>                            |
| 2.1          | INTRODUÇÃO DO CAPÍTULO.....   | <b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b> |
| 2.2          | GESTÃO PÚBLICA – HIERARQUIA E GÊNESE DAS LEIS .....   | 18                                   |
| 2.3          | LEGISLAÇÃO .....  | 20                                   |
| <b>2.3.1</b> | <b>Estatuto das Cidades</b> .....   | <b>20</b>                            |
| <b>2.3.2</b> | <b>Lei de Mobilidade Urbana</b> .....   | <b>21</b>                            |
| <b>2.3.3</b> | <b>Planos diretores municipais</b> .....  | <b>23</b>                            |
| 2.4          | PLANOS DE MOBILIDADE, MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO<br>CICLOVIÁRIA DO CONTRAN .....                  | 24                                   |
| 2.5          | ENGENHARIA DE TRÁFEGO E SEGURANÇA VIÁRIA .....  | 25                                   |
| 2.6          | MOBILIDADE URBANA - PRINCIPAIS CONCEITOS .....  | 26                                   |
| 2.7          | A ÓTICA DA ENGENHARIA – ASPECTOS CONSTRUTIVOS E TÉCNICOS<br>APLICÁVEIS ÀS CICLOVIAS E CICLOFAIXAS ..... | 28                                   |
| <b>2.7.1</b> | <b>Veículos</b> .....   | <b>30</b>                            |
| <b>2.7.2</b> | <b>Estacionamentos de bicicletas</b> .....  | <b>31</b>                            |
| 2.8          | INTEGRAÇÃO MODAL DE BICICLETAS.....   | 35                                   |
| 2.9          | SISTEMA DE BICICLETA COMPARTILHADA .....  | 37                                   |
| 2.10         | PLANEJAMENTO DE ROTAS E NÍVEL DE SERVIÇO .....  | 39                                   |
| 2.11         | A ÓTICA DA GESTÃO: MATRIZ SWOT; EFICIÊNCIA E EFICÁCIA.....  | 42                                   |
| 2.12         | FECHAMENTO DO CAPÍTULO.....   | 44                                   |
| <b>3</b>     | <b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....   | <b>46</b>                            |
| 3.1          | INTRODUÇÃO .....  | <b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b> |
| 3.2          | COLETA DE DADOS QUANTITATIVOS .....   | 47                                   |
| 3.3          | COLETA DE DADOS QUALITATIVOS.....   | 47                                   |
| 3.4          | PESQUISA DAS ROTAS .....  | 47                                   |
| 3.5          | MÉTODO DE DIXON .....   | 49                                   |
| 3.6          | FINS DA PESQUISA COM METODOLOGIA DE FINS DESCRITIVOS .....  | 52                                   |

|              |  |                                      |
|--------------|--|--------------------------------------|
| 3.7          | FINS DESCRITIVOS.....  | 53                                   |
| <b>4</b>     | <b>SOBRE O NOVO MANUAL CICLOVIÁRIO .....</b>   | <b>54</b>                            |
| 4.1          | INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO .....   | <b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b> |
| 4.2          | HIERARQUIA PROPOSTA PARA IMPLEMENTAR CICLOVIAS EM FLORIANÓPOLIS .....                    | 54                                   |
| 4.3          | CICLOVIA .....   | 55                                   |
| 4.4          | CICLOFAIXAS .....  | 56                                   |
| 4.5          | VIAS COMPARTILHADAS E CICLORROTAS .....  | 57                                   |
| 4.6          | SINALIZAÇÃO HORIZONTAL .....   | 59                                   |
| 4.7          | SINALIZAÇÃO VERTICAL.....  | 63                                   |
| 4.8          | DISPOSITIVOS AUXILIARES.....   | 64                                   |
| <b>4.8.1</b> | <b>Tachas e tachões .....</b>  | <b>64</b>                            |
| <b>4.8.2</b> | <b>Cilindro delimitador .....</b>  | <b>66</b>                            |
| <b>4.8.3</b> | <b>Gradil.....</b>   | <b>66</b>                            |
| <b>4.8.4</b> | <b>Sinalização semafórica.....</b>   | <b>68</b>                            |
| 4.9          | FECHAMENTO DO CAPÍTULO.....  | 69                                   |
| <b>5</b>     | <b>ESTUDO DE CASO .....</b>  | <b>70</b>                            |
| 5.1          | INTRODUÇÃO DO CAPÍTULO.....  | <b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b> |
| 5.2          | O SISTEMA CICLOVIÁRIO DE FLORIANÓPOLIS.....  | 70                                   |
| <b>5.2.1</b> | <b>Caracterização área de estudo .....</b>   | <b>70</b>                            |
| <b>5.2.2</b> | <b>Índice de acidentes .....</b>   | <b>74</b>                            |
| <b>5.2.3</b> | <b>Terminal de Integração .....</b>  | <b>75</b>                            |
| 5.3          | O SISTEMA CICLOVIÁRIO IDEAL .....  | 78                                   |
| 5.4          | AVALIAÇÃO DO TERMINAL DE TRANSPORTE PÚBLICO .....  | 85                                   |
| 5.5          | AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇOS DAS ROTAS .....   | 86                                   |
| 5.6          | FECHAMENTO DO CAPÍTULO.....  | <b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b> |
| <b>6</b>     | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....</b>   | <b>97</b>                            |
| 6.1          | INTRODUÇÃO DO CAPÍTULO.....  | <b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b> |
| 6.2          | RESPOSTAS AOS QUESTIONAMENTOS INICIAIS E DECORRENTES DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA..... | 97                                   |
| 6.3          | SOBRE OS OBJETIVOS .....   | 99                                   |
| 6.4          | SUGESTÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES.....  | 100                                  |
| 6.5          | FECHAMENTO .....   | 101                                  |
|              | <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>102</b>                           |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Segundo Lobo e Valente (2014, p. 383), *“From 1950 to 2000, the roadway modal had its great impulse, when the Brazilian automobile industry, including trucks, powered by diesel, and the roadways got investments from the Brazilian Federal Government”*. Nos últimos anos, as cidades brasileiras enfrentaram desafios significativos relacionados a crescimento populacional, congestionamento de tráfego, poluição do ar e preocupações crescentes com a saúde pública. Diante dessas questões, as ciclovias surgem como uma solução inovadora e eficaz para abordar esses problemas complexos. Em meio ao cenário urbano, muitas vezes dominado por veículos motorizados, as ciclovias representam uma abordagem alternativa para a mobilidade, promovendo benefícios multifacetados que transcendem as fronteiras do planejamento urbano e da engenharia civil.

A relevância da eficácia do planejamento urbano e da engenharia de tráfego para o sucesso das ciclovias é evidente, pois a bicicleta é o primeiro veículo de transporte que aprendemos a utilizar na vida e representa o primeiro contato com o sistema de trânsito

Florianópolis, não diferente de outras capitais, tem investido no desenvolvimento de uma rede de ciclovias ao longo dos anos. Essa infraestrutura contribui para tornar a cidade mais amigável para ciclistas e reduzir os problemas associados ao tráfego de veículos motorizados. A sua rede de ciclovias está em expansão por meio da criação de rotas que conectam várias regiões da cidade, tais como ciclovias ao longo de avenidas movimentadas (como a Beira-Mar Norte e a Madre Benvenuta), além de rotas que interligam bairros residenciais, praias e áreas comerciais. O crescimento contínuo da rede torna a bicicleta uma opção viável de transporte para uma parcela cada vez maior da população da cidade.

Nesse contexto, a administração municipal de Florianópolis apresenta um novo guia contendo diretrizes e regulamentos que nortearam a construção das ciclovias recentes e que estabeleceram um padrão para futuros projetos semelhantes, com base nas normativas estabelecidas pelo Manual Brasileiro de Sinalização Ciclovitária do CONTRAN (2021).

Desta forma, com o uso de técnicas de engenharia de tráfego desenvolvidas ao longo da graduação de engenharia civil, neste trabalho, pretende-se coletar dados afim responder às seguintes perguntas de pesquisa:

- a) Quais os elementos fundamentais que devem compor um sistema cicloviário adequado e aplicável às capitais brasileiras?
- b) O manual se encontra adequado e suficiente para as necessidades de segurança, conforto e viabilidade do uso da bicicleta na cidade Florianópolis?

## 1.2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

O presente trabalho tem como objetivo analisar o espaço cicloviário de Florianópolis e seus impactos nomeio urbano

### 1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é analisar os efeitos do Manual de Projeto e Execução Cicloviário da Prefeitura de Florianópolis de 2023 quanto ao planejamento, ao projeto e à implementação de ciclovias na cidade, com enfoque nos aspectos de engenharia.

Essa abordagem envolve uma análise das políticas e das diretrizes contidas no Manual, bem como a avaliação de como essas diretrizes são traduzidas em práticas reais na construção de ciclovias na cidade.

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo geral, este trabalho se propõe a alcançar os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar o conteúdo do novo manual do Plano Diretor de 2023 de Florianópolis em relação às diretrizes para a construção de ciclovias.
- b) Avaliar o efeito das diretrizes do Manual na expansão e na melhoria da rede de ciclovias na municipalidade.
- c) Analisar as considerações de engenharia de tráfego nas ciclovias de Florianópolis com a avaliação da qualidade da infraestrutura.

- d) Identificar desafios e oportunidades na implementação de ciclovias em Florianópolis, com base no estudo realizado.

## 1.5 DELIMITAÇÕES E LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Dessa forma foi escolhida uma área de estudo para que o conteúdo estudado seja aplicado, no entanto não foi projetada uma proposta de solução devido ao tempo disponível e da mesma forma e se a análise de um polo gerador de viagem.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A bicicleta, que há muito tempo é aliada na promoção de um estilo de vida saudável e sustentável, tem ganhado destaque como meio de transporte eficiente e ecologicamente correto. Em um mundo cada vez mais preocupado com as questões ambientais e com congestionamentos urbanos, a utilização da bicicleta emerge como uma alternativa viável e acessível.

As leis de trânsito no Brasil desempenham uma função essencial na organização e na segurança do fluxo veicular de suas estradas e vias urbanas. O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) estabelece as normas e as diretrizes que regem a circulação de veículos, pedestres e ciclistas, visando não apenas a ordem no tráfego, mas também a preservação de vidas e a prevenção de acidentes.

A revisão bibliográfica explorará as origens das leis de trânsito no Brasil, analisando marcos legislativos, estudos acadêmicos e contribuições de especialistas ao longo do tempo. Além disso, serão abordadas as adaptações e as atualizações que ocorreram para atender às mudanças nas dinâmicas do tráfego, nas tecnologias veiculares e nas demandas sociais.

### 2.1 GESTÃO PÚBLICA – HIERARQUIA E GÊNESE DAS LEIS

Segundo os registros históricos da Câmara Legislativa do Distrito Federal, o primeiro Código Nacional de Trânsito foi instituído pelo Decreto-Lei n. 2.994, em 28 de janeiro de 1941 (Câmara Legislativa, 2011), assinado pelo então presidente da república, Getúlio Vargas, publicado em 30/01/1941. Esse Código teve duração de apenas oito meses, sendo revogado pelo segundo Código Nacional de Trânsito instituído pelo Decreto-Lei n. 3.651 de 11 de setembro de 1941 que deu nova redação ao Código Nacional de Trânsito.

Na mesma época, foram criados o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) com sede no Distrito Federal e subordinado diretamente ao Ministério da Justiça e Negócios Interiores, além dos Conselhos Regionais de Trânsito (CRT) nas capitais dos Estados e subordinados aos respectivos governos. A promulgação do terceiro Código Nacional de Trânsito, Lei n. 5.108, de 21 de setembro de 1966, assinado pelo presidente Castelo Branco, substituiu o segundo código que estava em vigor há 25 anos.

De fato, a evolução das leis de trânsito no Brasil alcançou um marco significativo com a aprovação do atual Código de Trânsito Brasileiro (CTB), Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997. Este código, com 341 artigos, substituiu o terceiro Código Nacional de Trânsito, vigente por 31 anos, criando o Sistema Nacional de Trânsito que representa um conjunto integrado de órgãos e entidades em âmbito municipal, distrital, estadual e federal. Sua finalidade abrangia uma ampla gama de responsabilidades, como atividades de planejamento, administração, normatização, pesquisa, registro e licenciamento de veículos.

Sob a assinatura do então presidente Fernando Henrique Cardoso, a Lei n. 9.503 em 22 de janeiro de 1998, o CTB foi concebido para enfrentar os desafios emergentes relacionados à mobilidade urbana, à segurança viária e à crescente complexidade do tráfego no Brasil. Com sua extensa abrangência, o código não apenas consolidou e atualizou as normativas existentes, mas também introduziu novas disposições, adaptando-se aos avanços tecnológicos e às mudanças nas dinâmicas do trânsito.

Desde a sua promulgação, o CTB tem sido o principal instrumento legal para a regulamentação do trânsito no país, promovendo a segurança, a ordem e a eficiência nas vias. A constante revisão e atualização das normativas refletem o compromisso contínuo do Brasil em aprimorar a legislação de trânsito, buscando um sistema viário mais seguro, sustentável e adequado às demandas da sociedade contemporânea.

Para este trabalho, os artigos dessa lei com maior relevância são:

- Art. 58. Nas vias urbanas e nas rurais de pista dupla, a circulação de bicicletas deverá ocorrer, quando não houver ciclovia, ciclofaixa ou acostamento, ou quando não for possível a utilização destes, nos bordos da pista de rolamento, no mesmo sentido de circulação regulamentado para a via, com preferência sobre os veículos automotores.
  - Parágrafo único. A autoridade de trânsito com circunscrição sobre a via poderá autorizar a circulação de bicicletas no sentido contrário ao fluxo dos veículos automotores, desde que dotado o trecho com ciclofaixa.
- Art. 59. Desde que autorizado e devidamente sinalizado pelo órgão ou entidade com circunscrição sobre a via, será permitida a circulação de bicicletas nos passeios.



Desta forma o Sistema Nacional de Trânsito se organiza conforme a figura 1 abaixo:

Figura 1 – Organograma SNT



Fonte: O Autor (2024).

## 2.2 LEGISLAÇÃO

### 2.2.1 Estatuto das Cidades

O Estatuto das Cidades é uma legislação brasileira estabelecida pela Lei Federal n. 10.257, de 10 de julho de 2001 (Senado Federal, 2008). Ele institui normas gerais sobre política urbana, diretrizes e instrumentos para o desenvolvimento das cidades, promovendo o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantindo o bem-estar de seus habitantes.

O Estatuto da Cidade visa orientar o processo de urbanização e o crescimento ordenado dos municípios, levando em consideração aspectos como a função social da propriedade urbana, o direito à moradia, a preservação do meio ambiente, a mobilidade urbana, a participação popular no planejamento urbano, entre outros.

Dentre os principais pontos abordados pelo Estatuto da Cidade, destacam-se a regulamentação do parcelamento do solo urbano, a criação e a implementação de instrumentos de política urbana, como o Plano Diretor, além da promoção de políticas que visam a inclusão social e a redução das desigualdades urbanas.

Assim, o Estatuto da Cidade desempenha uma função importante na busca por cidades mais justas, sustentáveis e com qualidade de vida para seus habitantes, proporcionando diretrizes para o planejamento e a gestão urbana no Brasil.

### 2.2.2 Lei de Mobilidade Urbana

A Lei de Mobilidade Urbana no Brasil refere-se à Lei Federal n. 12.587, promulgada em 3 de janeiro de 2012. Essa legislação estabelece as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, com o objetivo de promover a melhoria da mobilidade nas cidades, garantindo o direito de ir e vir dos cidadãos de maneira eficiente, sustentável e segura.

Dessa forma, como citado no Art. 2, a Política Nacional de Mobilidade Urbana tem por objetivo contribuir para o acesso universal à cidade, o fomento e a concretização das condições que favoreçam a efetivação dos princípios, dos objetivos e das diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana.

O Art. 5 da Política Nacional de Mobilidade Urbana está fundamentada nos seguintes princípios:

- Acessibilidade universal.
- Desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais.
- Equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo.
- Eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano.
- Gestão democrática e controle social do planejamento e avaliação da Política Nacional de Mobilidade Urbana.
- Segurança nos deslocamentos das pessoas.
- Justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços.
- Equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros.
- Eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana.

Segundo o Art. 24, as seguintes cidades foram obrigadas a elaborar e a aprovar Plano de Mobilidade Urbana os Municípios: (Redação dada pela Lei nº 14.000, de 2020):

- Com mais de 20.000 (vinte mil) habitantes.

- Integrem regiões metropolitanas, regiões integradas de desenvolvimento econômico e aglomerações urbanas com população total superior a 1.000.000 (um milhão) de habitantes.
- Integrantes de áreas de interesse turístico, tais como cidades litorâneas que têm sua dinâmica de mobilidade normalmente alterada aos finais de semana, feriados e períodos de férias, em função do aporte de turistas, conforme critérios a serem estabelecidos pelo Poder Executivo.

Ainda nos termos do Art. 24, o Plano de Mobilidade Urbana deve ser elaborado e aprovado nos seguintes prazos:

- Até 12 de abril de 2024, para Municípios com mais de 250.000 (duzentos e cinquenta mil) habitantes; e (Redação dada pela Lei nº 14.748, de 2023).
- Até 12 de abril de 2025, para Municípios com até 250.000 (duzentos e cinquenta mil) habitantes.

Foi sancionada pelo presidente em exercício Geraldo Alckmin, em 5 de dezembro de 2023, a prorrogação dos prazos para entrega dos planos de mobilidade da cidade, pois segundo a agência de notícias do Senado, (“Lei com mais prazo para elaborar Planos de Mobilidade Urbana é sancionada”, [s.d.]), a maioria das cidades ainda não conseguiu concluir a obrigatoriedade da entrega dos planos municipais.

Florianópolis dispõe sobre uso da bicicleta e do sistema cicloviário na lei complementar n. 78 de 21 de março 2001, com destaque para os seguintes artigos:

- Art. 1º Esta Lei Complementar regula o uso da bicicleta e o sistema cicloviário, integrando-os ao sistema municipal viário e de transportes, de modo a alcançar a utilização segura da bicicleta como veículo de transporte alternativo no atendimento às demandas de deslocamento e lazer da população.
  - Parágrafo único. Fica o Poder Executivo autorizado a outorgar, mediante licitação, concessão onerosa ou não para exploração, por particulares, do serviço de compartilhamento e aluguel de bicicletas para o transporte de pessoas físicas denominado Floribike no Município de Florianópolis, na forma desta Lei Complementar. (Redação dada pela Lei Complementar nº 588/2016).
- Art. 2º São objetivos do sistema cicloviário:

- I - Oferecer à população, a opção de transporte de bicicleta em condições de segurança e o atendimento da demanda de deslocamento no espaço urbano, mediante planejamento e gestão integrada ao sistema municipal de transportes, atendendo a hierarquia onde o pedestre tem a preferência, seguido da bicicleta, do transporte coletivo e por último o veículo particular.

### **2.2.3 Planos diretores municipais**

Segundo o disposto na Constituição Federal, o Plano Diretor é um instrumento fundamental para a política de desenvolvimento e expansão urbana. A Carta Magna estipula a obrigatoriedade da elaboração do Plano Diretor por cidades com uma população superior a 20.000 (vinte mil) habitantes (art. 182, §1º) e para os Municípios em geral.

Sua criação é uma exigência do Estatuto da Cidade (Lei Federal n. 10.257/2001) e visa promover o desenvolvimento sustentável das cidades, garantindo o uso adequado do solo urbano e a melhoria da qualidade de vida da população. Adicionalmente, a negligência na criação do Plano Diretor equivale a uma recusa na execução da legislação federal, colocando o Prefeito Municipal em situação de crime de responsabilidade.

Este instrumento define estratégias e diretrizes específicas relacionadas à organização e ao desenvolvimento da infraestrutura urbana. Dentre outros setores, ele aborda o transporte público, definindo a expansão e a melhoria das redes viárias, como a criação de novas vias; melhoria de estradas existentes; estabelecimento de ciclovias, calçadas e outros elementos relacionados à mobilidade urbana e sistemas viários; planejamento do sistema de transporte coletivo, como rotas, modalidades de transporte público (ônibus, metrô, trem), integração entre modais; e outras estratégias para promover a eficiência e a acessibilidade.

Em Florianópolis, a Lei Complementar n. 482 de 2014 foi aprovada como o Plano Diretor da cidade e posteriormente revisada por meio da Lei Complementar n.º 739, de 04 de maio de 2023, conforme a exigência do Estatuto da Cidade que seja feita após um período de 10 anos. O Capítulo X do Sistema Viário e Cicloviário aborda o uso da bicicleta nas vias públicas e resultou no programa “+ Pedal” da Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF). Em conformidade com as regras do CONTRAN,

esse programa produziu o Manual do Espaço Cicloviário que visa regulamentar a implantação e a execução de obras cicloviária no município.

### 2.3 PLANOS DE MOBILIDADE, MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO CICLOVIÁRIA DO CONTRAN

O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, criado pela Câmara Temática de Engenharia de Tráfego e Sinalização de Trânsito, engloba as diferentes formas de sinalização utilizadas nas vias públicas, como placas verticais e horizontais, dispositivos auxiliares, semáforos e sinalização temporária. Essas normas são estabelecidas pela Resolução CONTRAN n.º 160, de 22 de abril de 2004, e o manual é organizado em diversos volumes que abordam especificidades técnicas e práticas para a aplicação adequada desses elementos. Neste sentido, apresenta-se o Volume VIII do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, aprovado por meio da Resolução CONTRAN n.º 874, de 13 de setembro de 2021.

O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (Volume VIII - Sinalização de Trânsito) do CONTRAN, que trata especificamente da sinalização cicloviária, é uma referência importante para planejadores urbanos, engenheiros de tráfego e autoridades municipais no Brasil. Ele oferece diretrizes técnicas para o projeto de infraestrutura cicloviária, tais como ciclovias, ciclofaixas, e ciclorrotas, bem como para a sinalização específica para bicicletas em vias compartilhadas.

Os planos de mobilidade, por sua vez, são documentos que estabelecem diretrizes para o desenvolvimento urbano sustentável, como o planejamento de transporte público, ciclovias, calçadas acessíveis e outras infraestruturas que promovem a mobilidade urbana eficiente e segura. Esses planos são elaborados pelos municípios brasileiros de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Estatuto da Cidade e pela Política Nacional de Mobilidade Urbana.

Ao integrar as diretrizes do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito com os objetivos dos planos de mobilidade, as cidades podem promover uma melhor integração entre os diferentes modos de transporte, garantindo segurança e acessibilidade para pedestres, ciclistas e usuários de transporte público. Isso contribui para a redução de congestionamentos, emissões de poluentes e acidentes de trânsito, além de promover uma melhor qualidade de vida para os cidadãos.

## 2.4 ENGENHARIA DE TRÁFEGO E SEGURANÇA VIÁRIA

Segundo o Instituto de Engenheiros de Transporte (*Institute of Transportation Engineers, ITE*) (2024), “*Traffic engineering is the subdiscipline of transportation engineering that addresses the planning, design, and operation of streets and highways, their networks, adjacent lands, and interaction with other modes of transportation and their terminals.*” Na tradução livre “Engenharia de tráfego é a subdisciplina da engenharia de transporte que aborda o planejamento, projeto e operação de ruas e rodovias, suas redes, terrenos adjacentes e interação com outros modos de transporte e seus terminais.” Assim sendo, engenharia de tráfego e segurança viária é uma área multidisciplinar que se dedica ao estudo, ao planejamento, ao projeto e à operação de sistemas de transporte, com o objetivo principal de garantir a segurança e a eficiência do tráfego nas vias públicas. Essa disciplina busca entender o comportamento dos usuários das vias, os padrões de tráfego e os impactos das infraestruturas viárias no fluxo de veículos e pedestres.

A engenharia de tráfego envolve a análise e a otimização do fluxo de veículos, a gestão do espaço viário, o projeto de interseções e cruzamentos, a implantação de sistemas de sinalização, além do estudo de medidas para mitigar congestionamentos e melhorar a fluidez do tráfego. Essas medidas são a utilização de técnicas como modelagem de tráfego, simulação computacional e análise de dados de tráfego em tempo real, entre outras.

Já a segurança viária tem como foco principal a redução de acidentes de trânsito e a minimização dos danos causados por eles. Isso envolve a análise e identificação de pontos críticos de acidentes, a implementação de medidas para reduzir a velocidade dos veículos, a melhoria da visibilidade e da sinalização nas vias, a promoção de campanhas educativas e a conscientização dos usuários sobre práticas seguras no trânsito.

Ambas as áreas trabalham em conjunto para promover um sistema viário mais seguro, eficiente e acessível para todos os usuários, contribuindo para a redução de congestionamentos, emissões de poluentes e ocorrências de acidentes, além de proporcionar uma melhor qualidade de vida nas cidades.

A integração da engenharia de tráfego com a construção de ciclovia é essencial para promover uma mobilidade urbana mais sustentável e segura. A engenharia de tráfego desempenha uma função essencial na concepção e na

implementação de infraestruturas cicloviárias, garantindo que esses espaços sejam projetados de forma a minimizar conflitos com outros modos de transporte e proporcionar uma experiência segura e eficiente para os ciclistas.

Em resumo, a integração da engenharia de tráfego com a construção de ciclovia é fundamental para criar um ambiente urbano mais amigável para os ciclistas e promover uma mobilidade sustentável e segura para todos os usuários da via.

## 2.5 MOBILIDADE URBANA - PRINCIPAIS CONCEITOS

Segundo o artigo de Guitarrara (2024), "Mobilidade urbana é a capacidade de realização de deslocamentos nas cidades e áreas urbanizadas. Trata-se de um conceito bastante trabalhado no âmbito da geografia urbana e aplicado principalmente no planejamento urbano e nas políticas voltadas às cidades, referindo-se ao conjunto de condições normativas e infraestruturais, bem como individuais, que permitem a circulação de pessoas e de cargas nas cidades, garantindo assim a fluidez do espaço urbano."

Um sistema de mobilidade urbana eficaz não apenas garante a fluidez do tráfego, mas também promove a acessibilidade universal, reduzindo barreiras físicas e sociais para pessoas com mobilidade reduzida. Além disso, busca minimizar os impactos ambientais, como poluição do ar e emissões de gases de efeito estufa, por meio da promoção de modos de transporte mais sustentáveis.

Para melhorar a mobilidade urbana, são necessárias políticas públicas que incentivem o uso do transporte público, a construção de infraestrutura cicloviária que garanta segurança, a implementação de faixas exclusivas para o uso da bicicleta, a criação de áreas para pedestres e a gestão eficiente do espaço viário que seja capaz de comportar nesse espaço todos os tipos de usuários. Além disso, é importante investir em tecnologias inteligentes de transporte, como sistemas de transporte público de alta capacidade e aplicativos de compartilhamento de carros e bicicletas de aluguel.

A participação da comunidade é fundamental para o planejamento e a implementação de soluções de mobilidade urbana, garantindo que as necessidades e as preferências dos cidadãos sejam consideradas. Campanhas de conscientização sobre os benefícios do transporte público, da caminhada e do uso da bicicleta também

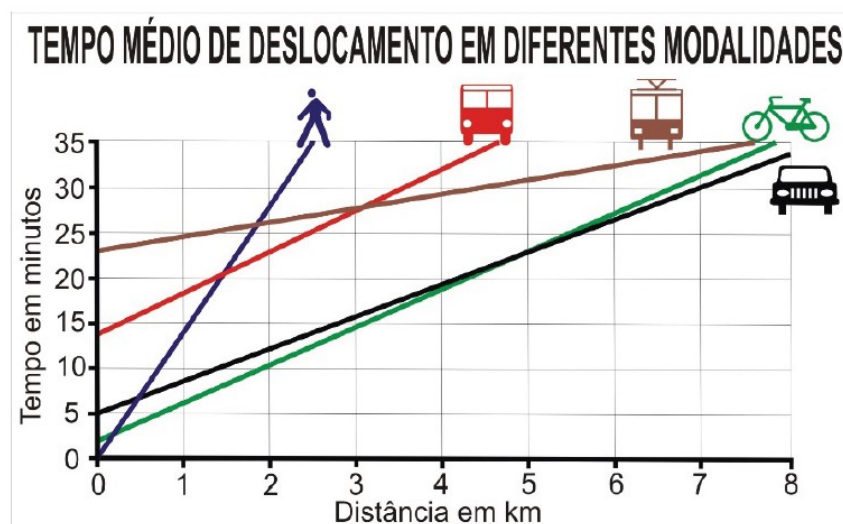
desempenham uma função importante na promoção da cultura de mobilidade sustentável.

Em suma, a mobilidade urbana é essencial para o desenvolvimento de cidades mais inclusivas, saudáveis e sustentáveis, e requer um esforço conjunto de governos, empresas e cidadãos para ser alcançada de forma eficaz.

A relação entre mobilidade urbana e ciclovias é crucial para promover um sistema de transporte mais sustentável, acessível e seguro nas cidades. As ciclofaixas e ciclovias desempenham um papel fundamental na promoção da mobilidade ativa, incentivando o uso da bicicleta como meio de transporte e proporcionando uma alternativa viável aos deslocamentos motorizados.

Outra vantagem atribuída ao uso da bicicleta, ilustrada na Figura 2, se refere à eficiência da bicicleta no tempo de deslocamento a curtas distâncias. Segundo o manual “Cidades para Bicicletas, Cidades de Futuro” da Comissão Europeia (2000), “Na Europa, 30% dos trajetos efetuados em automóvel cobrem distâncias inferiores a 3 km, e 50% são inferiores a 5 km! Neste intervalo, a bicicleta pode substituir com vantagem o automóvel no que diz respeito a uma parte importante da procura, contribuindo deste modo diretamente para a diminuição dos congestionamentos.”

Figura 2 – Distância de eficiência da bicicleta



Fonte: Comissão Europeia (2000).

Nesse contexto, em 2015 foram apresentados os resultados do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis (PLAMUS). Esse estudo apresenta soluções para os problemas de mobilidade urbana nos 13 municípios da



Grande Florianópolis. A proposta da rede cicloviária, Tabela 1, pretende transformar a atual rede de ciclovias descontínua, em uma rede contínua com 473 km de extensão, com diferentes tipos de ciclovias (descritos abaixo) que variam de acordo com a velocidade e o fluxo de veículos na via, associado ao espaço disponível para implantação de novas infraestruturas.

Tabela 1 – Extensão (km) da proposta de rede cicloviária para 2025.

| Tipologia                                   | Implantação imediata (2015) | Implantação em 5 anos (2020) | Implantação em 10 anos (2025) | Total  |
|---|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------|
| Ciclovias bidirecionais                     | 5,2                         | 72,68                        | 211,52                        | 289,4  |
| Ciclofaixa bidirecional                     | 5                           | 75,18                        | 63,67                         | 143,85 |
| Ciclofaixa unidirecional                    | 0                           | 4,38                         | 0                             | 4,38   |
| Ciclovias bidirecionais no canteiro central | 0                           | 0                            | 5,68                          | 5,68   |
| Ciclofaixa do canteiro central              | 1,01                        | 4,38                         | 3,29                          | 9,1    |
| Compartilhada com faixa exclusiva de ônibus | 0                           | 3                            | 0                             | 3      |
| Passeio compartilhado                       | 1,26                        | 1,39                         | 0                             | 2,65   |
| Sharrows                                    | 0                           | 3,75                         | 11,18                         | 14,93  |
| TOTAL DE INFRAESTRUTURA ADICIONAL           | 12,47                       | 165,18                       | 295,34                        | 472,99 |
| INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA TOTAL NO CENÁRIO | 76,47                       | 241,65                       | 536,99                        |        |

Fonte: PLAMUS (2015).

## 2.6 A ÓTICA DA ENGENHARIA – ASPECTOS CONSTRUTIVOS E TÉCNICOS APLICÁVEIS ÀS CICLOVIAS E CICLOFAIXAS

Como visto no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Sinalização Cicloviária, Volume VIII (CONTRAN, 2021), que busca estabelecer padrões técnicos mínimos para orientar a construção de infraestruturas destinadas ao tráfego de bicicletas no território brasileiro, o Manual de projeto e execução do Espaço Cicloviário de Florianópolis define que “A infraestrutura cicloviária tem como componentes estruturantes as ciclovias, ciclofaixas, ciclorrotas e os passeios compartilhados. Esses espaços são destinados principalmente a bicicletas, mas podem ser ocupados por outros modais, além de poderem compartilhar o espaço com o pedestre na tipologia de espaço compartilhado.”, sendo assim:

- Ciclovias: espaço em nível ou desnível com relação à pista, separado por elemento físico segregador, como canteiro, área verde e outros previstos na legislação. Também se aplica em espaços isolados, como áreas não

edificáveis, parques e outros logradouros públicos. Pode estar disposta nas laterais das pistas, canteiros centrais e calçadas.

- Ciclofaixa: parte da pista, calçada ou canteiro central destinado à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por sinalização viária, podendo ter piso diferenciado e ser implantada no mesmo nível da pista de rolamento, da calçada ou do canteiro.
- Ciclorrota: vias sinalizadas que compõem o sistema ciclável da cidade interligando pontos de interesse, ciclovias e ciclofaixas, de forma a indicar o compartilhamento do espaço viário entre veículos motorizados e bicicletas, melhorando as condições de segurança na circulação.
- Espaço Compartilhado: espaço da via pública destinado prioritariamente aos pedestres onde os ciclistas compartilham a mesma área de circulação, desde que haja espaço suficiente, o fluxo de pedestres seja baixo e a rota esteja devidamente sinalizada.

Vale ressaltar que a Ciclorrota é também um tipo de espaço compartilhado, no entanto com veículos, e o Espaço Compartilhado se destina a passeios e calçadas compartilhadas somente com pedestres. Outro ponto importante é que Ciclovias e Ciclofaixas podem ser tanto unidirecionais como bidirecionais, enquanto as Ciclorrotas, também conhecidas *sharrows*, são sempre unidirecionais no mesmo sentido da via.

Em áreas onde há um alto fluxo de ciclistas, mas o espaço é insuficiente para a implantação de ciclovias ou ciclofaixas, são utilizadas as *sharrows*, (*shared lane + arrow*; faixa compartilhada + seta) corresponde à sinalização horizontal por uma bicicleta e duas setas destinadas às ciclorrotas (CET, 2023).

Apesar de muitos ciclistas não se sentirem seguros e à vontade ao dividir a rua com automóveis, um estudo foi conduzido em 2016 na cidade de Chicago, nos Estados Unidos da América (EUA), pelos pesquisadores Nicholas Ferenchak e Wesley Marshall, em resposta a essas preocupações. O estudo analisou dados de mais de dois mil quarteirões, considerando três categorias de infraestrutura cicloviária: vias com ciclovias, vias com *sharrows* e vias sem infraestrutura cicloviária. Os resultados mostraram que as vias com ciclovias aumentaram o uso da bicicleta em 6,46 vezes, enquanto nas vias com *sharrows*, o aumento foi de apenas 2,08 vezes, pouco superior ao de vias sem infraestrutura, de 1,37 vezes. Em termos de acidentes

com feridos, houve uma redução de 27,5% em vias com ciclovias, 13,5% nas vias sem infraestrutura e apenas 6,7% nas vias com *sharrows*. Esses dados contradizem a eficácia das *sharrows*, pois seu uso se mostrou menos seguro comparativamente em relação às vias inalteradas (Ferenchak; Marshall, 2016).

### 2.6.1 Veículos

Seguindo os mesmos manuais citados anteriormente, define-se Veículos da seguinte forma:

- Ciclo: veículo de pelo menos duas rodas a propulsão humana (Anexo I do CTB).
- Bicicleta: veículo de propulsão humana, dotado de duas rodas, não sendo, para efeito deste, similar à motocicleta, motoneta e ciclomotor (Anexo I do CTB).
- Bicicleta Elétrica ou Motorizada: bicicleta dotada originalmente de motor elétrico auxiliar, bem como aquela que tiver o dispositivo motriz agregado posteriormente à sua estrutura, sendo permitida a sua circulação em ciclovias e ciclofaixas, atendidas as condições estabelecidas na Resolução nº. 996 de 15 de junho de 2023, do CONTRAN.
- Equipamento de Mobilidade Individual Autopropelido: equipamento de autopropulsão, provido de motor de propulsão com potência nominal máxima de até 1000 W (mil Watts), individual, com uma ou mais rodas, com velocidade máxima de fabricação não superior a 32 km/h e de largura não superior a 70 cm (setenta centímetros), não dispõe de acelerador ou de qualquer outro dispositivo de variação manual de potência e distância entre eixos de até 130 cm (cento e trinta centímetros), atendidas as condições estabelecidas na Resolução nº. 996 de 15 de junho de 2023, do CONTRAN.

Ainda, a circulação de equipamentos de mobilidade individual autopropelidos pode ser autorizada pelo órgão ou entidade com circunscrição sobre a via nas seguintes situações:

- I. Em áreas de circulação de pedestres, limitada à velocidade máxima de 6 km/h (seis quilômetros por hora).

- II. Em ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas, limitada à velocidade máxima regulamentada pelo órgão com circunscrição sobre a via.
- III. Em vias com velocidade máxima regulamentada de até 40 km/h (quarenta quilômetros por hora).

Vale ressaltar que cabe ao órgão ou à entidade com circunscrição sobre a via regulamentar a circulação de ciclomotores, bicicletas elétricas e equipamentos de mobilidade individual autopropelidos, nas vias terrestres abertas à circulação pública, conforme dispõe o Art. 2º do CTB.

### **2.6.2 Estacionamentos de bicicletas**

Dentre os sistemas de apoio necessários no sistema cicloviário, o estacionamento para bicicletas se destaca por sua importância e como uma necessidade essencial aos ciclistas. Ao chegar no destino, o usuário precisa de um local para estacionar a bicicleta de forma segura, e a falta deste compromete a operação adequada do sistema cicloviário (SEMOB, 2007). Dessa forma, o projeto e o planejamento para os estacionamentos para bicicletas se tornam o elemento fundamental, pois sua falta, má execução ou uso incorreto levam à falta de incentivo no uso do modal.

Como exemplo, ilustrado na Figura 3, é possível notar que o paraciclo planejado está sendo subutilizado porque os usuários preferem estacionar suas bicicletas na guarnição, por representar maior segurança e estabilidade, além de não danificar o veículo.

Figura 3 – Exemplo de má utilização de Paraciclo.



Fonte: O Autor (2024).

A definição do mobiliário de estacionamento se dá como espaços públicos ou privados, adaptados e destinados ao estacionamento exclusivo de bicicletas segundo (CONTRAN, 2023).

Entende-se por:

- Paraciclo: área especial de estacionamento dotada de mobiliário urbano utilizado para fixação de bicicletas que pode ser instalado em via pública ou no interior dos estabelecimentos, dispostos individualmente ou em grupo em posição vertical ou horizontal.
- Zeladoria: a existência de controle de acesso e segurança patrimonial, sendo desejável a proteção das bicicletas contra as intempéries.
- Bicicletário: espaço destinado ao estacionamento de bicicletas equipado ou não com paraciclos dotados de zeladoria.

Foi observado que no Manual do CONTRAN, assim como no Manual do Espaço Cicloviário de Florianópolis, apenas consta um indicativo dos locais onde devem ser instalados os paraciclos: “Recomenda-se que o paraciclo seja instalado o mais próximo possível de locais de interesse como próximo à entrada e saída de estabelecimentos de ensino, comerciais (supermercado, padaria, farmácia), bibliotecas, órgãos públicos, serviços, evitando-se locais ermos e mal iluminados, para

proporcionar maior segurança e melhor uso desses dispositivos.” (CONTRAN, 2023). Desta forma, não existe nenhum parâmetro para avaliar o volume, a demanda e o polo gerador de tráfego.

Sobre o uso de bicicletários, o relatório feito pelo PLAMUS (2015) declara “Investimentos em bicicletários adequados são importantes para incentivar a utilização da bicicleta integrada a outros modos do sistema de transporte público. Com esse objetivo, propôs-se a implantação de uma série de bicicletários públicos nos terminais de integração, no campus da UFSC e em alguns dos grandes polos geradores de viagens com demandas altas para ciclistas, como universidades, órgãos públicos, centros comerciais e centros tecnológicos”.

A Tabela 2 retrata a importância das universidades como polo geradores de trânsito devido à grande quantidade de vagas necessárias para atender à demanda desse polo gerador de trânsito.

Tabela 2 – Proposta de bicicletários.

| Nome                            | Construção / gestão | Vagas | Área prevista (m <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------|---------------------|-------|---------------------------------|
| TITRI                           | Pública             | 60    | 90                              |
| UFSC                            | Pública             | 200   | 300                             |
| TICEN                           | Pública             | 60    | 90                              |
| TILAG                           | Pública             | 60    | 90                              |
| TIRIO                           | Pública             | 60    | 90                              |
| TISAN                           | Pública             | 60    | 90                              |
| TICAN                           | Pública             | 60    | 90                              |
| UDESC                           | Pública             | 100   | 150                             |
| Sapiens Park                    | Privada             | 100   | 150                             |
| TIPAL (a construir)             | Pública             | 60    | 90                              |
| Terminal São José               | Pública             | 60    | 90                              |
| Terminal Barreiros              | Pública             | 60    | 90                              |
| Terminal Aeroporto              | Pública             | 60    | 90                              |
| Terminal São José (a construir) | Pública             | 60    | 90                              |
| Terminal Palhoça (atual)        | Pública             | 60    | 90                              |
| Terminal Biguaçu (a construir)  | Pública             | 60    | 90                              |
| Terminal Saco dos Limões        | Pública             | 60    | 90                              |
| Centro Administrativo SC        | Pública             | 60    | 90                              |

Fonte: PLAMUS (2015).

Também é possível notar na Figura 4 que as 60 vagas sugeridas pelo PLAMUS é um número muito maior do que o encontrado no TITRI, com 8 paraciclos somando um total de 16 vagas.

Figura 4 – Paraciclo localizado no TITRI

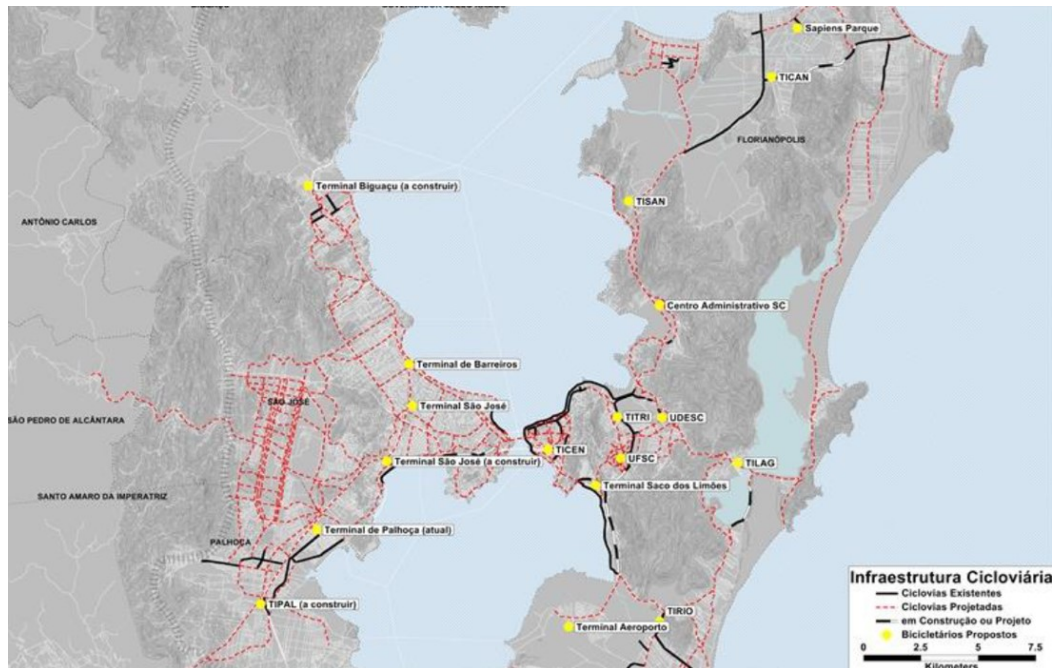


Fonte: O Autor (2024).

Esse investimento em infraestrutura não pode ser esquecido, como ressalta o relatório PLAMUS (2015): “É importante que seus custos sejam previstos e considerados no orçamento total do sistema de transporte público, pois tornam-se componentes importantes para a intermodalidade”. Dessa forma, é necessário criar um sistema conectado e funcional, ilustrado a Figura 5.



Figura 5 – Localização dos bicicletários sugeridos pelo relatório.



Fonte: PLAMUS (2015).

## 2.7 INTEGRAÇÃO MODAL DE BICICLETAS

Em sua dissertação de mestrado, Fujiwara (2017) discursa sobre a importância da integração da bicicleta com os terminais de ônibus, analisando a infraestrutura do entorno do terminal de integração do Rio Tavares, TIRIO, e o terminal de integração do Centro, TICEN. Nessa análise, ela relata: “No Brasil existem poucos modelos eficientes de integração entre ônibus e bicicletas. O levantamento de informações e dados torna-se imprescindível para a definição de diretrizes para implantação da infraestrutura de transporte coletivo e cicloviário, assim como para sua integração.”

O manual Cidades para Bicicletas, Cidades de Futuro da Comissão Europeia (2000) respalda essa importância ao declarar ser “necessário não esquecer que a bicicleta constitui um aliado dos transportes públicos na procura de uma minimização do impacto do automóvel na cidade. Deveria ser reforçada não só a competitividade de cada um dos dois meios de transporte como deveria ser procurada também a complementaridade entre a bicicleta e os transportes públicos. Isto significa, em particular, a possibilidade de estacionar em segurança nos pontos de transportes públicos e a possibilidade de transportar a bicicleta nos veículos dos transportes públicos.”





Esse documento ainda ressalta a representação da eficiência do sistema cicloviário quando integrado ao sistema de transporte público: “A bicicleta pode contribuir para tornar os transportes públicos mais atraentes para obter uma melhor acessibilidade, com base na duração do deslocamento invariável de 10 minutos, considerando o público que poderia realizar a primeira parte do trajeto de bicicleta multiplicaria por 15 a zona de influência de uma parada de transportes públicos.”

Conclui que o “Tempo ganho pelo ciclista a multiplicação das rupturas de correspondências constitui uma nítida desvantagem dos transportes públicos (perda de tempo, espera desconfortável). A bicicleta constitui uma resposta eficaz a este problema. O ciclista pode ganhar um quarto de hora em relação ao trajeto do ônibus na sua deslocação para chegar a um meio de transporte rápido (gare, estação de metrô etc.).”

Para esse trabalho, considerou-se uma zona de influência (Figura 6) conforme o estudo da Comissão Europeia para cada meio de deslocamento, sendo que para a bicicleta uma distância é de 3,2 km.

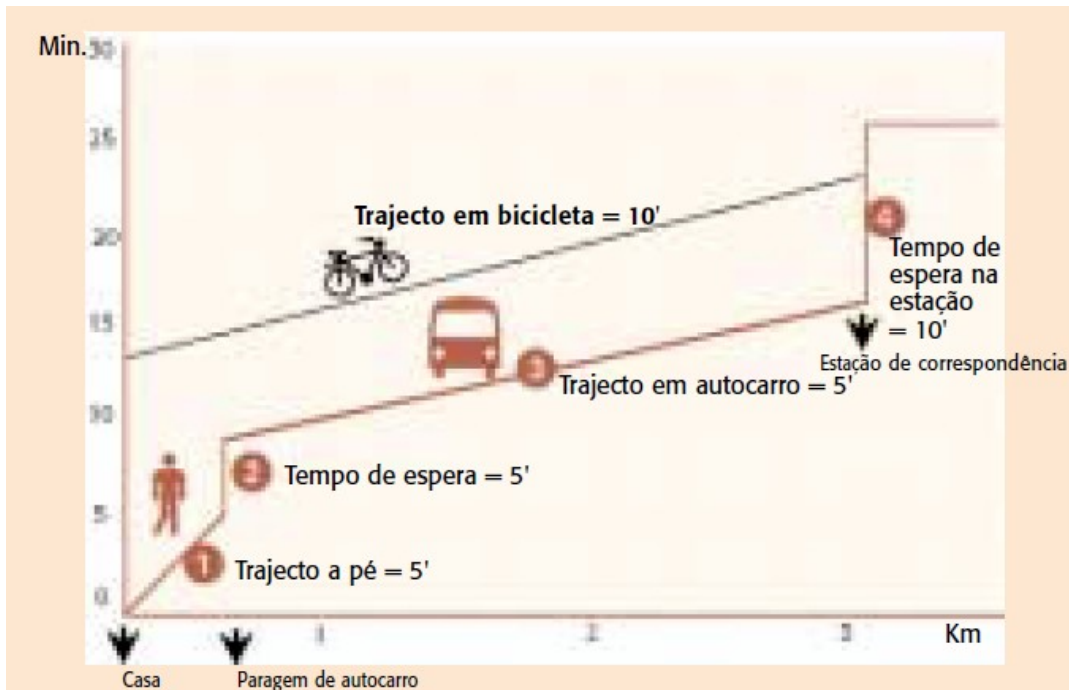
Figura 6 – Zona de influência por meio de deslocamento

| Meio de deslocação  | Velocidade média | Distância percorrida em 10 minutos | Zona de influência       |
|---|------------------|------------------------------------|--------------------------|
|  | 5 km/h           | 0,8 km                             | <b>2 km<sup>2</sup></b>  |
|  | 20 km/h          | 3,2 km                             | <b>32 km<sup>2</sup></b> |

Fonte: Comissão Europeia (2000).

Conforme a Figura 7, o manual demonstra a eficiência do sistema cicloviário quando há uma convergência para uma estação de transporte público de alta velocidade, como trem e metrô, pois em um sistema seguro e interconectado a o trajeto feito de bicicleta seria menor do que o tempo percorrido pelo ônibus.

Figura 7 – Eficiência da integração com transportes públicos



Fonte: Comissão Europeia (2000).

O CONTRAN (2021) estabelece que “A integração das bicicletas pode se dar por meio de facilidades colocadas à disposição do ciclista no acesso e na utilização dos demais modos de transportes, ela pode ocorrer de duas formas:

- Integração com os estacionamentos de bicicletas: é uma estratégia que necessariamente envolve, além da bicicleta, outro modo de transporte como parte do deslocamento total, utilizando-se dos estacionamentos públicos ou privados, viabilizando a transferência modal.
- Integração com portabilidade de bicicletas: é a facilidade disponibilizada ao ciclista de transportar consigo a bicicleta noutro modo de transporte, sem haver obrigatoriedade de utilização de estacionamentos.

Recomenda-se que os órgãos ou entidades com circunscrição sobre a via proporcionem a integração modal, incentivando o uso da bicicleta”.

## 2.8 SISTEMA DE BICICLETA COMPARTILHADA

O propósito desse sistema é oferecer às pessoas fácil acesso a uma bicicleta quando necessitarem se movimentar rapidamente pelo meio urbano. O sistema é construído de maneira que os ciclistas possam alugar uma bicicleta em uma estação

e devolvê-la em outra estação no seu destino (Göteborgs Stad, 2013). As estações normalmente se encontram próximas a transportes públicos, áreas residenciais e/ou áreas comerciais, além de próximas a locais de trabalho e áreas recreacionais (Rutgersson, 2013).

O manual do CONTRAN (2021) cita: “Recomenda-se a instalação de infraestrutura de serviços de apoio ao ciclista nos bicicletários (vestiários, serviços de manutenção, aluguel de bicicletas e equipamentos, entre outros).

A Figura 8 retrata o modelo utilizado em Florianópolis pela empresa TEMBICI, também presente nas cidades de Rio de Janeiro, São Paulo, Recife, Olinda, Porto Alegre, Salvador, e nas cidades sul-americanas de Santiago no Chile, e Buenos Aires na Argentina (Tembici, 2020).

Figura 8 – Estação de Bicicleta compartilhada no TITRI

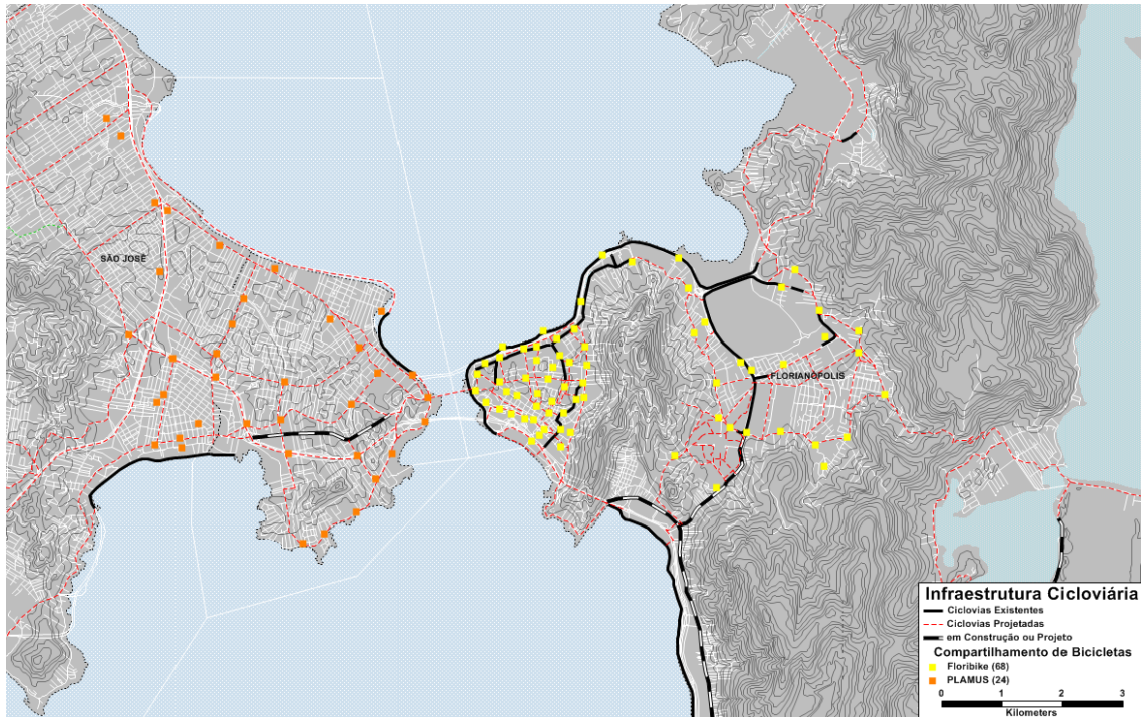


Fonte: O Autor (2024).

Sobre o compartilhamento de Bicicletas (*Bike sharing*), o relatório PLAMUS (2015) declara “A prefeitura de Florianópolis lançou o projeto “Bicicleta Pública para Florianópolis”, o Floribike, cujo processo licitatório foi publicado no Diário Oficial do Município (n.º 147/SMAP/DLC/2012). Segundo a previsão inicial do IPUF, a proposta comportará um total de 68 pontos de aluguel, 111 estações e 1395 bicicletas distribuídas pelas regiões central e da bacia do Itacorubi.”

O PLAMUS (2012) propõe uma expansão da cobertura do sistema, abrangendo a porção continental de Florianópolis e a região de São José, onde há uma demanda elevada para o uso de bicicletas, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 – Localização sugerida das estações de bicicletas de aluguel



Fonte: PLAMUS (2015).

Assim, a bicicleta de aluguel é um importante elemento para a conectividade do sistema cicloviário, pois a viagem tem um potencial maior de ter origem e destinos diferentes do ponto inicial e final, o que caracteriza uma utilização muito mais voltada à mobilidade urbana do que para o uso por lazer, quando a origem e o destino que tem como característica regular apresentar o mesmo ponto de início e fim.

## 2.9 PLANEJAMENTO DE ROTAS E NÍVEL DE SERVIÇO

Quanto ao critério Nível de Serviço (NS) e ao projeto de rotas, os manuais pesquisados neste trabalho não abrangem a questão de estudo de tráfego nas cicloviárias, o que dificulta o bom planejamento. Os Quadros 1 e 2 do manual do CONTRAN mostram sugestões de volume de ciclistas e largura mínima para projetos, assim como a velocidade da via e o tipo de via.



Quadro 1 – Classificação Ciclovária em função do tipo da Via

| <b>Tipo de via</b>  | <b>Tipologia permitida</b>   |
|---|--|
| Via marginal de rodovias<br>Via arterial ou coletora,<br>com velocidade acima de<br>50km/h. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ciclovía;</li> <li>• ciclofaixa sobre passeio ou canteiro, partilhada com o pedestre, separada fisicamente do tráfego de veículos automotores;</li> <li>• espaço compartilhado entre ciclistas e pedestres, sinalizado, separado fisicamente do tráfego de veículos automotores.</li> </ul> |
| Via de trânsito rápido  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ciclovía;</li> </ul>  |
| Via arterial ou coletora,<br>com velocidade de<br>50km/h.                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ciclovía;</li> <li>• ciclofaixa;</li> <li>• espaço compartilhado entre ciclistas e pedestres, sinalizado, separado fisicamente do tráfego de veículos automotores.</li> </ul>   |
| Via arterial ou coletora,<br>com velocidade de até<br>40km/h;<br><br>Via local              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ciclovía;</li> <li>• ciclofaixa;</li> <li>• espaço compartilhado entre ciclistas e pedestres, sinalizado, separado fisicamente do tráfego de veículos automotores;</li> <li>• rota de bicicletas ou ciclorrota.</li> </ul>  |
| Rodovia   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ciclovía;</li> <li>• ciclovía partilhada com pedestres.</li> </ul>  |
| Estrada com velocidade de<br>até 40km/h.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rota de bicicletas ou ciclorrota;</li> <li>• espaço compartilhado entre ciclistas e pedestres, sinalizado, separado fisicamente do tráfego de veículos automotores.</li> </ul>  |
| Via de pedestres  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ciclofaixa;</li> <li>• espaço compartilhado.</li> </ul>   |

Fonte: CONTRAN (2021).

Nota-se no Quadro 2 a referência a um número muito elevado de ciclistas em um mesmo sentido e horário, típico de eventos esportivos. Isso pode levar à discussão sobre a relevância da eficiência de uma via ciclovária medida devido ao volume de ciclistas.

Quadro 2 – Largura do espaço cicloviário conforme volume de bicicletas

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

Fonte: CONTRAN (2021).

Fujiwara (2017) ainda pesquisou metodologias de avaliação do nível de serviço para bicicletas. Ela optou pela metodologia sugerida por Dixon (1996) em que os parâmetros de segurança do ciclista ficam mais evidentes do que os parâmetros de volume e velocidade, comumente encontrados em metodologias para veículos motorizados que consideram a facilidade de aceleração, frenagem, mudança de faixa, curvas etc.

O objetivo para nível de serviço NS excelente, o de fluxo livre, que é o objetivo é um NS de valor “A”, na classificação da metodologia do *Highway Capacity Manual* (TRB, 2010) consiste em um trânsito sem filas e com liberdade para fazer manobras como a troca de pista. Piorando gradativamente nas classificações subsequentes “B”, “C”, “D” e “E”, até atingirmos o seu extremo oposto, em um NS ruim, quando temos a classificação “F”, com filas e grandes volumes de veículos que causam congestionamentos e o esgotamento da capacidade da via.

Pablo de Barros Cardoso e Vânia Barcellos Gouvêa Campos, em seu artigo *Metodologia para Planejamento de um Sistema Cicloviário* (2016), destacam o aspecto da segurança: “Segurança e condições de superfície da via são enfatizadas nos métodos de Epperson (1994), BSIR (Davis, 1987) e RCI (Eddy, 1997). Conforto e segurança são considerados mais fortemente nos trabalhos de Vandebulke (2009), Ergot (2011); e Monteiro (2011). A sinalização e a segurança são os principais parâmetros utilizados pelo método do HCM (TRB, 2010) e Heinen (2010). Ressalta-

se que apesar da ênfase dada pelos métodos a alguns fatores, outros são considerados em menor escala.”

Eles também escolheram a metodologia Dixon (1996), além da Metodologia BCI da FHWA (1998), com o objetivo avaliar segmentos variados quanto a sua adequabilidade na composição de uma rede cicloviária, considerando a segurança e a declividade, o que também influencia na qualidade do ponto de vista do usuário.

Em contraponto a estas metodologias, Gomes (2005), em seu artigo Análise da Adequabilidade da Metodologia do HCM 2000 para a Realidade das Ciclovias Brasileiras, conclui que “o uso do HCM seria questionável, visto que se refere a uma realidade totalmente diferente da nossa, inclusive quanto a tipologia das ciclovias e ciclofaixas, onde os valores do NS encontrados, podem não retratar a realidade local.

Recomenda-se que sejam feitos estudos no sentido de desenvolver padrões de NS mais adequados à realidade brasileira, principalmente, a relação capacidade versus demanda versus NS”.

Oliveira Junior, Medeiros e Medeiros (1997) ainda acrescentam que “Em algumas cidades americanas, o volume mínimo de 200 bicicletas/dia é suficiente para implantar melhorias cicloviárias”, porém, como parâmetro na decisão de implantar uma ciclovia, mais importante do que o critério de volume, são a segurança, a fácil acessibilidade às vias destinadas a esse tipo de transporte e o bem-estar que tem que ser oferecido aos ciclistas.

## 2.10 A ÓTICA DA GESTÃO: MATRIZ SWOT; EFICIÊNCIA E EFICÁCIA

A análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*; Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) das ciclovias pode fornecer uma visão abrangente dos aspectos positivos e desafios associados à sua implementação e manutenção. Aqui está uma análise SWOT das ciclovias:

### I. Forças (*Strengths*):

- Sustentabilidade: as ciclovias promovem um modo de transporte sustentável, reduzindo a dependência de veículos motorizados e conseqüentemente as emissões de gases de efeito estufa.
- Promoção da saúde: o uso da bicicleta como meio de transporte ativo contribui para a saúde física e mental dos usuários, incentivando a atividade física regular.

- Redução de congestionamentos: ciclovias podem ajudar a reduzir congestionamentos em vias urbanas, proporcionando uma alternativa viável ao transporte motorizado.
- Acessibilidade: ciclovias oferecem uma opção acessível de deslocamento para uma ampla gama de usuários, incluindo pessoas com mobilidade reduzida.
- Segurança: ciclovias segregadas oferecem um ambiente mais seguro para os ciclistas, reduzindo o risco de acidentes com veículos motorizados.

## II. Fraquezas (*Weaknesses*):

- Manutenção: a manutenção adequada das ciclovias é essencial para garantir sua segurança e funcionalidade, mas pode ser desafiadora devido aos custos e à necessidade de recursos.
- Integração com outros modos de transporte: em algumas cidades, a integração das ciclovias com outros modos de transporte, como o transporte público, podem ser limitada, dificultando a acessibilidade e a conveniência para os usuários.

## III. Oportunidades (*Opportunities*):

- Expansão da rede: há oportunidades para expandir e aprimorar a rede de ciclovias, conectando bairros, áreas residenciais, comerciais e de lazer, e proporcionando uma cobertura mais abrangente.
- Promoção de políticas favoráveis: a implementação de incentivos fiscais para o uso da bicicleta e investimentos em infraestrutura cicloviária, entre outras políticas, pode promover o crescimento das ciclovias.
- Educação e conscientização: campanhas de educação e conscientização podem ajudar a promover o uso das ciclovias e a segurança dos ciclistas, aumentando a aceitação e o apoio público a essas infraestruturas.



#### IV. Ameaças (*Threats*)

- Resistência cultural: em algumas comunidades, pode haver resistência cultural ao uso da bicicleta como meio de transporte, o que representaria uma ameaça à aceitação das ciclovias.
- Pressões do desenvolvimento urbano: o crescimento urbano descontrolado e a pressão por espaço podem limitar a disponibilidade de áreas para a construção de novas ciclovias ou a expansão das existentes.
- Segurança viária: a falta de respeito às regras de trânsito por parte de motoristas pode representar uma ameaça à segurança dos ciclistas, mesmo em ciclovias segregadas.

Essa análise SWOT destaca a importância de abordar as fraquezas e ameaças das ciclovias enquanto capitaliza suas forças e oportunidades para promover uma mobilidade urbana mais sustentável e segura.

#### 2.11 FECHAMENTO DO CAPÍTULO

O capítulo abordou diversos aspectos relacionados a ciclovia, engenharia de tráfego, mobilidade urbana e políticas públicas, destacando a interconexão entre esses temas fundamentais para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis e acessíveis.

Inicialmente, analisou-se como as ciclovias, a mobilidade urbana e as políticas públicas são reconhecidas. Além da importância de políticas favoráveis para o desenvolvimento do uso da bicicleta, como incentivos e investimentos em infraestrutura cicloviária, para promover o crescimento das ciclovias e incentivar o uso da bicicleta como meio de transporte. A necessidade de abordar desafios como a resistência cultural, pressões do desenvolvimento urbano e segurança viária para garantir o sucesso das políticas públicas voltadas para a mobilidade urbana sustentável e a promoção das ciclovias como parte integrante desse cenário, que vem sendo feita, mas com poucos resultados práticos.

Em seguida, abordou-se a integração da engenharia de tráfego com as ciclovias, destacando a necessidade de planejamento e projeto cuidadosos para garantir a segurança e a eficiência dessas infraestruturas. Explorou-se como a engenharia de tráfego desempenha uma função crucial na concepção e

implementação de ciclovias, incluindo sinalização, marcação de vias e medidas de tráfego.

Por fim, apresentou-se a importância da ciclovia como uma infraestrutura essencial para promover o uso da bicicleta como meio de transporte sustentável. Analisou-se suas forças, como a promoção da saúde, a redução de congestionamentos e a segurança dos ciclistas, bem como suas fraquezas, como infraestrutura inadequada e desafios de manutenção.

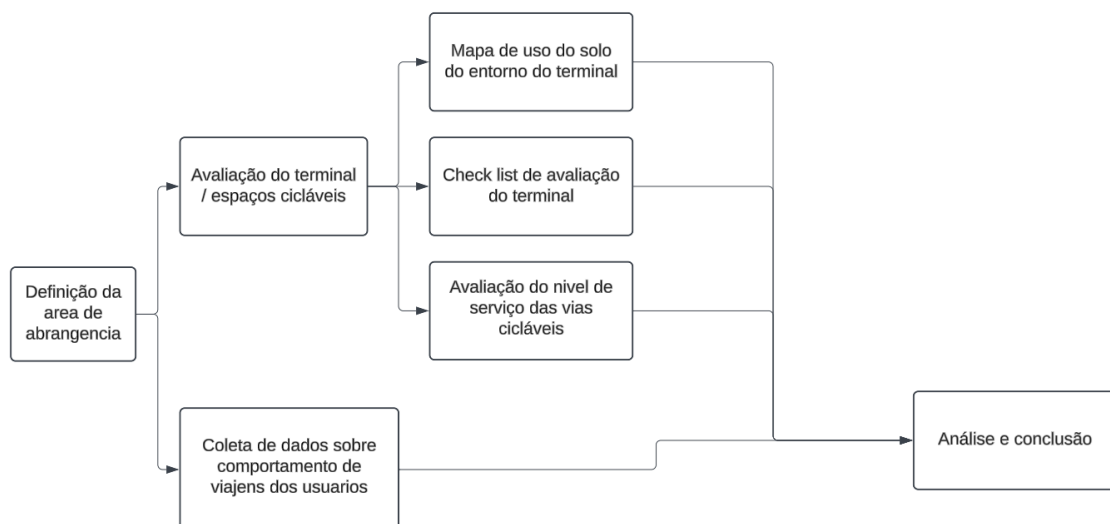
### 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Foi desenvolvida, para este trabalho de conclusão de curso (TCC) sobre as ciclovias em Florianópolis, uma pesquisa com foco no novo manual ciclovitário do Plano Diretor de 2023, bem como sua conformidade com a engenharia civil e engenharia tráfego. Assim utilizou-se uma abordagem metodológica mista, quantitativa e qualitativa para esta pesquisa.

Para uma compreensão completa do tema, além da análise teórica da pesquisa, foram empregadas metodologias técnicas a fim de apresentar um resultado prático sobre a utilização da bicicleta no meio urbano, proposto por Fujiwara (2017) em sua dissertação de mestrado, que analisou os terminais de integração do centro (TICEN) e do Rio Tavares (TIRIO) e as ciclovias do seu entorno.

O método prático proposto pode ser dividido nas seguintes etapas: 1) definição da área de abrangência; 2) avaliação área escolhida e coleta de dados; 3) uso do solo do seu entorno e avaliação dos Espaços cicláveis – Método de Dixon (1996); conforme detalhado no fluxograma (Figura 10) a seguir.

Figura 10 – Fluxograma da Proposta de Análise



Fonte: Adaptado de Fujiwara (2017).

A coleta de dados sobre o comportamento de viagens dos usuários de bicicletas foi dividida em coleta de dados quantitativos e qualitativos, conforme as seções a seguir.

### 3.1 COLETA DE DADOS QUANTITATIVOS

Uma vez realizada a coleta de dados relativa às ciclovias existentes na área de estudo em Florianópolis, obteve-se informações sobre a extensão das ciclovias, o número de usuários, as taxas de acidentes, os fluxos de tráfego nas vias cicláveis, possíveis obras em andamento, entre outros. Cada uma das informações está descrita ao longo do Capítulo 5.

### 3.2 COLETA DE DADOS QUALITATIVOS

Foi realizada uma pesquisa para obter material qualitativo, com autoridades municipais, planejadores urbanos, engenheiros civis, ciclistas locais e outras partes interessadas envolvidas na implementação e uso das ciclovias em Florianópolis.

Essa etapa visou compreender as percepções e opiniões dos residentes em relação às ciclovias, seu uso e sua influência na mobilidade da municipalidade. Da mesma forma foi comparada as diretrizes do novo manual do plano diretor com as práticas reais de implementação de ciclovias em Florianópolis e sua consonância com o manual ciclovário do CONTRAN (2021).

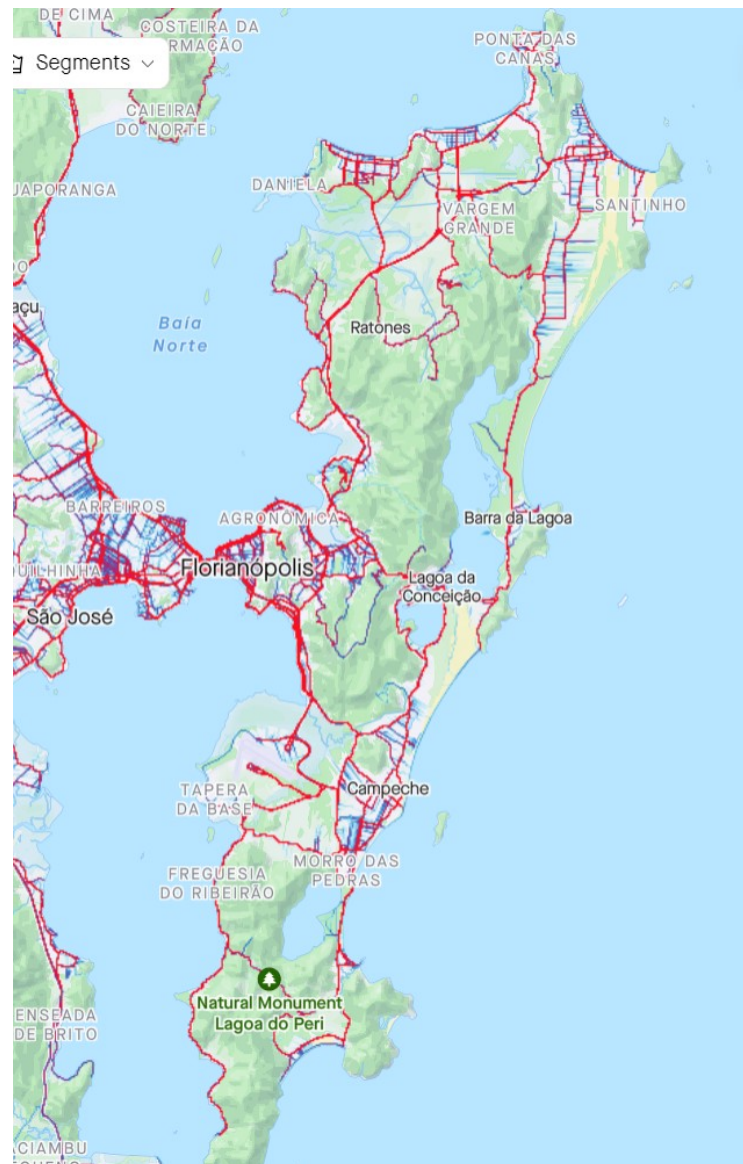
### 3.3 PESQUISA DAS ROTAS

O estudo de Segadilha e Sanches (2014) com o uso de mapas gerados por GPS para avaliar os caminhos utilizados por ciclistas na cidade de São Carlos/SP foi escolhido como referência para a pesquisa das rotas.

Neste trabalho foi utilizado o *heatmap* (mapa de calor) gerado por GPS pelo aplicativo de dispositivos móveis STRAVA, muito popular dentre os ciclistas para medir distâncias e desempenho (Figura 11). Esse mapa identifica a escolha de itinerários e possibilita a sua comparação com os caminhos mínimos.

O *heatmap* é gerado pela frequência de uso das rotas de ciclistas nos últimos 12 meses e pode ser acessado na página web da desenvolvedora (Strava, 2024). Assim, não foram consideradas as entrevistas dos usuários para saber sua origem destino, pois o *heatmap* supre a necessidade dessas informações.

Figura 11 – *Heatmap* da região de metropolitana de Florianópolis

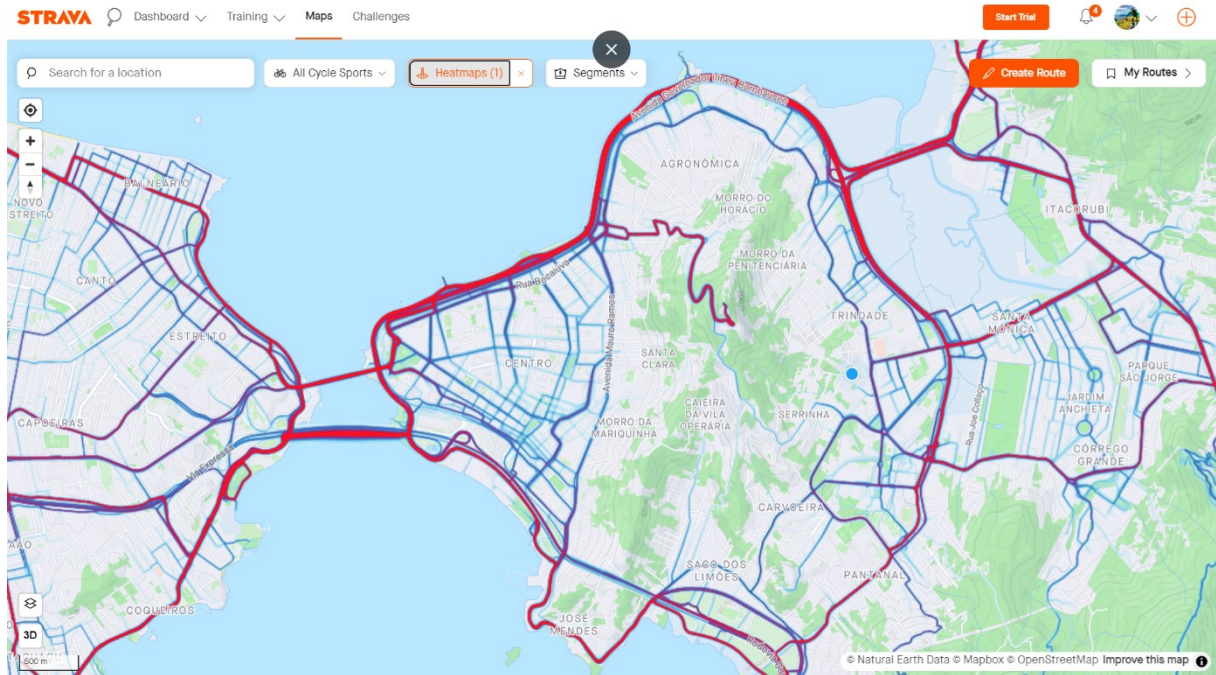


Fonte: Strava (2024).

Em seu artigo, Cardoso (2016) faz um levantamento de outros aspectos que são comumente citados pelos ciclistas além do caminho mínimo para escolha de uma rota, tais como número de caminhões, número de ônibus, volume de tráfego, velocidade do tráfego, iluminação pública, segurança e qualidade do pavimento.

A Figura 12 mostra claramente que os caminhos em vermelho intenso são referentes as rotas de maior uso e estão associadas principalmente as vias arteriais, sendo em azul vemos as rotas que não são pouco utilizadas.

Figura 12 – *Heatmap* da circulação de ciclistas em Florianópolis



Fonte: Strava (2024).

### 3.4 MÉTODO DE DIXON

O Método de Dixon (1996) foi desenvolvido com a finalidade de avaliar corredores cicloviários por meio de um sistema de pontuação resultando em uma medida de nível de serviço que varia entre A e F. Os fatores utilizados pelo autor derivam do Índice de Condições de Vias de Epperson-Davis (1994). Por outro lado, Fujiwara (2017) cita que Phillips e Guttenplan (2003) consideraram esse método mais abrangente do que os de estudos anteriores, porque se baseia na premissa de que existem um conjunto de elementos necessários no sistema viário para atrair viagens não motorizadas.

O motivo pela escolha desse método foi além de seu uso na dissertação Fujiwara (2017) e outras obras científicas, demonstrou fácil acesso, resolução prática e enfoque na segurança do ciclista.

O quadro 3 mostra a classificação do nível de serviço com as definições para cada pontuação, na sequência.

Quadro 3 – Nível de Serviço método Dixon

| Pontuação | Nível de Serviço | Descrição das vias  |
|-----------|------------------|---|
| 17 a 21   | A                | Vias seguras e atrativas; crianças podem usufruir sem a necessidade da supervisão de um adulto. Baixo índice de interação com veículos motorizados em facilidades para ciclistas contíguas à via ou segregadas. Bom nível de estrutura funcional e ótimas condições de pavimento.   |
| 14 a 17   | B                | Adequadas para qualquer classe de ciclistas; crianças podem usufruir sem a necessidade da supervisão de um adulto. Baixo índice de interação com veículos motorizados em facilidades para ciclistas contíguas à via ou segregadas. Bom nível de estrutura funcional e boas condições de conservação.  |
| 11 a 14   | C                | Adequadas para a maioria dos ciclistas. Nível moderado de interação com veículos motorizados. Presença de facilidades para ciclistas, na maioria das vezes, contíguas à via, sendo que em locais menos amigáveis para ciclistas, ao longo do corredor, podem existir facilidades segregadas para ciclistas. A via é normalmente caracterizada pela combinação de baixa velocidade, baixo volume de tráfego motorizado, rara ocorrência de conflitos e boas condições de superfície.   |
| 7 a 11    | D                | Adequadas para ciclistas experientes (grupo A). Estas vias podem não dispor de estruturas funcionais voltadas ao ciclismo. Interação com veículos motorizados considerada de moderada a alta. Podem ou não apresentar facilidades para ciclistas. No caso da falta de facilidades para ciclistas a via deve apresentar cinco ou mais características que permitem que os ciclistas do grupo A compartilhem a via com os veículos motorizados (baixa velocidade e volume de veículos motorizados, poucos conflitos ou boas condições de pavimento). Se houver uma facilidade para ciclistas contígua à via, a via apresentará características que tornam esta via inadequada para ciclistas do grupo B, como alto volume e alta velocidade de veículos motorizados e conflitos frequentes. |
| 3 a 7     | E                | Requer cuidado redobrado até para ciclistas do grupo A. Alto índice de interação com veículos motorizados. Podem ou não apresentar facilidades para ciclistas. No caso da falta de facilidades para ciclistas a via deve apresentar duas ou mais características que permitem que os ciclistas do grupo A compartilhem a via com os veículos motorizados (baixa velocidade e volume de veículos motorizados, poucos conflitos ou boas condições de pavimento). Conservação regular. Inadequadas para ciclistas do grupo B e níveis menos experientes.   |
| < 3       | F                | Inadequada para o ciclismo, de maneira geral. Alto índice de tráfego de automóveis. Oferece risco iminente para todos os grupos de ciclistas.   |

Fonte: Fujiwara (2017).

Fujiwara (2017) descreve os fatores considerados no Quadro 3 do método da seguinte forma:

- Presença de instalações para ciclistas: considera a presença de ciclofaixas, cuja pontuação varia de acordo com a largura da faixa de tráfego de 3,66 m a 4,27 m ou a presença de ciclovias com medida mínima de 2,44 m e máxima 0,40 km de distância da via de tráfego veicular.
- Conflitos: fator que mede como o projeto e controle de instalações existentes nas vias facilitam a observação e a previsão de ações entre ciclistas e motoristas a fim de aumentar a segurança dos ciclistas. Os

critérios observados são: (a) menos de 22 entradas de garagem e cruzamento perpendiculares de vias por 1,61 km, (b) ausência de barreiras nas instalações para bicicletas, (c) ausência de estacionamento lateral, (d) presença de canteiros centrais, (e) distância de visibilidade não obstruída, (f) melhorias das interseções para o ciclismo.

- Diferencial de velocidade entre veículos e bicicletas: calculado por meio da comparação entre velocidade média dos ciclistas, 24 km/h segundo Dixon (1996), com a velocidade máxima permitida para os veículos motorizados nas vias.
- Nível de serviço para veículos motorizados: de acordo com Dixon, o volume de veículos motorizados e o congestionamento das ruas influencia no conforto e na segurança do ciclista. Além disso, pistas com muitas faixas desestimula o ciclista.
- Manutenção das vias: avalia as condições que refletem o abandono e a falta de manutenção da pavimentação da via que causam problemas crônicos.
- Programas específicos para melhorar o transporte ciclovitário: verifica a existência de programas que estimulam o uso das bicicletas como meio de transporte, por exemplo, a construção de vestiários, programas de suporte ao usuário e inserção de bicicletários.

No Quadro 4, a seguir, esclarece a pontuação para o cálculo do nível de serviço da infraestrutura ciclovitária.



Quadro 4 – Pontuação do Nível de Serviço para Ciclistas

| Categoria  | Crerios   | Pontos |
|--|---|--------|
| Facilidade para bicicletas (Valor máximo = 10)   | Ciclofaixa – faixa externa 3,66m                | 0      |
|  | Ciclofaixa – faixa externa >3,66m – 4,27m       | 5      |
| Conflitos (Valor máximo = 4)   | Entradas de garagem e cruzamentos               | 1      |
|  | Ausência de barreiras                           | 0,5    |
|  | Ausência de barreiras de estacionamento lateral | 1      |
|  | Presença de canteiros centrais                  | 0,5    |
|  | Distância de visibilidade não obstruída         | 0,5    |
|  | Melhorias das interseções para o ciclismo       | 0,5    |
| Diferencial de velocidade entre veículos e bicicletas  | >48 km/h  | 0      |
|  | 32 a 48 km/h                                    | 1      |
|  | 24 a 32 km/h                                    | 2      |
| Nível de Serviço para veículos motorizados (valor mximo=2)  | NS=E, F (ou 6 ou mais faixas de rogaem)        | 0      |
|  | NS= D (e menos que 6 faixas de rogaem)         | 1      |
|  | NS= A,B ou C (e menos que 6 faixas de rogaem)  | 2      |
| Manutenção das vias (Valor mximo=2)   | Problemas frequentes ou maiores                 | -1     |
|  | Problemas sem muita frequência ou menores       | 0      |
|  | Sem problemas                                   | 2      |
| Programas específicos para melhorar o transporte ciclovário (valor máximo =1)  | Sem programas                                   | 0      |
|  | Programas existentes                            | 1      |
| Cculos (ajuste da nota dos segmentos)   | ndice dos segmentos <sup>o</sup>               | 21     |
|  | Peso dos segmentos <sup>1</sup>                 | 1      |
|  | ndice ajustado dos segmentos <sup>2</sup>      | 21     |
|  | ndice do corredor <sup>3</sup>                 | NS=21  |
| ndice dos segmentos <sup>o</sup> = soma dos pontos nas seis categorias<br>Peso dos segmentos <sup>1</sup> = comprimento do segmento/comprimento do corredor<br>ndice ajustado dos segmentos <sup>2</sup> = ndice dos segmentos x peso dos segmentos<br>ndice do corredor <sup>3</sup> = soma dos índices ajustados dos segmentos no corredor |   |        |

Fonte: Fujiwara (2017).

### 3.5 FINS DA PESQUISA COM METODOLOGIA DE FINS DESCRITIVOS

Essa abordagem metodológica mista permitiu uma análise abrangente e uma compreensão aprofundada das políticas e práticas relacionadas às ciclovias em Florianópolis. Considerando os aspectos descritivos e exploratórios, ofereceu uma visão abrangente do cenário das ciclovias na municipalidade.

Esta pesquisa utilizou a metodologia de meios bibliográficos para revisar e analisar os manuais relevantes citados nas seções anteriores. Foi realizado um estudo de caso detalhado de projetos de ciclovias específicos em Florianópolis. Isso envolveu a seleção de projetos representativos que exemplificaram a aplicação das diretrizes e políticas dos manuais, com enfoque na implementação, impactos na mobilidade

urbana e conformidade com as diretrizes, políticas e regulamentações, bem como estrutura, princípios e objetivos que orientam o planejamento e construção de ciclovias.

### 3.6 FINS DESCRITIVOS

Esta pesquisa empregou uma abordagem metodológica que combina fins descritivos e exploratórios, com os seguintes objetivos:

O Quadro 5 a seguir mostra, em negrito, a classificação da pesquisa conforme descrito por Oliveira e Giraldi (2020) em sua metodologia dos tipos de pesquisa.

Quadro 5 – Classificação da pesquisa

|                                     |                                |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| Quanto à utilização dos resultados: | Pesquisa pura                  |
|                                     | <b>Pesquisa aplicada</b>       |
| Quanto à natureza do método:        | <b>Qualitativa</b>             |
|                                     | <b>Quantitativa</b>            |
| Quanto aos fins:                    | Exploratória                   |
|                                     | <b>Descritiva</b>              |
|                                     | Explicativa                    |
|                                     | Intervencionista               |
| Quanto aos meios:                   | Pesquisa de campo              |
|                                     | De laboratório                 |
|                                     | Documental                     |
|                                     | <b>Bibliográfica</b>           |
|                                     | Experimental                   |
|                                     | Ex Post Facto                  |
|                                     | Participante                   |
|                                     | Pesquisa-ação                  |
|                                     | Levantamento ( <i>survey</i> ) |
|                                     | <b>Estudo de caso</b>          |

Fonte: Adaptado de Oliveira e Giraldi (2020).

## 4 SOBRE O NOVO MANUAL CICLOVIÁRIO

Apresenta-se a seguir uma descrição detalhada das diretrizes e políticas contidas no novo manual cicloviário do Plano Diretor de 2023 de Florianópolis. Uma análise minuciosa foi feita dos componentes essenciais do manual, como sua estrutura, princípios e objetivos que orientam o planejamento e construção de ciclovias na cidade.

Foram descritas as diretrizes e as regulamentações do Manual Cicloviário do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) de 2021 que possuem relevância para a infraestrutura cicloviária em nível nacional e podem influenciar a implementação de ciclovias em Florianópolis.

O planejamento e o projeto de uma infraestrutura cicloviária devem ser desenvolvidos considerando como pressuposto básico a segurança tanto do ciclista, como dos demais usuários da via, em especial o pedestre (CONTRAN, 2021).

### 4.1 HIERARQUIA PROPOSTA PARA IMPLEMENTAR CICLOVIAS EM FLORIANÓPOLIS

É possível encontrar as seguintes instruções no Manual Cicloviário de Florianópolis (2023), para a tomada de decisão de como escolher o tipo de via cicloviária a ser projetada.

1. A escolha da ciclovia na borda ou centralizada na via depende de estudos que determinem o caráter da rua, dando preferência a localização centralizada apenas em vias em que não ocorre a travessia de automóveis entre as linhas com frequência, pensando na segurança do ciclista através da diminuição de pontos de conflito;

2. O tipo de proteção de ciclovia deve ser escolhido priorizando o Caso 01 (canteiro divisor  $\geq 50\text{cm}$ ), então o Caso 02 (canteiro divisor  $< 50\text{cm}$ ) e, por último, o Caso 03 (sinalização horizontal). Nos casos 02 e 03 é obrigatória a utilização de um dos dispositivos auxiliares. A escolha do dispositivo deve ser feita através de estudos do projetista;

3. Todos os casos de ciclovia podem ocorrer com a faixa de circulação no nível da calçada. Essa situação deve ser evitada, mas, caso a implementação seja necessária, é recomendada a separação através de dispositivos auxiliares e indicação com sinalização vertical.

## 4.2 CICLOVIA

De acordo com o manual do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2021), em via urbana exceto via de trânsito rápido, a implantação de ciclovias sobre passeios ou canteiros só é permitida quando não for prejudicial ao fluxo de pedestres, devendo haver garantias sobre a segurança destes, conforme o seguinte:

- A largura destinada à circulação exclusiva de pedestres deve atender ao fluxo verificado no local, devendo-se garantir uma largura útil mínima para circulação de pedestres de 1,20 m.
- Volume inferior a 160 pedestres por hora por metro de largura do passeio.
- Para volumes entre 160 e 200 pedestres por hora por metro de largura do passeio, deve haver desnível.

Caso o volume seja superior a 200 pedestres por hora por metro de largura do passeio, não pode ser utilizado o espaço cicloviário combinado com pedestres.

Para se fazer a implantação de ciclovias em canteiros centrais ou acostamentos, deve-se obedecer aos critérios listados a seguir (CONTRAN, 2021):

- Só poderão ser estabelecidas em canteiros centrais caso seja possível garantir sua continuidade e a acessibilidade em desnível.
- Em caso de ciclovia sobre canteiro divisor de pista ou sobre o passeio, deve haver uma distância mínima de 50 centímetros (recomendado 60 centímetros) entre o bordo da guia e o início da largura útil da ciclovia.
- Caso seja necessário utilizar gradil de proteção, como observado na Figura 6, a distância entre este e o meio fio deve ser de, no mínimo, 15 centímetros, idealmente de 25 centímetros.
- O acostamento não deve ser suprimido para a construção de ciclovias, a não ser em trechos de rodovias com características de vias urbanas.

A implantação de ciclovia, junto à calçada, no mesmo nível da pista de veículo automotor é recomendada em locais em que não ocorre acesso a imóveis, tais como ao longo de via férrea, à margem de rios e represas, parques, reservas florestais e outros locais.

Rodovia, pista local/via marginal de rodovias e vias de trânsito rápido, a sua implantação de ciclovias nestes casos deve obedecer aos seguintes critérios:

- Sua implantação em canteiro central só deve ocorrer quando é possível garantir a sua continuidade e a acessibilidade em desnível com o uso de obras de arte aérea ou subterrânea;
- O acostamento não deve ser suprimido para construção de ciclovia, exceto em trechos de rodovias com características de vias urbanas.

A circulação partilhada de pedestres e bicicletas em ciclovias, nestes casos devem ser evitadas, podendo ser implantada somente quando estudos de engenharia demonstrarem que não prejudica o fluxo de ciclistas e pedestres e que outras alternativas de circulação exclusiva se mostram inviáveis.

#### 4.3 CICLOFAIXAS

Conforme disposições contidas no Anexo I do CTB entende-se como:

“Ciclofaixa - parte da pista de rolamento destinada à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por sinalização específica”.

Quanto ao sentido de tráfego, a ciclofaixa pode ser:

- Unidirecional: quando apresenta sentido único de circulação;
- Bidirecional: quando apresenta sentido duplo de circulação.

A implantação de ciclofaixas em rodovias e vias urbanas de trânsito rápido são proibidas, a não ser que apresentem características urbanas e velocidades de até 50 km/h (CONTRAN, 2021).

A implantação de ciclofaixa sobre calçada ou canteiro divisor de pista partilhada com pedestre só deve ser permitida:

- Quando a largura destinada a circulação exclusiva de pedestres atende ao fluxo verificado no local, devendo-se garantir uma largura útil mínima para circulação de pedestres de 1,20m;
- Com volume de pedestres inferior a 160 pedestres/ hora/metro;

- Quando locada junto ao meio fio deve garantir uma distância mínima de 0,50m entre o espaço cicloviário e o meio fio, a fim de permitir que os pedestres possam ter um ponto de apoio entre os dois espaços ao executar eventual travessia.

#### 4.4 VIAS COMPARTILHADAS E CICLORROTAS

De acordo com o CONTRAN (2021), os seguintes critérios devem ser atendidos:

- Fluxo de pedestres e de ciclistas deve ter circulação harmoniosa, habilitando pedestres e ciclistas a desviarem uns dos outros em segurança.
- Volume de pedestres inferior a 100 pessoas por hora pico por metro de largura do passeio.
- Largura mínima da faixa livre de circulação (passeio) de 2,20 m.

Para a utilização, são considerados os seguintes limites (CONTRAN, 2021):

- A via urbana deve ter velocidade de, no máximo, 40 km/h.
- A circulação de bicicletas deve acompanhar o sentido de circulação de veículos automotores.

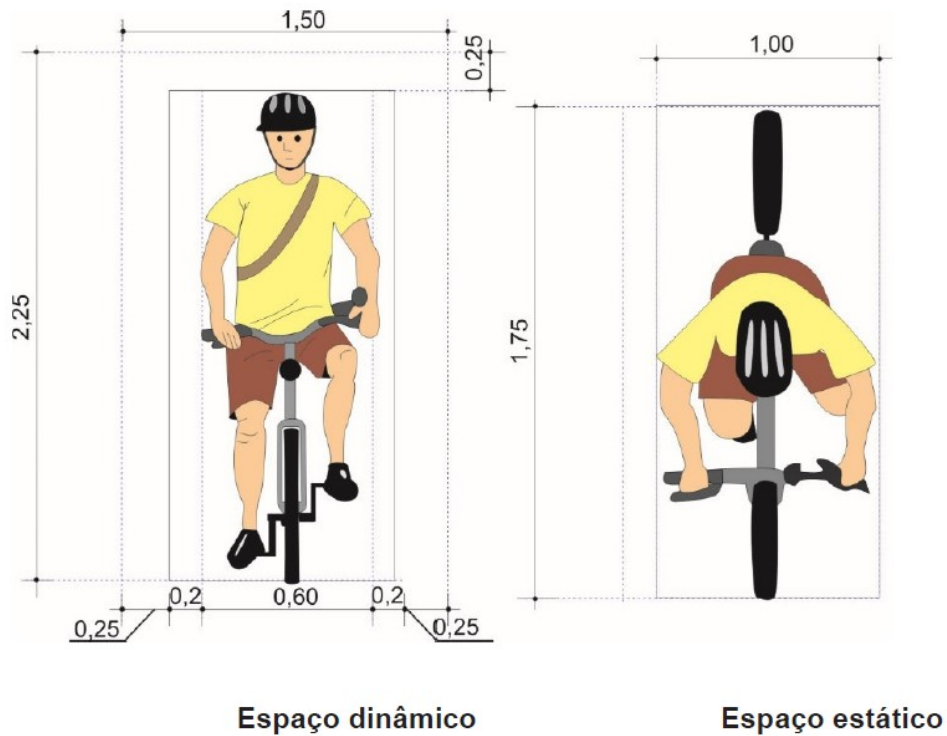
Ainda, o uso é recomendado em duas condições (CONTRAN, 2021):

- Via com velocidade máxima de 40 km/h com volumes de até 4.000 veículos/dia por sentido ou 400 veículos/hora pico por sentido.
- Via com velocidade máxima de 30 km/h com volumes de até 10.000 veículos/dia por sentido ou 1.000 veículos/hora pico por sentido.

Admite-se largura útil mínima de 0,80 m na unidirecional e de 1,60 m na bidirecional para casos de interferências, tais como: obstáculos físicos fixos (árvores, postes de iluminação e outros), estreitamento de pista em pequenos trechos, desde que devidamente justificados por estudos de engenharia (CONTRAN, 2021).

Pode-se notar que a citação acima do Manual Cicloviário possibilita a construção de uma via para ciclistas menor que o espaço estático mostrado na Figura 13, o que pode acarretar acidentes em ciclistas que não são experientes e capazes de desviar desses obstáculos.

Figura 13 – Espaço ocupado pelo Ciclista

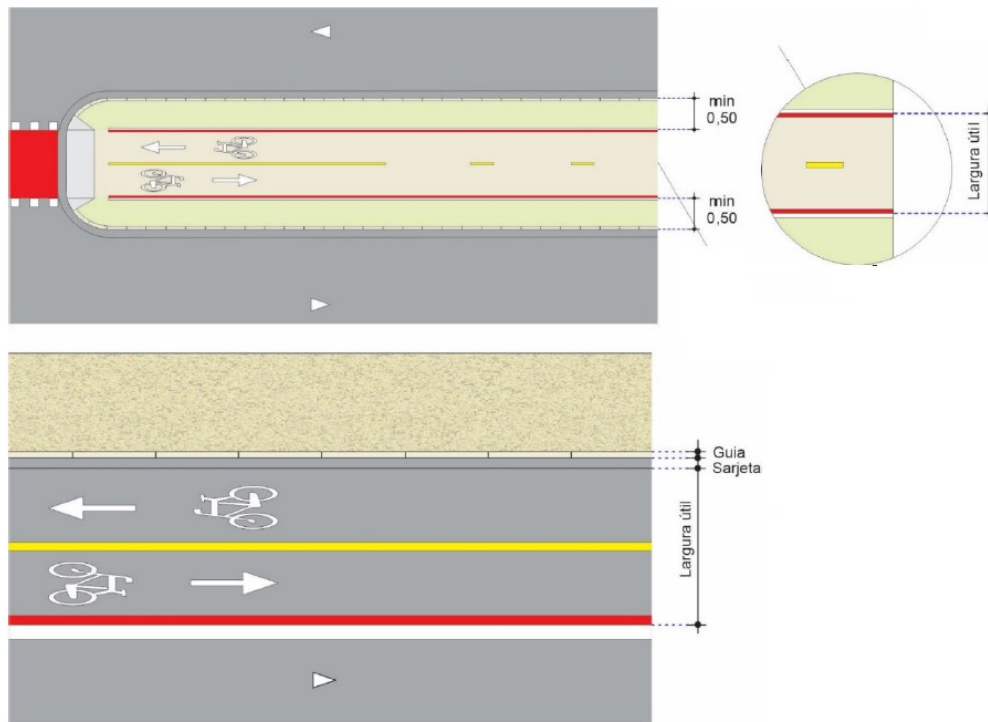


Fonte: CONTRAN (2021).

Para vias urbanas, excluindo-se aquelas de trânsito rápido, é indispensável a existência de uma distância entre a ciclovia e o espaço da via destinado aos veículos automotores de 60 centímetros (desejável), ou, no mínimo, 50 centímetros. Caso não seja possível garantir tal distância, é recomendada a instalação de gradis para proteção aos ciclistas e pedestres (CONTRAN, 2021).

A exemplificação da citação acima é ilustrada na Figura 14 que mostra uma ciclovia em canteiro central e uma ciclofaixa no bordo de uma pista de rolagem.

Figura 14 – Largura das vias para ciclistas



Fonte: CONTRAN (2021).

Para a caracterização da largura e do trajeto do sistema cicloviário é utilizado um conjunto de sinalizações horizontais conforme o próximo item sobre o assunto.

#### 4.5 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária composta de marcas, símbolos e legendas, apostos sobre o pavimento da pista de rolamento, calçada ou canteiros (CONTRAN, 2021).

- Amarela: utilizada na regulação de fluxos de sentidos opostos; na delimitação de espaços proibidos para estacionamento e/ou parada, e na marcação de obstáculos, marcação de área de cruzamento com faixa exclusiva no contrafluxo e na marcação de área de conflito.
- Branca: utilizada na regulação de fluxos de mesmo sentido; marca delimitadora de estacionamento regulamentado, linha de retenção, linha de estímulo à redução de velocidade, linha de “Dê a Preferência”; faixas de travessias de pedestres, marcação de cruzamento rodo cicloviário,

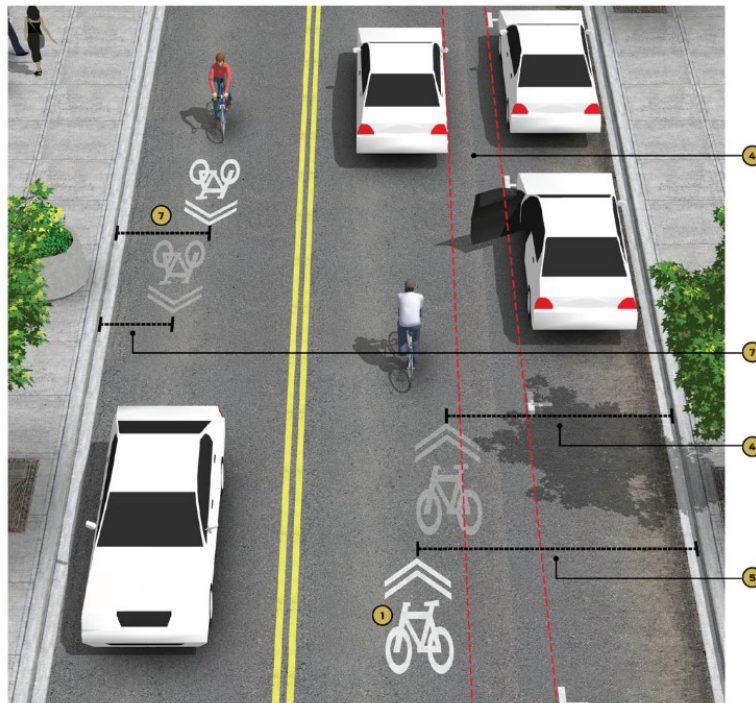


marcação de área de cruzamento com faixa exclusiva no fluxo, setas, símbolos e legendas.

- Vermelha: utilizada para identificar ciclofaixas ou ciclovias proporcionando contraste no pavimento, na parte interna destas em forma de linha ou pintura total e no símbolo de “Serviços de saúde”.
- Azul: utilizada no “Símbolo Internacional de Acesso” e símbolo “Idoso”.
- Preta: utilizada para proporcionar contraste entre o pavimento e a pintura.

Vale ressaltar que na pesquisa sobre *sharrow lanes* no website da *National Association of City Transportation Officials*, NACTO (2024), nota-se que, assim como no exemplo da Figura 15, a sinalização da ciclorrota deve ser afastada a uma distância do bordo e dos carros estacionados (4) para evitar acidentes ao abrir da porta do veículo quando estacionado, sendo essa distância marcada nos EUA como 11 pés, aproximadamente 3,35 metros.

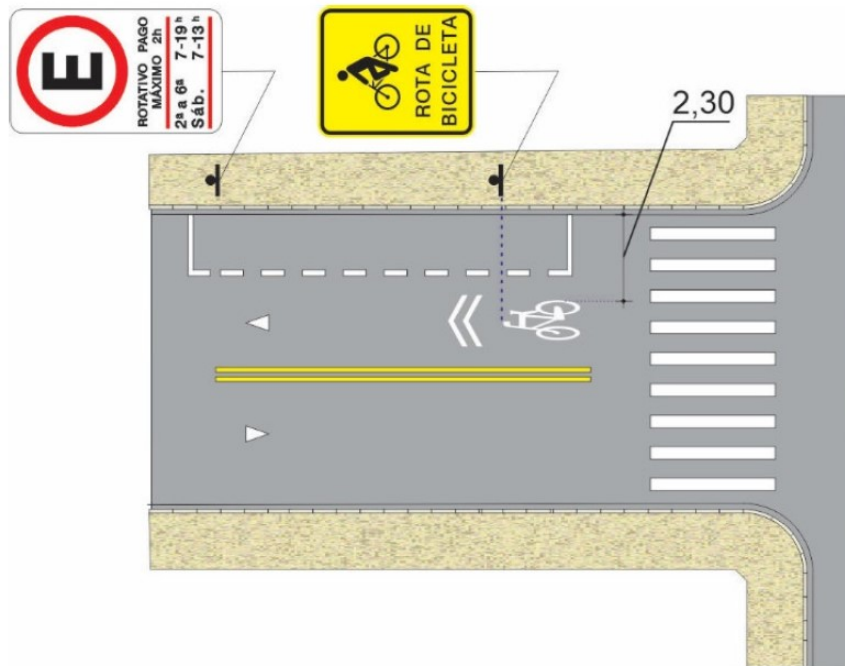
Figura 15 – Marcação de ciclorrota (*sharrow lane*)



Fonte: NACTO (2024).

No entanto, de acordo com o Manual Ciclovário do CONTRAN (2021), a marcação deve ficar afastada a 2,30 m do bordo (Figura 16).

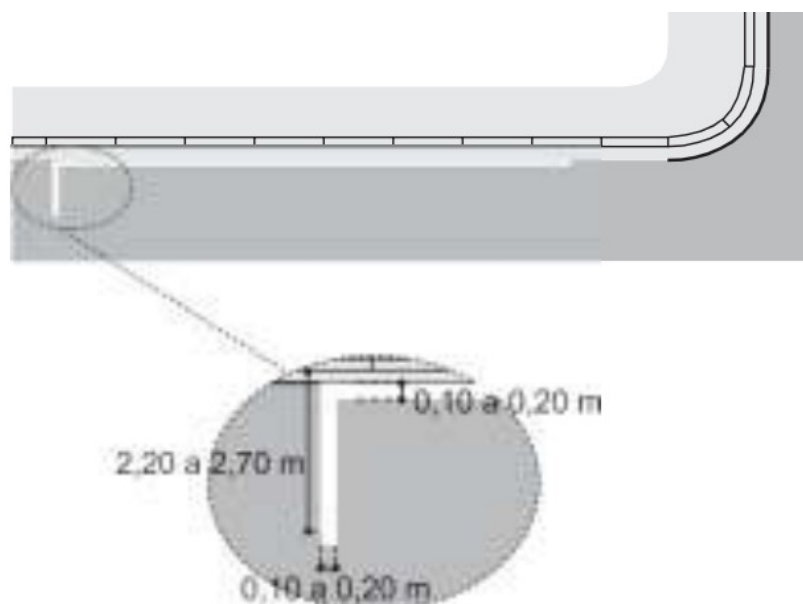
Figura 16 – Afastamento de marcação de ciclorrota



Fonte: CONTRAN (2021).

Comparativamente, o Manual do CONTRAN no volume VI também traz a marcação para estacionamento de veículos com tamanho mínimo de 2,20 m, conforme a Figura 17, o que deixa o ciclista com somente 10 cm de afastamento para sua margem de segurança.

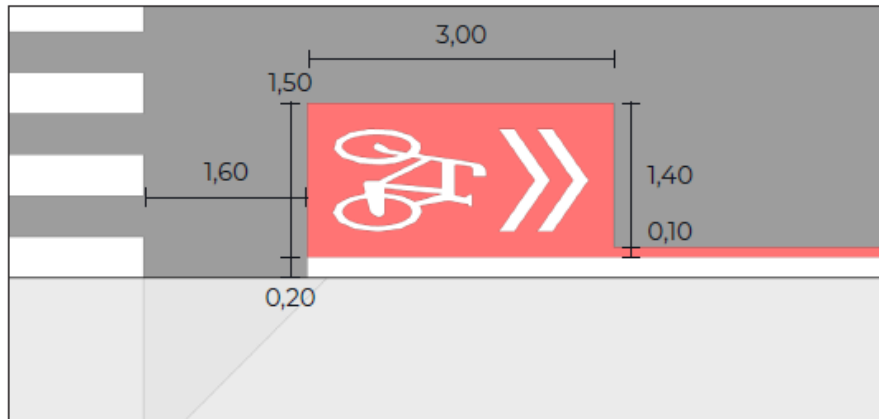
Figura 17 – Sinalização horizontal de estacionamento



Fonte: CONTRAN (2022).

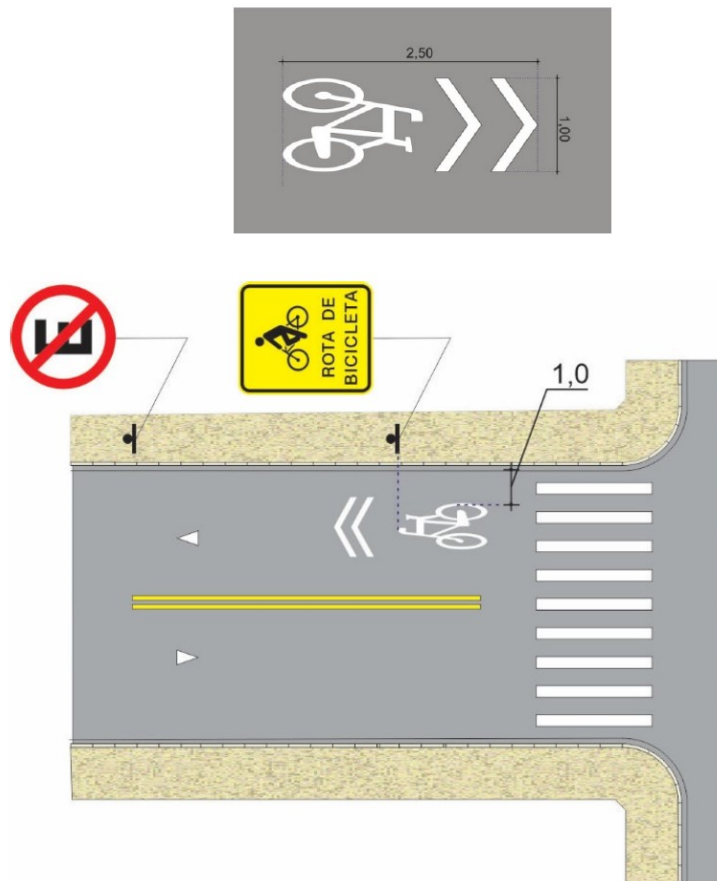
No entanto foi observado que o Manual Ciclovário de Florianópolis (2023), a medida mínima da sinalização horizontal para ciclorrotas, com 1,50m indicados na Figura 18, não atende a distância mínima exigida no manual do CONTRAN (2021), conforme a Figura 19 a seguir, que deveria ter no mínimo 2,0m.

Figura 18 – Sinalização horizontal de ciclorrota



Fonte: PMF (2023).

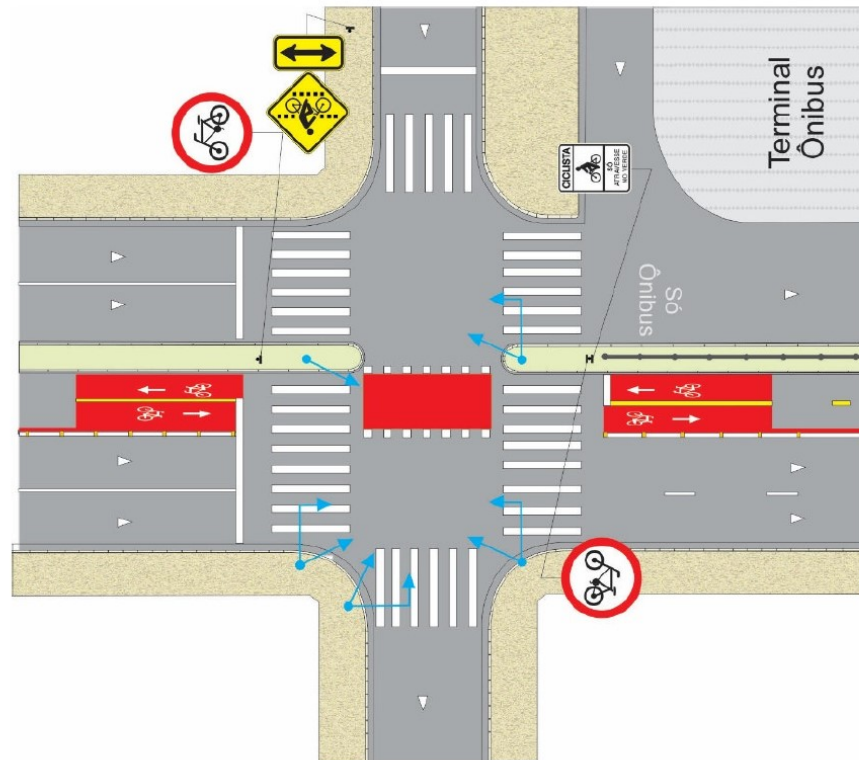
Figura 19 – Sinalização horizontal de ciclorrota



Fonte: CONTRAN (2021).

Na Figura 20 a seguir destacam-se as pinturas horizontais da ciclovia como: aproximação de cruzamentos em vermelho, marcação de cruzamento rodo cicloviário, linhas divisórias de fluxo e limitadoras de bordo.

Figura 20 – Exemplos de vias cicloviárias sinalizadas



Fonte: CONTRAN (2021).

Na Figura 20 acima também se tem exemplos da utilização de sinalização vertical que é descrita no item a seguir.

#### 4.6 SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização utilizada na delimitação de espaços cicloviários consiste em:

- Sinalização de regulamentação: contém mensagens imperativas cujo desrespeito constitui infração de trânsito.
- Sinalização de advertência: são sinais cuja finalidade é alertar os usuários da via quanto a situações de risco relativas à circulação de ciclistas.
- Sinalização especial de advertência: contém informações que advertem sobre situações específicas relativas à circulação de ciclistas.

- Sinalização indicativa educativa: contém mensagens quanto ao comportamento adequado relacionados aos trajetos para ciclistas.
- Sinalização indicativa de orientação: contém mensagens quanto à direção que os ciclistas devem seguir para atingir determinados lugares, orientando seu percurso, distâncias e/ou tempos.
- Sinalização indicativa de serviços auxiliares: contém mensagens indicando aos ciclistas os locais onde eles podem dispor dos serviços indicados, orientando sua direção ou identificando estes serviços.
- Sinalização indicativa de atrativos turísticos: contém mensagens indicando aos ciclistas os locais onde eles podem dispor dos atrativos turísticos existentes, orientando sobre sua direção ou identificando estes pontos de interesse.
- Sinalização temporária: um conjunto de sinais e dispositivos com características visuais próprias que indicam aos ciclistas os locais afetados por intervenções temporárias.

Nota-se que não somente as sinalizações vertical e horizontal fazem parte do manual, mas também os dispositivos auxiliares são importantes, conforme descrito a seguir.

#### 4.7 DISPOSITIVOS AUXILIARES

Os dispositivos auxiliares devem respeitar as disposições contidas no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI– Dispositivos Auxiliares, sendo que os mais utilizados nos projetos de ciclofaixa e ciclovia são:

##### 4.7.1 Tachas e tachões

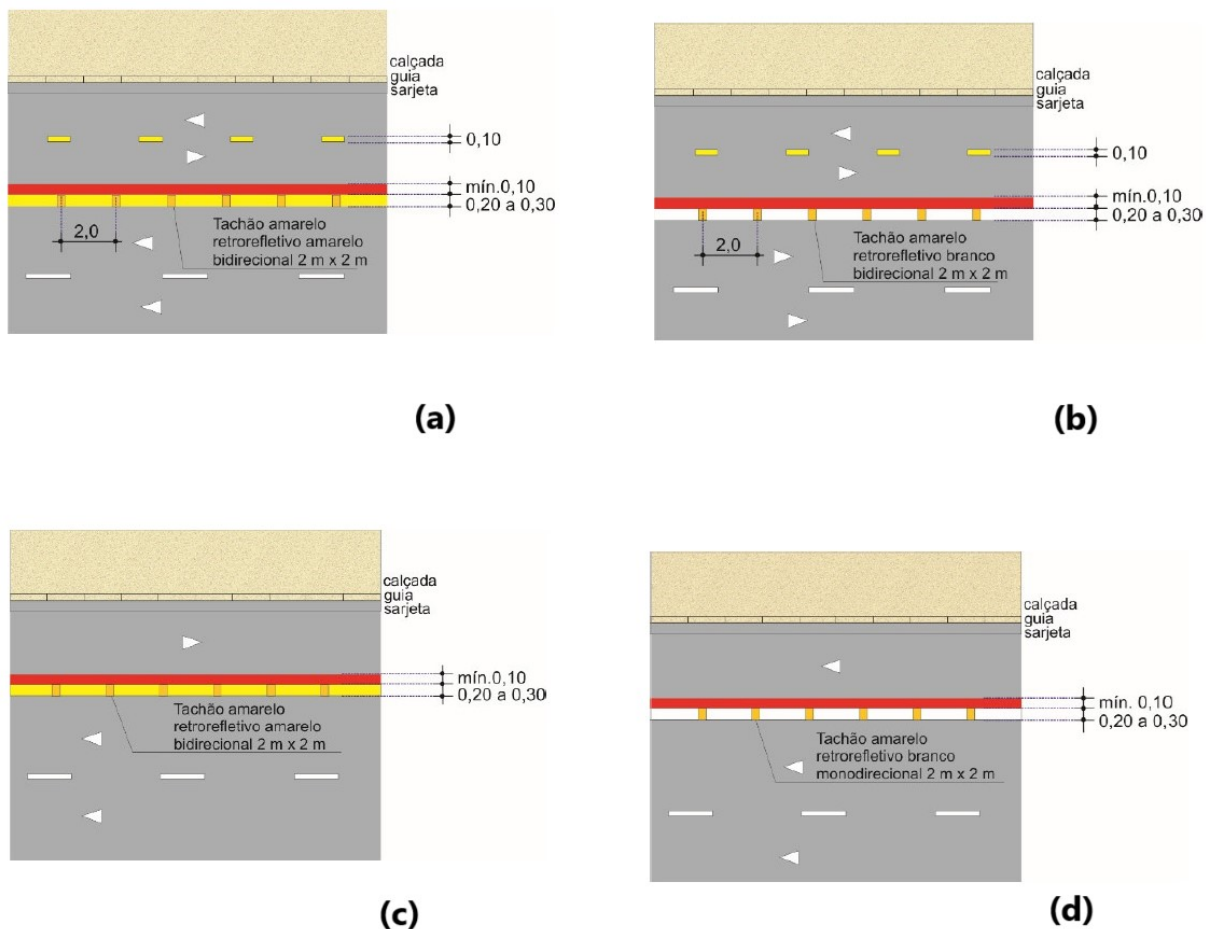
Cor do elemento retrorrefletivo: branco ou amarelo de acordo com a cor da marca viária que complementam.

- O tachão deve ser bidirecional em: Ciclofaixa bidirecional, Figura 21 (b).
- Ciclofaixa unidirecional, quando localizado no contrafluxo dos veículos automotores, Figura 21 (c).

- O tachão deve ser monodirecional em ciclofaixa unidirecional acompanhando o fluxo veicular, Figura 21 (d).

O tachão não deve ser utilizado para separar fluxos entre bicicletas. Fica a critério do projetista o uso de tachas em ciclofaixas ou ciclovias.

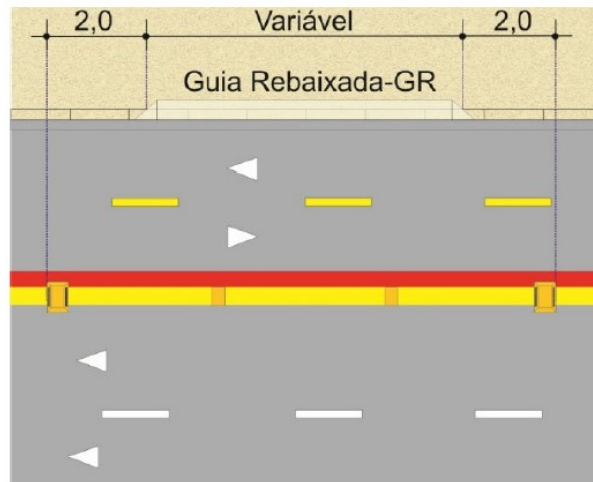
Figura 21 – Exemplos de uso tachões



Fonte: CONTRAN (2021).

A Figura 22 apresenta um exemplo de ciclofaixa na pista delimitada com marca viária, acompanhada de tachão, sendo que junto à guia rebaixada o tachão foi substituído por tachas.

Figura 22 – Exemplo de uso de taxas

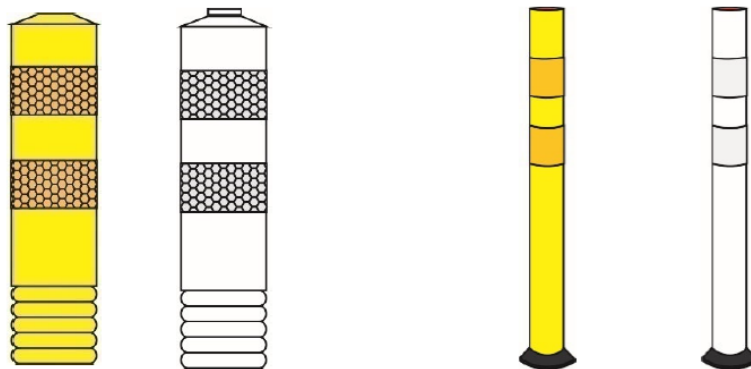


Fonte: CONTRAN (2021).

#### 4.7.2 Cilindro delimitador

Os cilindros delimitadores (Figura 23) são utilizados para propiciar aos motoristas uma melhor percepção de espaço destinado à circulação de bicicleta, impedindo manobras indesejadas nas conversões e a transposição de marcas viárias (CONTRAN (2021)).

Figura 23 – Exemplo de Cilindro delimitador

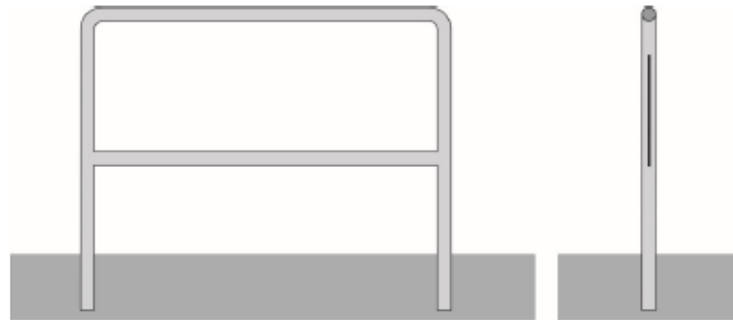


Fonte: CONTRAN (2021).

#### 4.7.3 Gradil

Gradil é um dispositivo de canalização e proteção destinado a disciplinar, direcionar e segregar o fluxo de ciclistas e/ou de pedestres ou, ainda, impedir o acesso a pontos indesejados ou criando espaços exclusivos (Figura 24).

Figura 24 – Gradil



Fonte: CONTRAN (2021).

### Características

Altura:

- Mínima de 1,10 m e no máximo 1,20 m quando destinado a pedestres e ciclistas.
- Mínima de 0,90 m e no máximo 1,20 m quando destinado exclusivamente a ciclistas.

O gradil destinado exclusivamente para ciclistas deve atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Permitir adequação à geometria do local e às especificações de projeto, tal como trecho em curva.
- Permitir a manutenção de bueiro, poço de visita, caixa de passagem e outros equipamentos, quando instalado de forma fixa.
- Garantir a intervisibilidade “veículo automotor x bicicleta x pedestre” em toda a sua extensão, de forma a permitir a visualização de todos os envolvidos.
- Não apresentar elementos pontiagudos e cantos vivos.
- Não conter elementos que possam desviar a atenção dos pedestres ou dos condutores dos veículos.

### Princípios de utilização

O gradil deve ser utilizado:

- Quando o espaço cicloviário distar menos de 0,50m do meio fio, ver critérios dispostos no item 4.2 deste Manual.
- Quando o desnível entre este espaço cicloviário e a pista pode causar risco à segurança viária.



- Em outras situações em que a locação do espaço cicloviário interfere na segurança dos pedestres ou de ciclistas.

#### Posicionamento na via

A colocação de gradil rígido deve manter um afastamento lateral de no mínimo 0,25 m do meio fio. Em situação específica, admite-se um mínimo de 0,15 m, devendo neste caso, ser justificado por estudos de engenharia.

#### **4.7.4 Sinalização semafórica**

O direito de passagem dos ciclistas em interseção ou seção de via regulamentado com sinalização semafórica pode ser concedido por indicações luminosas destinadas ao fluxo veicular geral ou por meio de indicações luminosas destinadas especificamente a ciclistas.

O grupo focal de regulamentação destinado exclusivamente ao ciclista deve apresentar as seguintes características:

- Composição: 3 indicações luminosas dispostas verticalmente, de cima para baixo, na seguinte ordem: vermelha, amarela e verde (Figura 25).
- Forma do foco: circular.
- Diâmetro das lentes: 200 mm ou 300 mm.

A seguir apresenta-se na Figura 25 um exemplo de sinalização semafórica para ciclistas.

Figura 25 – Semáforo para ciclistas



Fonte: CONTRAN (2021).

O tamanho da lente deve ser definido em função das características do local que considerem, entre outros aspectos, a velocidade do ciclista, a visibilidade, fluxo veicular, geometria do local e interferência visuais (presença de árvores, sinalização, mobiliário urbano).

No caso de ciclofaixa localizada sobre a pista em interseção controlada por grupo focal específico e que o estágio ciclista acompanha o estágio veicular, recomenda-se que seja proporcionado um verde antecipado ao ciclista de 2 s a 3 s.

#### 4.8 FECHAMENTO DO CAPÍTULO

Ao longo deste capítulo, foi apresentada uma análise abrangente das diretrizes e políticas do Manual Ciclovário do CONTRAN de 2021. Destaca-se a relevância das diretrizes que oferecem um marco regulatório em nível nacional, garantindo a uniformidade e qualidade técnica das ciclovias no Brasil.

A interseção entre essas regulamentações nacionais e as especificidades locais de Florianópolis evidencia a necessidade de harmonizar normas técnicas com as demandas e características regionais, promovendo uma mobilidade sustentável e incentivando o uso da bicicleta como meio de transporte.

## 5 ESTUDO DE CASO

Este capítulo aborda o estudo de caso do sistema cicloviário de Florianópolis, analisando as iniciativas, os desafios e os avanços na implantação de infraestrutura para o uso de bicicletas na cidade. A seguir são apresentados os principais aspectos do sistema cicloviário da cidade de Florianópolis, tais como as estruturas existentes e as percepções dos usuários, para compreender seu papel no contexto da mobilidade urbana.

### 5.1 O SISTEMA CICLOVIÁRIO DE FLORIANÓPOLIS

#### 5.1.1 Caracterização área de estudo

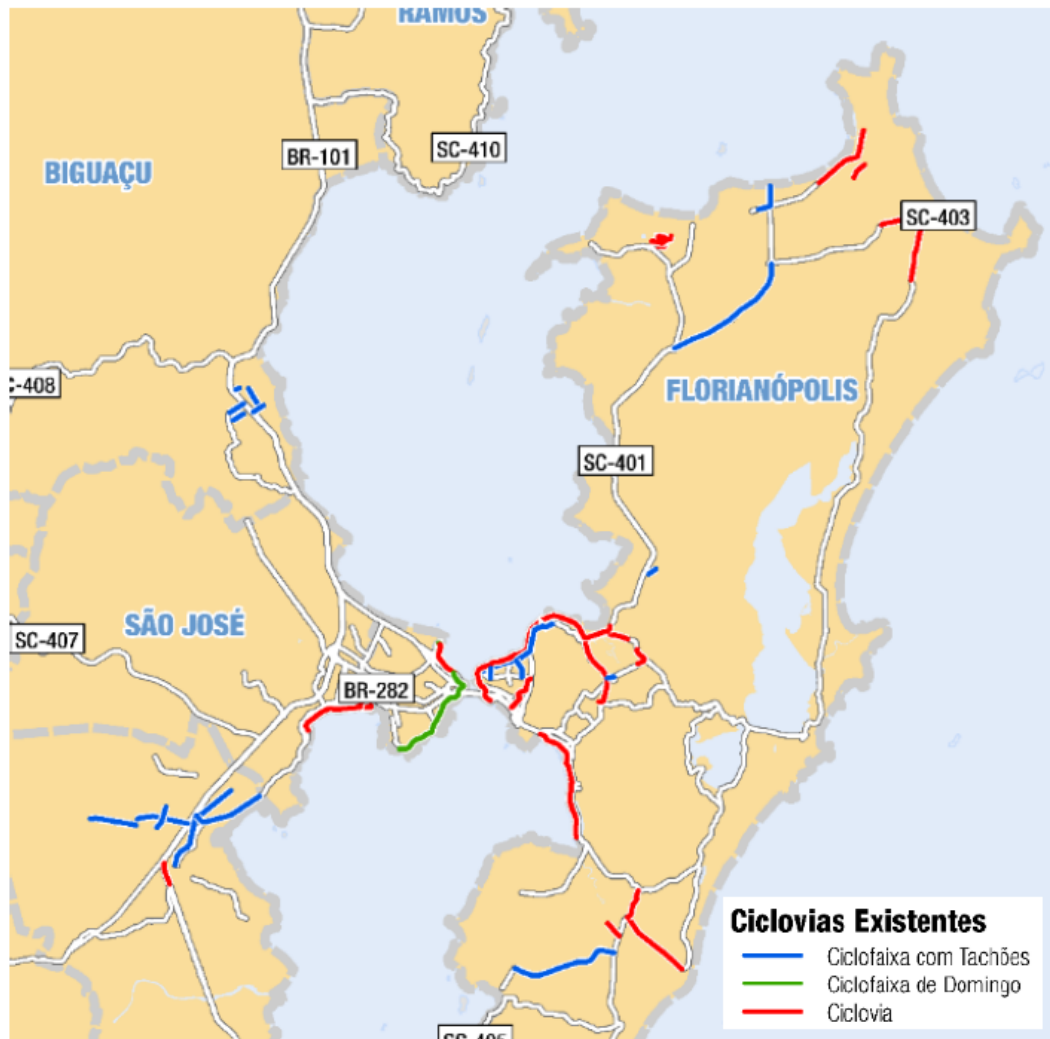
O município de Florianópolis apresenta situação geográfica peculiar por ser em sua maior parte uma ilha. A capital é dividida em duas regiões: a Ilha de Santa Catarina, que conta com 416,5 km<sup>2</sup>, e a região continental, com 20 km<sup>2</sup> com uma população de 537.211 pessoas. A Região Metropolitana da Grande Florianópolis (RMF) conta com 1.356.861 habitantes (IBGE, 2022), onde estão presentes os municípios de São José, Palhoça, Biguaçu, Santo Amaro da Imperatriz, Antônio Carlos, Governador Celso Ramos, Águas Mornas, São Pedro de Alcântara, Anitápolis, Angelina, Rancho Queimado e São Bonifácio (PLAMUS, 2015).

O Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis (PLAMUS), elaborado entre 2013 e 2015 com suporte técnico e financeiro do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), buscou compreender os problemas urbanos da região com sua geografia peculiar, já que Florianópolis possui um dos piores índices de mobilidade do país. Com base nos desafios enfrentados, o relatório ressalta que se torna essencial investir em alternativas viáveis e sustentáveis, entre elas o incentivo ao uso de bicicletas.

Diante desse cenário, Florianópolis registrou um aumento notável em sua infraestrutura cicloviária, que contava com 75,2 km, em 2016, e passou a ter 240,30 km em 2024 (PMF, 2024).

Para isso foi feito um levantamento das ciclovias existentes na época em 2015, como podemos observar na Figura 26 a seguir.

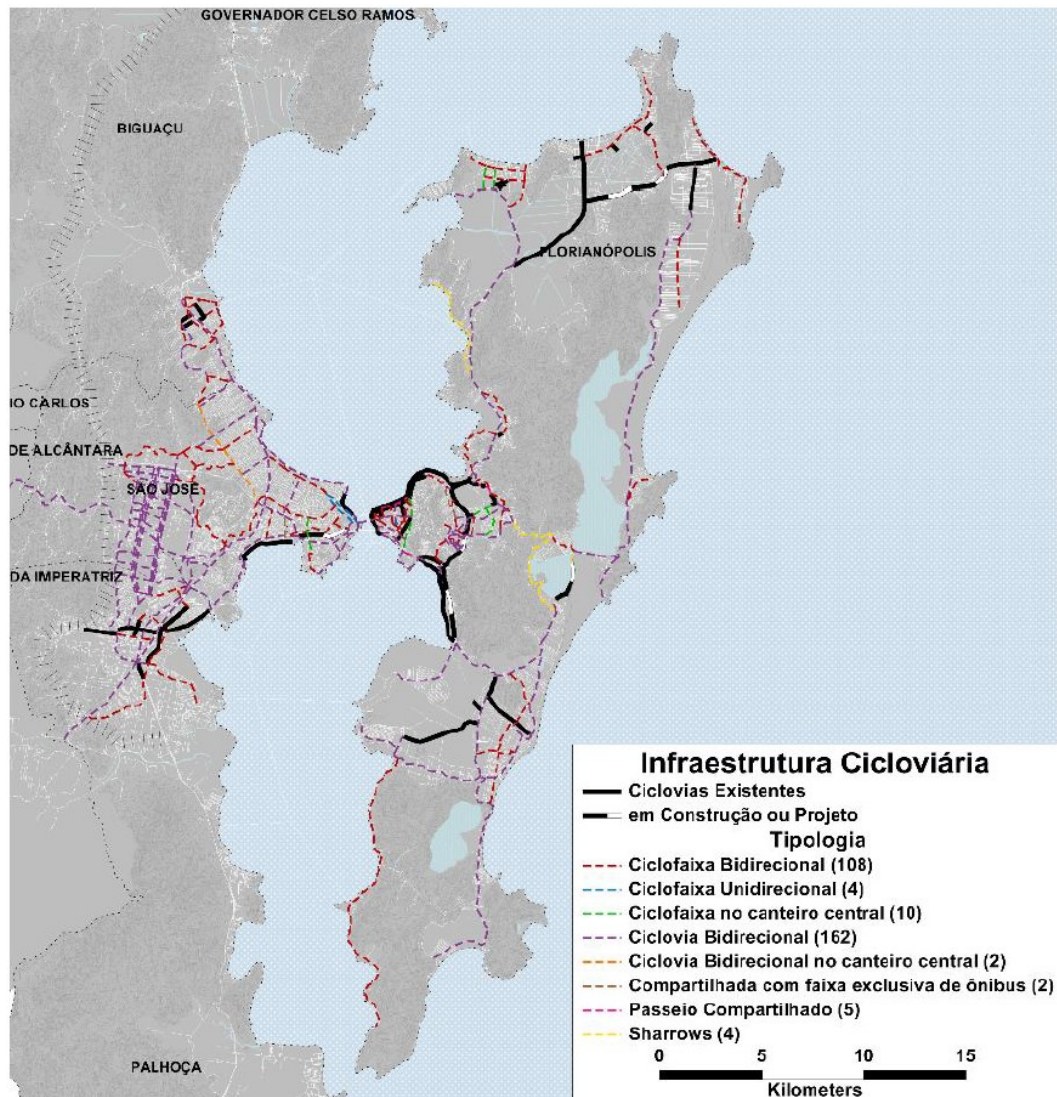
Figura 26 – Levantamento da rede ciclovária



Fonte: PLAMUS, 2015.

Comparativamente na Figura 27 a seguir tem-se a proposta do PLAMUS (2015) de implantar 473 km de sistema ciclovário até 2025 na Região da Grande Florianópolis.

Figura 27 – Proposta de infraestrutura cicloviária para 2025



Fonte: PLAMUS (2015).

Contudo, foi identificado que a falta de ciclovias, de ciclofaixas e de segurança no trânsito limitava o aumento de adesão, mesmo que a região se mostrasse propícia para a utilização de bicicletas.

Em paralelo, podemos observar na Tabela 3 a seguir, a quantidade de quilômetros implementados pela PMF até o ano de 2024.

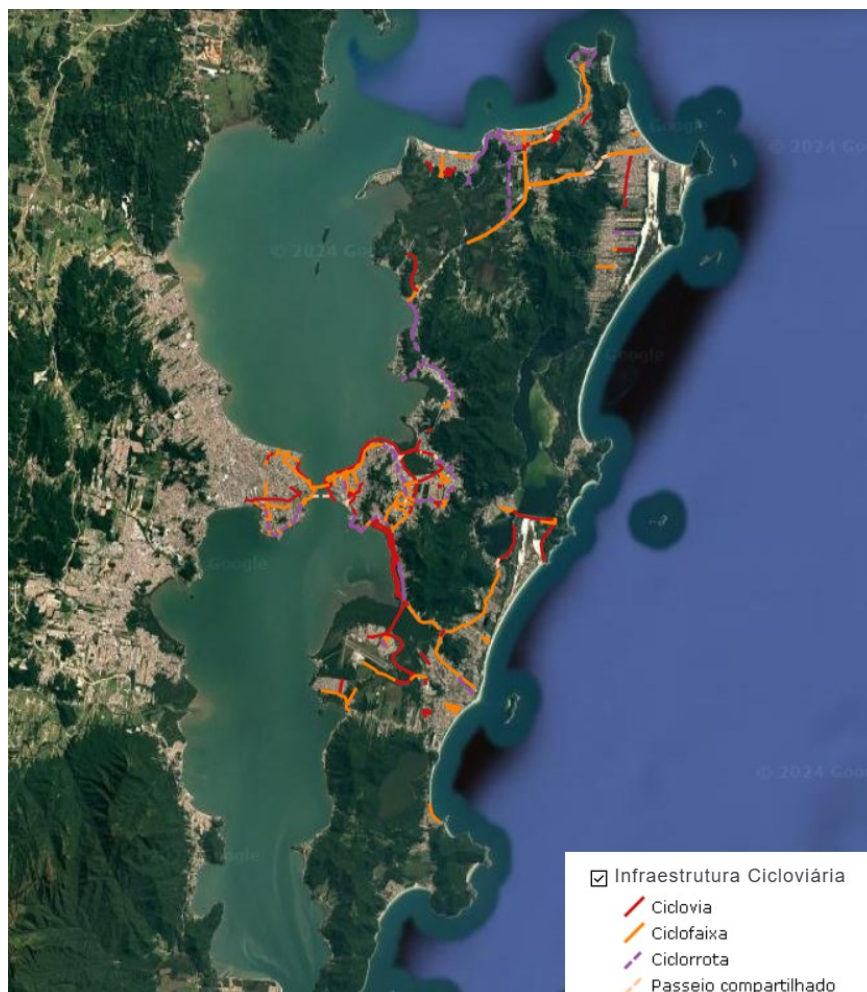
Tabela 3 – Indicadores da quilometragem de ciclovias em Florianópolis

| Tipologia            | Antes do +Pedal (até 2016) | Atualmente |
|----------------------|----------------------------|------------|
| Ciclovias            | 29,72 km                   | 68,32 km   |
| Ciclofaixas          | 37,54 km                   | 91,14 km   |
| Ciclorrota           | 0 km                       | 71,43 km   |
| Espaço compartilhado | 7,94 km                    | 9,40 km    |
| Total                | 75,2 km                    | 240,30 km  |

Fonte: Rede de planejamento PMF (2024).

A Figura 28 ilustra os dados da Tabela 3, onde é possível observar as ciclovias existentes em Florianópolis em 2024 em sua extensão total de 240,30 km construídos.

Figura 28 – Sistema ciclovitário de Florianópolis

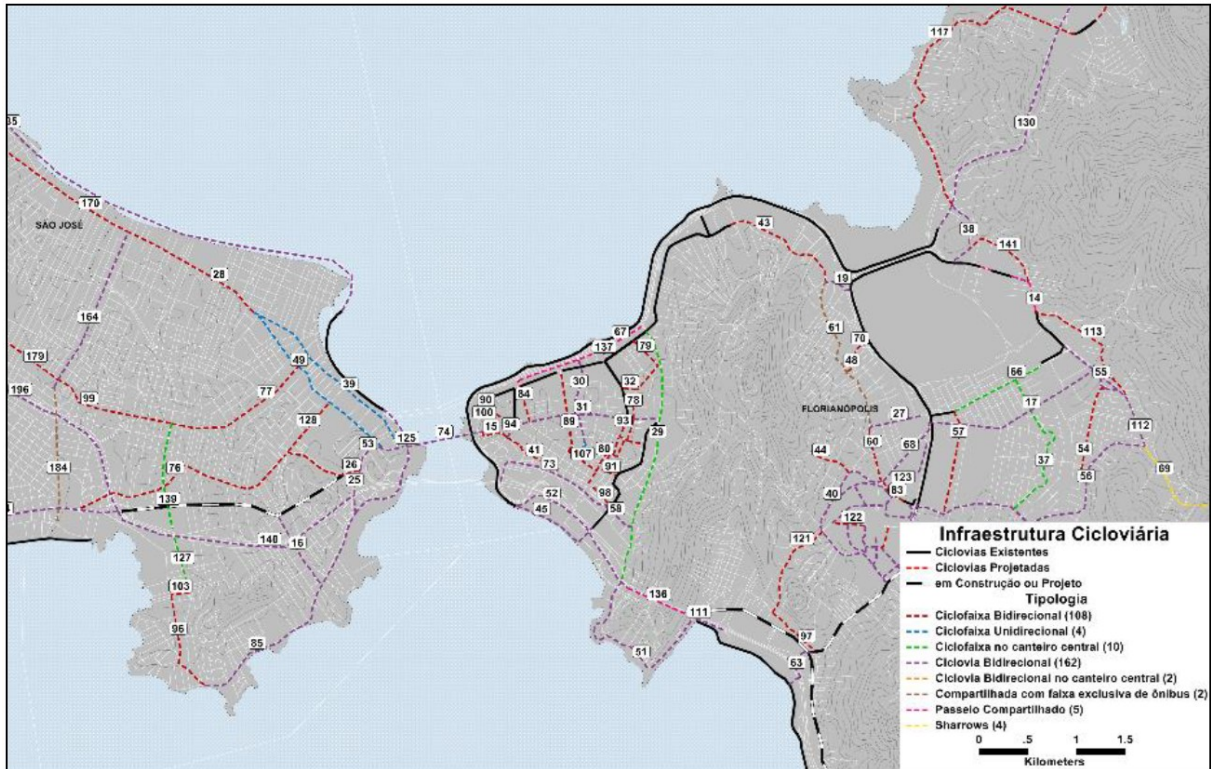


Fonte: geoprocessamento IPUF (2024).



Na Figura 29 a seguir fornecida no relatório do PLAMUS (2015), é possível observar que na R. Lauro Linhares se tem a proposta de uma Ciclovia, no entanto no local foi implementado uma ciclorrota pela PMF.

Figura 29 – Proposta de sistema cicloviário região central



Fonte: PLAMUS (2015).

### 5.1.2 Índice de acidentes

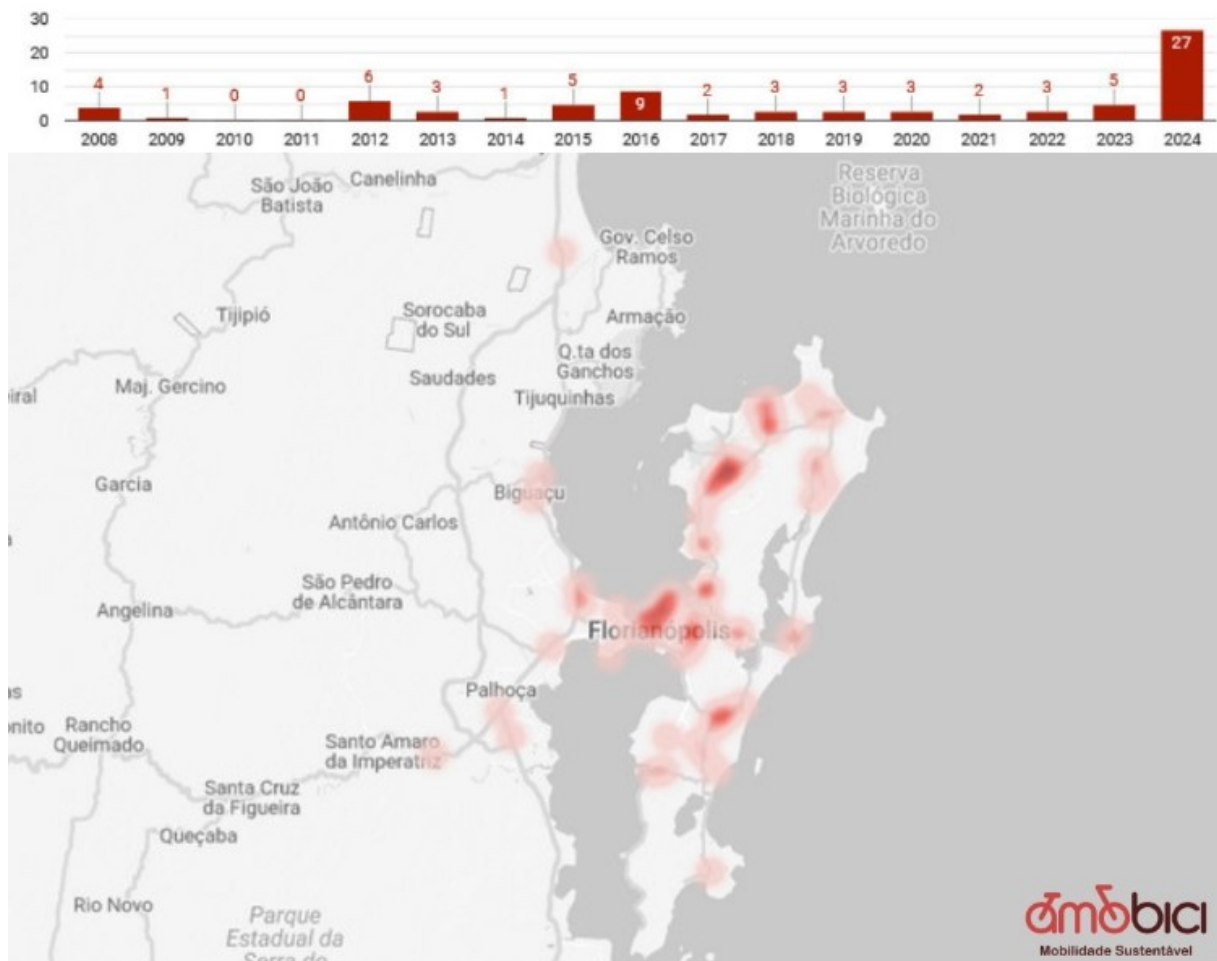
A Figura 30 mostra o índice histórico dos acidentes na região de Florianópolis e a localização destes acidentes caracterizando as áreas que carecem de maior segurança aos ciclistas.

Dentre as regiões com maior índice de acidentes, caracterizadas por vermelho intenso, é possível observar a região de Santo Antônio de Lisboa e o bairro de Ratoles. Atualmente estão sendo realizadas obras de duplicação na região, assim como a construção recente de uma passarela. Segundo a Associação Mobilidade por Bicicleta, AMOBICI (2024), “No caso da SC-401, a prefeitura assumiu uma obra no trecho entre Santo Antônio e o acesso a Ratoles/Jurerê, onde está em adição uma nova faixa de rolamento e o projeto contém um mero acostamento supostamente sinalizado como ‘ciclofaixa’, sem trazer qualquer garantia de segurança, e em

desacordo com leis municipais (078/2001) e as recomendações do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) para este tipo de rodovia.”

Também é possível observar na Figura 28 que as áreas com maior índice de acidentes, em vermelho intenso, coincidem com a proximidade de terminais urbanos de integração.

Figura 30 – Índice de atropelamentos de Ciclistas



Fonte: AMOBICI (2024).

### 5.1.3 Terminal de Integração

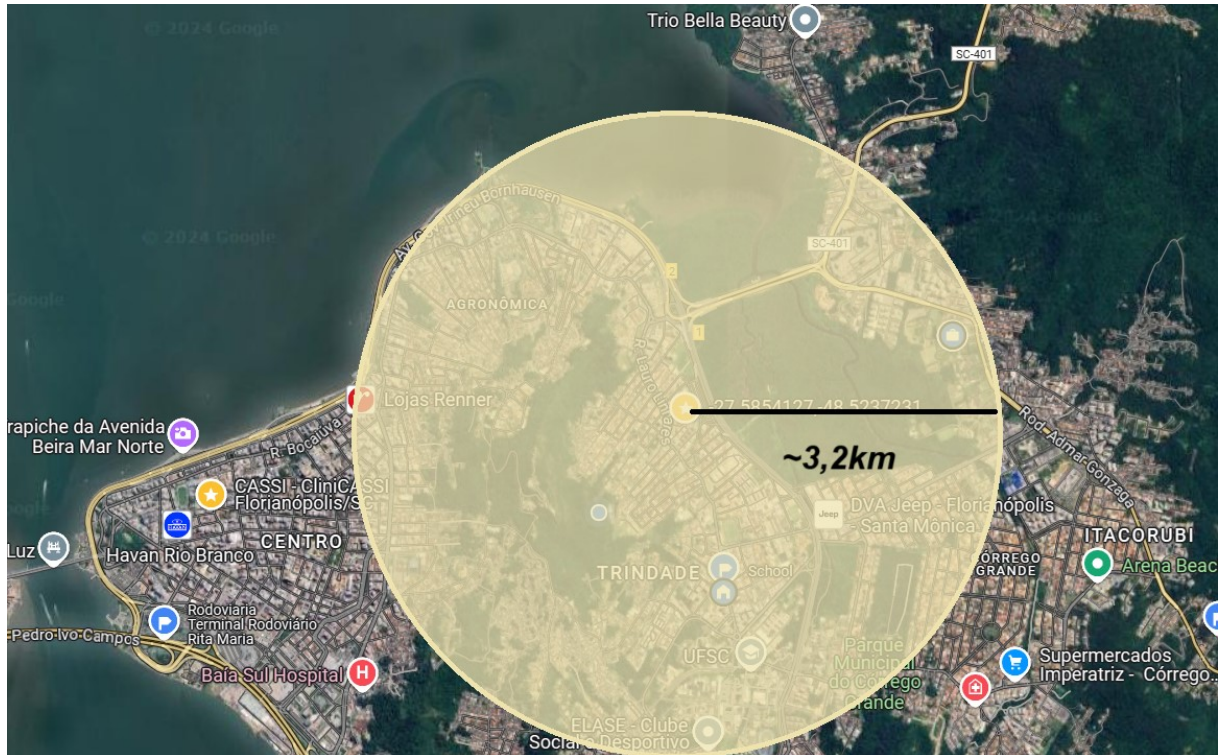
Para analisar vários fatores que influenciam a interação entre bicicleta no espaço público, foi escolhido o terminal TITRI como ponto central da área de estudos na intenção de simplificar as variáveis, conforme a Figura 31.

O TITRI que está localizado mais a leste na região central, perto do manguezal do Itacorubi, próximo ao shopping center Villa Romana, a Universidade Federal de



Santa Catarina, o Centro Integrado de Cultura, o supermercado Angeloni Beiramar e a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Esses são considerados principais polos geradores de tráfego dentro da área de raio de ação de 3,2 km.

Figura 31 – Abrangência aproximada da área de estudos



Fonte: O autor (2024).

Em 2015, a participação das bicicletas representava 3,7% do total das viagens na cidade, enquanto 7% das viagens com motivo de estudo eram realizadas por esse meio (PLAMUS, 2015).

Com base nestas informações e na Tabela 2 mostrada no capítulo 2, para este trabalho, a UFSC foi escolhida como principal polo gerador de viagens da região.

O Sistema Ciclovitário da área de estudo é composto em suas principais rotas, uma ciclovia na Avenida Professor Henrique Da Silva Fontes, uma ciclofaixa na Avenida Madre Benvenuta e outra transversal a esta na Rua Santa Luzia e uma Ciclorrota na Rua Lauro Linhares (Figura 32).

As vias cicláveis escolhidas para avaliação foram:

- Ciclovia da Beira-Mar Norte (extensão de ~1,900 m).
- Ciclofaixa da Madre Benvenuta (extensão ~580 m).
- Ciclofaixa Rua Santa Luzia (extensão ~385 m)

- Ciclorrota da Lauro Linhares (extensão ~1,200m).
- Ciclofaixa Rua Delfino Conti (extensão ~380m).

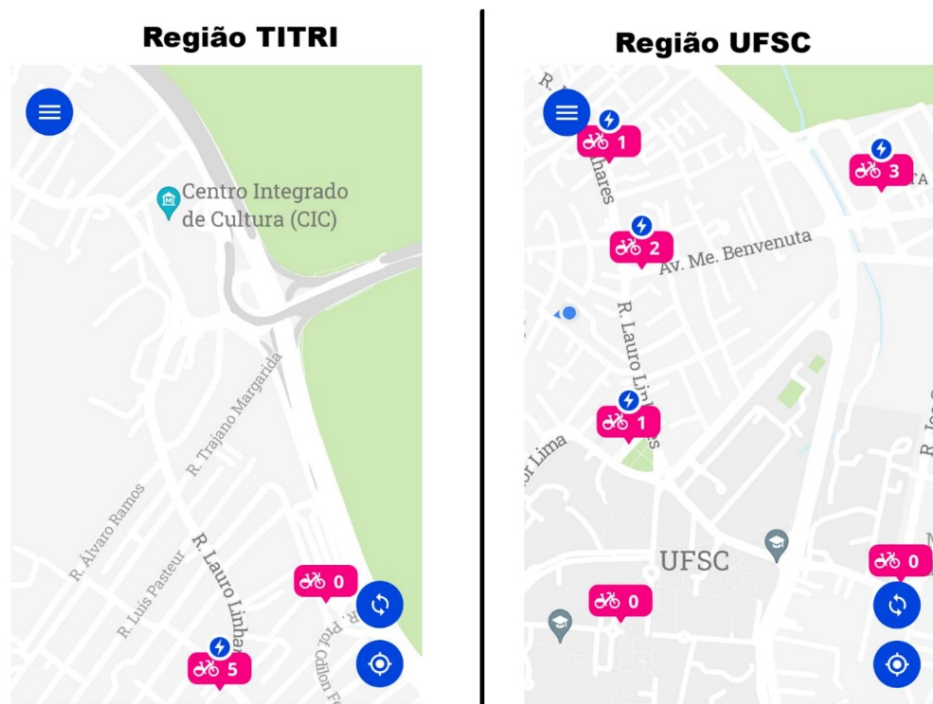
Figura 32 – Sistema ciclovitário atual, região central



Fonte: PMF (2023).

No aplicativo para dispositivos móveis da empresa de compartilhamento de bicicletas, Tembici, foi levantada a quantidade de 8 estações de bicicleta de aluguel na área relevante para esse trabalho, conforme ilustrada na Figura 33. A área à esquerda abrange a região do TITRI e à direita, a região da UFSC.

Figura 33 – Estações de bicicletas de Aluguel Tembici



Fonte: Aplicativo Tembici (2024).

## 5.2 O SISTEMA CICLOVIÁRIO IDEAL

Considerando-se os fatores referentes ao método de Dixon (1996), que já foram relatados anteriormente, ressalta-se os motivos pela escolha deste modelo. Em relação aos modelos estudados, este se mostrou mais completo e faz uso de dados passíveis de serem coletados com facilidade. Uma das críticas ao modelo é que não houve tentativa em associar o nível de serviço com a percepção do ciclista (Fujiwara, 2017).

Além disso, observou-se que os ciclistas optam, em sua maioria (55% dos entrevistados), por uma rota de menor distância entre os pontos de origem e de destino, Campos e Cardoso (2016).

Assim, a metodologia considera que o sistema ciclovitário seja planejado a partir da identificação dos polos geradores de viagens no local (cidade/ região) onde será implantado (conforme sugere GEIPOT, 2001), da identificação da rota de menor caminho entre estes polos geradores de viagens e da qualificação dos segmentos que compõem estas rotas.

Como citado anteriormente, o PLAMUS propôs uma ciclovia na rua Lauro Linhares. No entanto, atualmente está implantada uma ciclorrota no local.

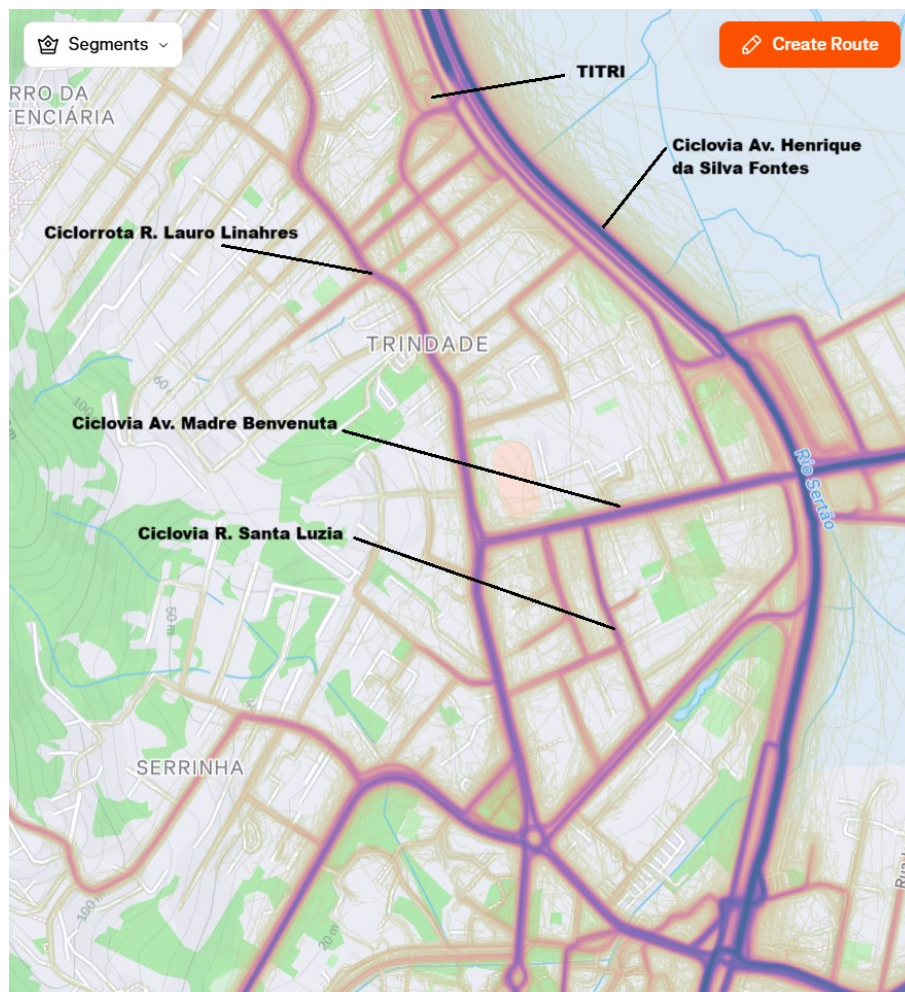


Foram comparados os mapas da proposta do PLAMUS e o *heatmap* do aplicativo STRAVA, usando a proposta metodológica da dissertação de mestrado de Fujiwara (2017).

Os locais escolhidos foram áreas com terminais de integração de transporte público e próximo a ciclovias, ciclofaixas ou ciclorrotas. Além disso, para a avaliação dos principais polos geradores de demanda de tráfego foi determinada a menor rota entre esses pontos com uso do *Google Maps*.

Analisando o *heatmap* a seguir, Figura 34, é possível observar que a rota pela ciclovia Av. Henrique da Silva Fontes é o caminho mais utilizado pelos ciclistas, seguido pela ciclorrota na R. Lauro Linhares e pela ciclovia da Av. Madre Benvenuta. Também é ilustrado que ciclovia da R. Santa Luzia é pouco utilizada, mas mesmo assim apresenta mais uso do que as ruas em seu entorno sem infraestrutura cicloviária.

Figura 34 – *Heatmap* da área de estudo

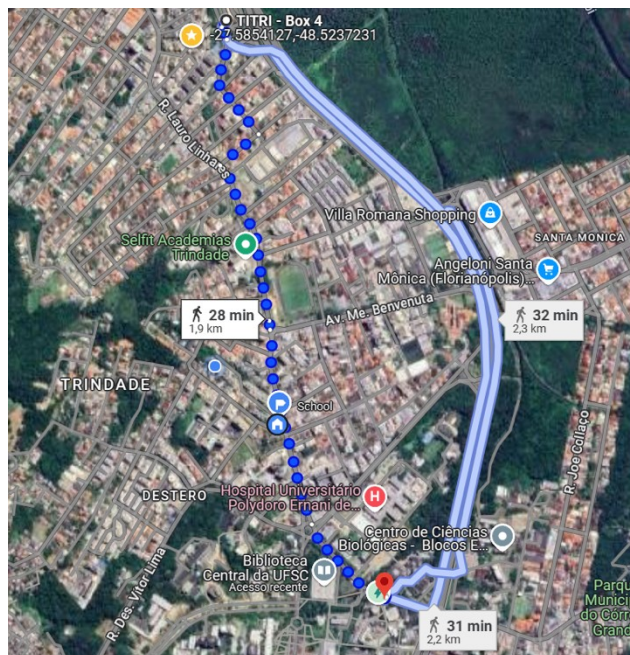


Fonte: Strava (2024).

Foi usada a ferramenta do Google *Maps* para a verificação da rota de menor caminho entre o TITRI e a UFSC. Para gerar as rotas, foi escolhida a opção “caminhada” e o resultado é ilustrado na Figura 35.

A rota pela Rua Lauro Linhares se mostrou o menor caminho possível, com 1,9 km. Uma alternativa, que não aparece na figura, é a rota pela Rua Santa Luzia que tem a mesma distância que a rota pela Avenida Henrique da Silva Fontes, linha contínua azul claro na Figura 35.

Figura 35 – Rota de menor caminho

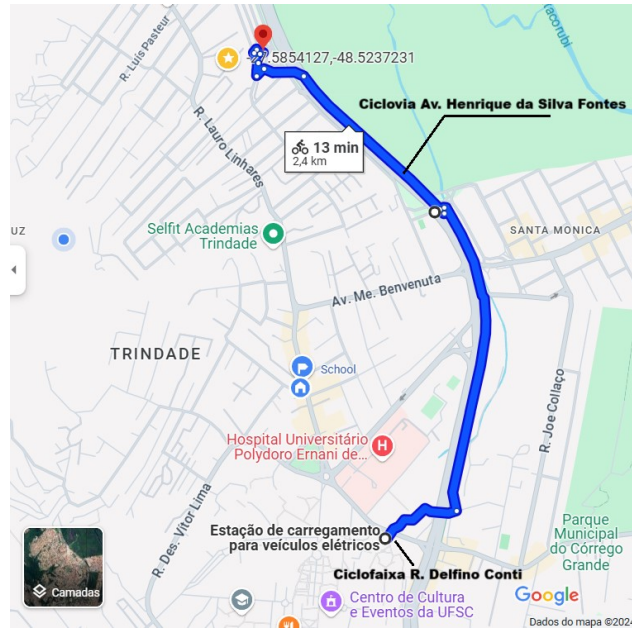


Fonte: Google *Maps* (2024).

Dessa forma, as rotas escolhidas que passam por infraestruturas cicloviárias foram divididas em dois segmentos, X e Y, tanto sentido TITRI – UFSC como também no sentido contrário UFSC – TITRI:

Rota X: ciclovia a partir da Avenida Professor Henrique Da Silva Fontes (Beira Mar Norte) até a ciclofaixa da Rua Delfino Conti, com 2,4 km.

Figura 36 – Rota X: sentido TITRI – UFSC



Fonte: Google Maps (2024).

O Google Maps (Figura 37) sugere uma rota passando pelo elevador CIC, o que aumenta o percurso, pois não poderia seguir no contrafluxo do trânsito.

Figura 37 – Rota X: sentido UFSC – TITRI



Fonte: Google Maps (2024).



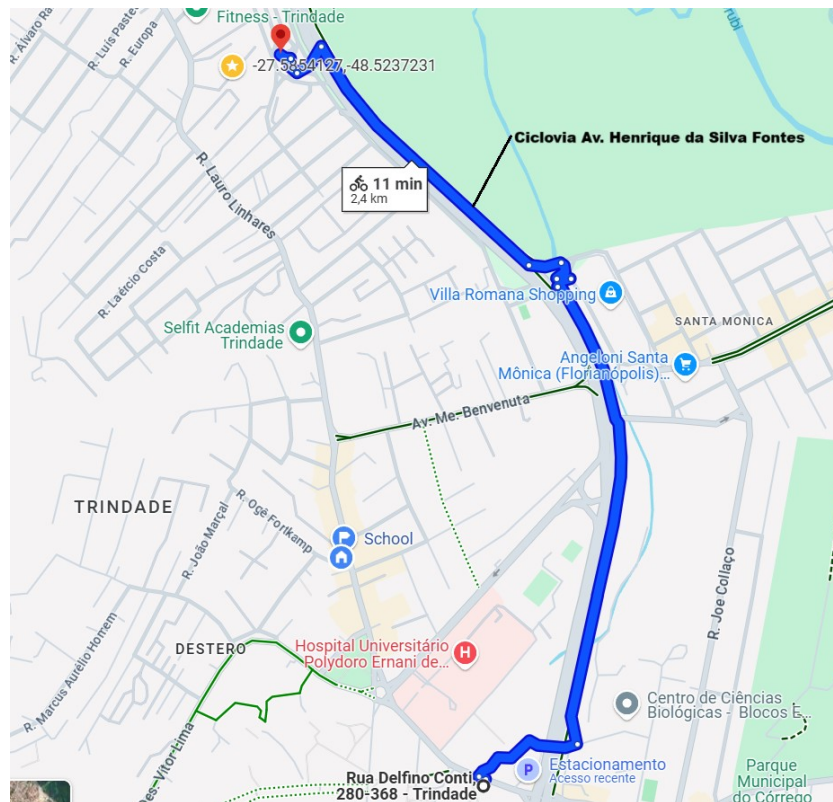
O cruzamento do TITRI para a ciclovia da Av. Henrique da Silva Fontes (Figura 38) não é compartilhado entre pedestres e ciclistas, o que faria, de acordo com o CTB, o ciclista desmontar da bicicleta e fazer esta última parte do trajeto caminhando ao lado da bicicleta (Figura 39).

Figura 38 – Cruzamento não compartilhado (TITRI – Ciclovia)



Fonte: O Autor (2024).

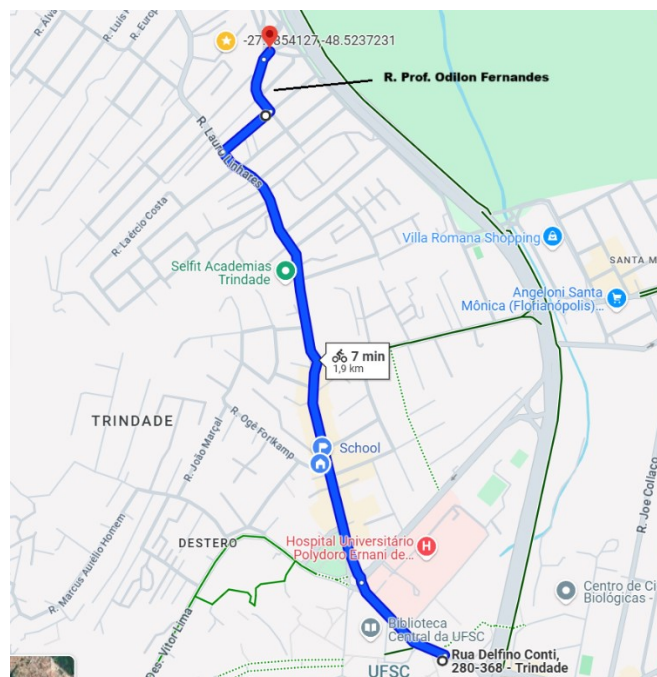
Figura 39 – Rota X: sentido UFSC – TITRI (Alteração do trajeto)



Fonte: Google Maps (2024).

Rota Y: sentido UFSC – TITRI: ciclofaixa da Rua Delfino Conti, pela ciclorrota da Rua Lauro Linhares até a R. Prof. Odilon Fernandes (1,9 km), Figura 40.

Figura 40 – Rota Y: sentido UFSC – TITRI



Fonte: Google Maps (2024).



No entanto, ao se analisar as rotas, foi possível notar que a rota Y não compartilha do mesmo caminho nos dois sentidos, pois saindo do TITRI o ciclista se encontra no contrafluxo do trânsito, Figura 40. Desta forma, o ciclista precisa acessar a rua mais próxima pela marginal da via arterial (Rua Professor Lauro Caldeira de Andrada) da Avenida Professor Henrique Da Silva Fontes, obrigando-o a caminhar ao lado da bicicleta pela calçada até o cruzamento de retorno junto ao TITRI (Figura 41). Este cruzamento coloca a segurança do ciclista em risco devido à falta de ângulo de visão e às altas velocidades em que os veículos motorizados se aproximam, não existindo nenhuma sinalização de alerta ou orientação.

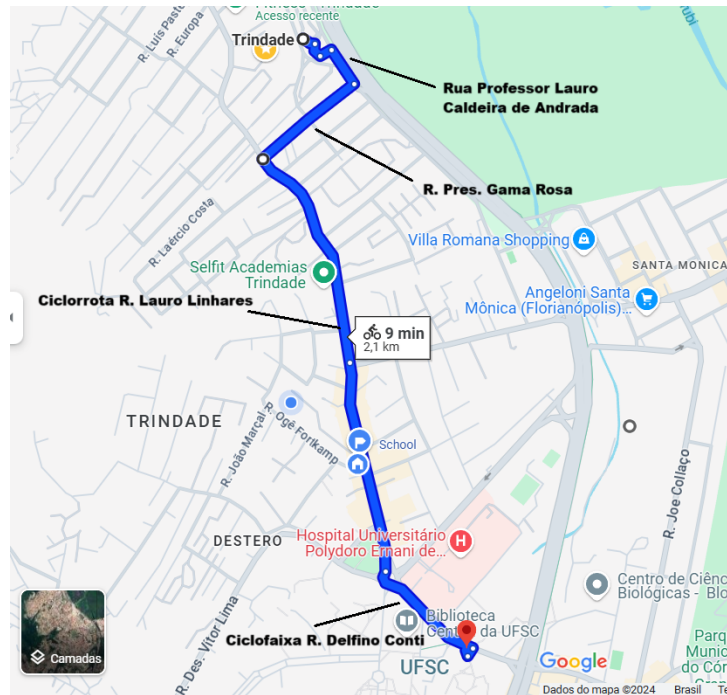
Figura 41 – Cruzamento sem sinalização para ciclistas



Fonte: O Autor (2024).

Rota Y: sentido TITRI – UFSC: a partir da Rua Professor Lauro Caldeira de Andrada, passando pela Rua Pre. Gama Rosa, pela ciclovia da Rua Lauro Linhares até a Rua Delfino Conti (2,1 km) (Figura 42).

Figura 42 – Rota Y: sentido TITRI – UFSC



Fonte: Google Maps (2024).

### 5.3 AVALIAÇÃO DO TERMINAL DE TRANSPORTE PÚBLICO

O Terminal de Integração da Trindade (TITRI) foi escolhido para análise segundo a sugestão de trabalhos futuros da dissertação de mestrado de Fujiwara (2017), usada como base para o método de classificação do nível de infraestrutura existente que possibilita a integração entre a bicicleta e o transporte público.

A pesquisa de Fujiwara (2017) levou em consideração as características de infraestrutura, como o acesso e o estacionamento de bicicletas, e outras facilidades, como vestiários e conexão com ciclofaixa ou ciclovia. Ela observou que em nenhum dos outros terminais havia bicicletários com zeladoria e nem vestiários dentro dos terminais, mas eles possuíam em suas proximidades paraciclos instalados. Dessa forma, ela considerou que a integração entre transporte coletivo e cicloviário é possível. Além de que a localização dos paraciclos tinha vigilância passiva, ou seja, estavam próximos às calçadas e a acessos que permitiam a sua visibilidade por pedestres. No entanto não existiam placas indicativas ou orientação.

O TITRI apresenta resultados muito semelhantes aos encontrados na pesquisa da Fujiwara em outros terminais da cidade, conforme demonstrado no Quadro 6.

Quadro 6 – Avaliação TITRI

| Data:                               |   | Horário:                              |   | Terminal:                   |     |               |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------|---|-----------------------------|-----|---------------|
| <b>Estacionamento de Bicicletas</b> |   |                                       |   | sim                         | não | não se aplica |
| 1                                   | Existe bicicletário próximo ao terminal?  |                                       | x |                             |     |               |
| 2                                   | Possui controle de acesso?  |                                       |   |                             |     | x             |
| 3                                   | Existe Vestiário dentro do bicicletário?  |                                       |   |                             |     | x             |
| Número de vagas                     |   |                                       |   |                             |     |               |
| 4                                   | Existem paraciclos próximo do terminal ?  | x                                     |   |                             |     |               |
| 5                                   | Estão instalados em locais com vilância passiva (próximo de calçadas, acessos, com visibilidade)?                                   | x                                     |   |                             |     |               |
| 6                                   | Possui sinalização informando onde estão localizados os bicicletários ou paraciclos?  |                                       |   | x                           |     |               |
| 7                                   | Os estacionamentos tem conexão com ciclovias e ciclofaixas?   | x                                     |   |                             |     |               |
| Número de vagas                     |   |                                       |   |                             |     | 16            |
| <b>Terminais</b>                    |   |                                       |   | sim                         | não | não se aplica |
| 8                                   | Existem Bicicletário/paraciclo dentro dos terminais?  |                                       |   | x                           |     |               |
| 9                                   | Existe a possibilidade de transporte de bicicletas dentro dos ônibus ?  |                                       |   | x                           |     |               |
| 10                                  | Os ônibus possuem acesso facilitado para as bicicletas?   |                                       |   |                             |     | x             |
| 11                                  | As plataformas são planas e acessíveis para bicicletas?   | x                                     |   |                             |     |               |
| 12                                  | Existem catracas adaptadas para bicicleta/cadeirante?   |                                       | x |                             |     |               |
| 13                                  | Existem vestiários?   |                                       |   | x                           |     |               |
| 14                                  | Se houver existência de escadas nos terminais, possuem algum tipo de adaptação (canaletas) ou elevadores para o acesso da bicicleta |                                       |   |                             |     | x             |
| <b>Total SIM:</b>                   |   | <b>Total de questões respondidas:</b> |   | <b>Percentual Positivo:</b> |     | 50%           |

Fonte: O Autor (2024).

Como se pode observar no Quadro 6, o terminal TITRI obteve o desempenho de 50%, pois consegue integrar os modais com certo conforto. Esse resultado se deve à presença de uma ciclovia que chega ao terminal, conectada a ele por uma faixa de pedestres. Observou-se também a presença de bicicletas estacionadas nos paraciclos ao lado do terminal. Embora não seja possível afirmar que todas as pessoas que estacionaram as bicicletas utilizaram ônibus, esses dados indicam que essa integração é possível.

#### 5.4 AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇOS DAS ROTAS

O estudo do nível de serviço das rotas cicláveis propostas foi feito por meio do Método de Dixon (1996) já citado na seção 3.5. Cada fator do modelo foi aplicado levando em conta a realidade da cidade de Florianópolis.

A rota X, sentido TITRI-UFSC, é apresentada nos Quadros 7, 8 e 9.

A ciclovia obteve boas notas, Quadro 7, pois é bidirecional, tem uma boa largura e poucos conflitos em sua extensão. No entanto, é insuficiente na questão de melhorias em sua interseção com o TITRI. Outra questão que faz com que ela perca pontos é a localização em uma avenida de alta velocidade e alto volume de veículos motorizados.

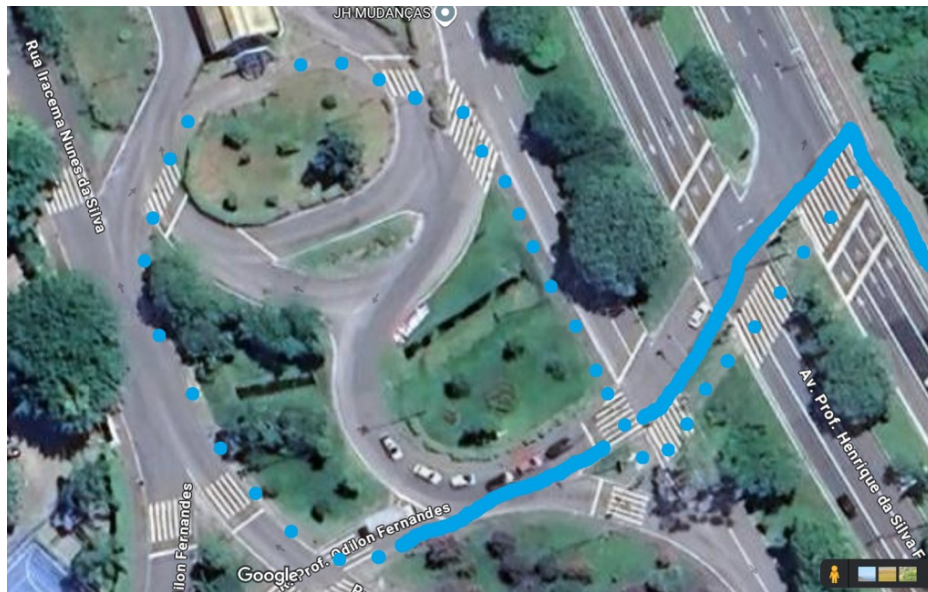
Quadro 7 – Nível de serviço da rota X (trecho 1)

| Trecho: Av. Henrique Da Silva Fontes                        |   |          |
|---|---|----------|
| Categoria   | Critério  | Pontos   |
| Instalações para ciclistas                                  | Ciclovia > 3,66m                                | 5        |
| Conflitos   | Garagens e cruzamentos                          | 1        |
|   | Ausência de barreiras                           | 0,5      |
|   | Ausência de barreiras de estacionamento lateral | 1        |
|   | Presença de canteiros divisórios                | 0,5      |
|   | Distância de visibilidade não obstruída         | 0,5      |
|   | Melhorias das interseções para o ciclismo       | 0        |
| Diferencial de velocidade entre veículos e bicicletas       | >48 km/h (80 km/h - 24km/h = 56 km/h)           | 0        |
| Nível de Serviço para veículos motorizados                  | Mais que 6 faixas de rodagem                    | 0        |
| Manutenção das vias   | Sem Problemas                                   | 2        |
| Programas específicos para melhorar o transporte ciclovário | Programa Mais Pedal                             | 1        |
| Cálculos (ajuste da nota dos segmentos)                     | Extensão do Trecho (km)                         | 2        |
|   | Extensão Total (km)                             | 2,4      |
|   | Índice dos segmentos <sup>º</sup>               | 11,5     |
|   | Peso dos segmentos <sup>1</sup>                 | 0,833333 |
|   | Índice ajustado dos segmentos <sup>2</sup>      | 9,583333 |

Fonte: O Autor (2024).

No trecho 1, saindo do TITRI, o ciclista pode caminhar com a bicicleta ao seu lado e fazer o cruzamento até acessar a ciclovia, rota pontilhada em azul na Figura 43, ou acessar a Rua Odilon Fernandes, conforme a linha contínua em azul na Figura 43 a seguir.

Figura 43 – Cruzamento no TITRI



Fonte: Google Maps (2024).

No trecho 2, o ciclista acessa a ciclofaixa da Rua Delfino Conti, que é bem-sinalizada, mas muito estreita por ser unidirecional. Seu curto trajeto também não agrega muito peso ao cálculo final, conforme o Quadro 8.

Quadro 8 – Nível de serviço da rota X (trecho 2)

| Trecho: Rua Delfino Conti                                     |  |          |
|---|--|----------|
| Categoria   | Critério   | Pontos   |
| Instalações para ciclistas                                    | Ciclovias < 3,66m  | 0        |
| Conflitos   | Garagens e cruzamentos                                     | 1        |
|   | Ausência de barreiras                                      | 0,5      |
|   | Ausência de barreiras de estacionamento lateral            | 1        |
|   | Presença de canteiros centrais                             | 0        |
|   | Distância de visibilidade não obstruída                    | 0,5      |
|   | Melhorias das interseções para o ciclismo                  | 0,5      |
| Diferencial de velocidade entre veículos e bicicletas         | <24 km/h (40 km/h - 24km/h = 16 km/h)                      | 2        |
| Nível de Serviço para veículos motorizados                    | Menos que 6 faixas de rodagem, alto volume e algumas filas | 1        |
| Manutenção das vias   | Sem Problemas  | 2        |
| Programas específicos para melhorar o transporte ciclovitário | Programa Mais Pedal  | 1        |
| Cálculos (ajuste da nota dos segmentos)                       | Extensão do Trecho (km)                                    | 0,4      |
|   | Extensão Total (km)  | 2,4      |
|   | Índice dos segmentos <sup>º</sup>                          | 9,5      |
|   | Peso dos segmentos <sup>1</sup>                            | 0,166667 |
|   | Índice ajustado dos segmentos <sup>2</sup>                 | 1,583333 |

Fonte: O Autor (2024).

Conforme as definições de pontuação do nível de serviço para ciclistas determinadas por Dixon (1996), no Quadro 9 a seguir, a rota X passando pela ciclovía da Av. Henrique da Silva Fontes obteve a pontuação de 11,17, Quadro 9, resultando no nível “C”. A classificação “C” descreve a via como: “Adequada para a maioria dos ciclistas... Sendo em alguns locais menos amigáveis ao longo do corredor.”

Quadro 9 – Nível de Serviço Rota X – Resultado

|                                 |  |          |
|---------------------------------|--|----------|
| Índice do corredor <sup>3</sup> | Índice do corredor <sup>3</sup> = soma dos índices ajustados dos segmentos no corredor | 11,16667 |
|                                 | Índice dos segmentos <sup>0</sup> = soma dos pontos nas seis categorias                |          |
|                                 | Peso dos segmentos <sup>1</sup> = comprimento do segmento/comprimento do corredor      |          |
|                                 | Índice ajustado dos segmentos <sup>2</sup> = Índice dos segmentos x peso dos segmentos |          |
|                                 | NÍVEL DE SERVIÇO   | C        |

Fonte: O Autor (2024).

O sentido oposto da rota X obteve a mesma nota por não haver alterações ou conflitos diferentes dos apresentados anteriormente. A única ressalva seria que o ciclista não consegue acessar o TITRI pedalando, tendo que acessar o trecho final do cruzamento da Av. Henrique Da Silva Fontes caminhando ao lado da bicicleta, ou fazer uma volta maior pelo trajeto do elevado do CIC, conforme observado na Figura 35.

Os Quadros 10, 11, 12 e 13 a seguir mostram o cálculo da rota Y, sentido UFSC-TITRI, que tem o menor caminho analisado.

Da mesma forma que analisado anteriormente, a ciclofaixa da Rua Delfino Conti (trecho 1) obteve uma nota semelhante. No entanto, não existe sinalização indicativa na rótula da Trindade, e o conflito com o ponto de ônibus se torna uma barreira que também desconta pontos, conforme calculado no Quadro 10 a seguir.



Quadro 10 – Rota Y: sentido UFSC – TITRI (trecho 1)

| Trecho: Ciclofaixa Rua Delfino Conti                         |   |          |
|--|---|----------|
| Categoria  | Critério  | Pontos   |
| Instalações para ciclistas                                   | Ciclovias < 3,66m                               | 0        |
| Conflitos  | Garagens e cruzamentos                          | 1        |
|  | Ausência de barreiras                           | 0        |
|  | Ausência de barreiras de estacionamento lateral | 1        |
|  | Presença de canteiros divisórios                | 0        |
|  | Distância de visibilidade não obstruída         | 0,5      |
|  | Melhorias das interseções para o ciclismo       | 0        |
| Diferencial de velocidade entre veículos e bicicletas        | >48 km/h (30 km/h - 24km/h = 6 km/h)            | 2        |
| Nível de Serviço para veículos motorizados                   | Menos que 6 faixas de rodagem, com filas        | 1        |
| Manutenção das vias  | Sem Problemas                                   | 2        |
| Programas específicos para melhorar o transporte cicloviário | Programa Mais Pedal                             | 1        |
| Cálculos (ajuste da nota dos segmentos)                      | Extensão do Trecho (km)                         | 0,25     |
|  | Extensão Total (km)                             | 1,9      |
|  | Índice dos segmentos <sup>9</sup>               | 8,5      |
|  | Peso dos segmentos <sup>1</sup>                 | 0,131579 |
|  | Índice ajustado dos segmentos <sup>2</sup>      | 1,118421 |

Fonte: O Autor (2024).

O trecho 2, ciclorrota da Rua Lauro Linhares, avaliado no Quadro 11, é o segmento mais longo e o com a menor nota, pois a falta de segregação da via com os veículos motorizados, além do alto volume de veículos que apesar da baixa velocidade estão frequentemente acessando garagens e cruzamentos, também existe pouca sinalização indicativa e as presentes se encontram apagadas.

Quadro 11 – Rota Y: sentido UFSC – TITRI (trecho 2)

| Trecho: Ciclorrota Rua Lauro Linhares                        |   |          |
|--|---|----------|
| Categoria  | Critério  | Pontos   |
| Instalações para ciclistas                                   | Ciclovia < 3,66m  | 0        |
| Conflitos  | Garagens e cruzamentos  | 0        |
|  | Ausência de barreiras   | 0        |
|  | Ausência de barreiras de estacionamento lateral               | 1        |
|  | Presença de canteiros centrais                                | 0        |
|  | Distância de visibilidade não obstruída                       | 0,5      |
|  | Melhorias das interseções para o ciclismo                     | 0        |
| Diferencial de velocidade entre veículos e bicicletas        | <24 km/h (40 km/h - 24km/h = 16 km/h)                         | 2        |
| Nível de Serviço para veículos motorizados                   | Menos que 6 faixas de rodagem, alto volume e filas frequentes | 1        |
| Manutenção das vias  | Problemas infrequentes  | 0        |
| Programas específicos para melhorar o transporte cicloviário | Programa Mais Pedal   | 1        |
| Cálculos (ajuste da nota dos segmentos)                      | Extensão do Trecho (km)                                       | 1,4      |
|  | Extensão Total (km)   | 1,9      |
|  | Índice dos segmentos <sup>9</sup>                             | 5,5      |
|  | Peso dos segmentos <sup>1</sup>                               | 0,736842 |
|  | Índice ajustado dos segmentos <sup>2</sup>                    | 4,052632 |

Fonte: O Autor (2024).

O trecho 3, pela Rua Odilon Fernandes, analisado no Quadro 12 a seguir, apesar de não contar com nenhuma instalação cicloviária, obteve uma boa nota devido a baixa velocidade e pouco volume de veículos motorizados, mas seu trecho curto traz pouca consideração ao cálculo final.



Quadro 12 – Rota Y: sentido UFSC – TITRI (trecho 3)

| Trecho: R. Prof. Odilon Fernandes                            |   |          |
|--|---|----------|
| Categoria  | Critério  | Pontos   |
| Instalações para ciclistas                                   | Ciclovia < 3,66m                                | 0        |
| Conflitos  | Garagens e cruzamentos                          | 0        |
|  | Ausência de barreiras                           | 0        |
|  | Ausência de barreiras de estacionamento lateral | 1        |
|  | Presença de canteiros centrais                  | 0        |
|  | Distância de visibilidade não obstruída         | 0,5      |
|  | Melhorias das interseções para o ciclismo       | 0        |
| Diferencial de velocidade entre veículos e bicicletas        | <24 km/h (30 km/h - 24km/h = 6 km/h)            | 2        |
| Nível de Serviço para veículos motorizados                   | Menos que 6 faixas de rodagem                   | 2        |
| Manutenção das vias  | Sem Problemas                                   | 2        |
| Programas específicos para melhorar o transporte cicloviário | Programa Mais Pedal                             | 1        |
| Cálculos (ajuste da nota dos segmentos)                      | Extensão do Trecho (km)                         | 0,25     |
|  | Extensão Total (km)                             | 1,9      |
|  | Índice dos segmentos <sup>º</sup>               | 8,5      |
|  | Peso dos segmentos <sup>1</sup>                 | 0,131579 |
|  | Índice ajustado dos segmentos <sup>2</sup>      | 1,118421 |

Fonte: O Autor (2024).

A rota Y passando pela ciclorrota Lauro Linhares saindo da UFSC em direção ao TITRI obteve a pontuação 6,28 (Quadro 13), resultando no nível “E”. A classificação “E” descreve a via como: “Adequada para a maioria dos ciclistas experientes... Alto índice de interação com veículos motorizados... Inadequadas a ciclistas casuais e iniciantes”.

Quadro 13 – Resultado da rota Y: sentido UFSC – TITRI

|                                 |  |          |
|---------------------------------|--|----------|
| Índice do corredor <sup>3</sup> | Índice do corredor <sup>3</sup> = soma dos índices ajustados dos segmentos no corredor | 6,289474 |
|                                 | Índice dos segmentos <sup>º</sup> = soma dos pontos nas seis categorias                |          |
|                                 | Peso dos segmentos <sup>1</sup> = comprimento do segmento/comprimento do corredor      |          |
|                                 | Índice ajustado dos segmentos <sup>2</sup> = Índice dos segmentos x peso dos segmentos |          |
|                                 | NÍVEL DE SERVIÇO   | E        |

Fonte: O Autor (2024).

Os trechos dos Quadros 14, 15, 16, 17 e 18 trazem a análise da rota Y no sentido TITRI – UFSC.

O trecho 1 (Quadro 14) na Rua Professor Lauro Caldeira de Andrada fica na via marginal a Av. Henrique Da Silva Fontes. É um trecho curto, mas muito perigoso

devido a alta velocidade dos veículos e cruzamento perigoso sem visibilidade, conforme ilustrado anteriormente na Figura 41.

Quadro 14 – Rota Y: sentido TITRI – UFSC (trecho 1)

| <b>Trecho: R. Professor Lauro Caldeira de Andrada</b>        |   |               |
|--|---|---------------|
| <b>Categoria</b>   | <b>Critério</b>                                 | <b>Pontos</b> |
| Instalações para ciclistas                                   | Ciclovia < 3,66m                                | 0             |
| Conflitos  | Garagens e cruzamentos                          | 1             |
|  | Ausência de barreiras                           | 0             |
|  | Ausência de barreiras de estacionamento lateral | 1             |
|  | Presença de canteiros centrais                  | 0             |
|  | Distância de visibilidade não obstruída         | 0             |
|  | Melhorias das interseções para o ciclismo       | 0             |
| Diferencial de velocidade entre veículos e bicicletas        | 32 <-> 48 km/h (60 km/h - 24km/h = 36 km/h)     | 1             |
| Nível de Serviço para veículos motorizados                   | Mais que 6 faixas de rodagem                    | 0             |
| Manutenção das vias  | Sem Problemas                                   | 2             |
| Programas específicos para melhorar o transporte cicloviário | Programa Mais Pedal                             | 1             |
| Cálculos (ajuste da nota dos segmentos)                      | Extensão do Trecho (km)                         | 0,15          |
|  | Extensão Total (km)                             | 2,1           |
|  | Índice dos segmentos <sup>º</sup>               | 6             |
|  | Peso dos segmentos <sup>1</sup>                 | 0,071429      |
|  | Índice ajustado dos segmentos <sup>2</sup>      | 0,428571      |

Fonte: O Autor (2024).

No Quadro 15 a seguir, o trecho 2 na Rua R. Presidente Gama Rosa, assim como o trecho 1, não dispõe de infraestrutura cicloviária e tem muitos pontos de conflito. No entanto, apresenta pouco fluxo de veículos motorizados e em velocidade mais baixas.

Quadro 15 – Rota Y: sentido TITRI – UFSC (trecho 2)

| Trecho: R. Pre. Gama Rosa                                    |  |          |
|--|--|----------|
| Categoria  | Critério   | Pontos   |
| Instalações para ciclistas                                   | Ciclovia < 3,66m   | 0        |
| Conflitos  | Garagens e cruzamentos   | 0        |
|  | Ausência de barreiras  | 0        |
|  | Ausência de barreiras de estacionamento lateral                        | 1        |
|  | Presença de canteiros centrais   | 0        |
|  | Distância de visibilidade não obstruída                                | 0        |
|  | Melhorias das interseções para o ciclismo                              | 0        |
| Diferencial de velocidade entre veículos e bicicletas        | <24 km/h (30 km/h - 24km/h = 6 km/h)                                   | 2        |
| Nível de Serviço para veículos motorizados                   | Menos que 6 faixas de rodagem; Baixas velocidades e volume de veículos | 2        |
| Manutenção das vias  | Sem Problemas  | 2        |
| Programas específicos para melhorar o transporte cicloviário | Programa Mais Pedal  | 1        |
| Cálculos (ajuste da nota dos segmentos)                      | Extensão do Trecho (km)  | 0,3      |
|  | Extensão Total (km)  | 2,1      |
|  | Índice dos segmentos <sup>º</sup>                                      | 8        |
|  | Peso dos segmentos <sup>1</sup>  | 0,142857 |
|  | Índice ajustado dos segmentos <sup>2</sup>                             | 1,142857 |

Fonte: O Autor (2024).

Assim como em seu sentido contrário apresentado no Quadro 11, a ciclorrota sentido TITRI – UFSC (trecho 3) apresenta a mesma nota no Quadro 16 a seguir.

Quadro 16 – Rota Y: sentido TITRI – UFSC (trecho 3)

| Trecho: Ciclorrota Rua Lauro Linhares                        |   |          |
|--|---|----------|
| Categoria  | Critério  | Pontos   |
| Instalações para ciclistas                                   | Ciclovia < 3,66m  | 0        |
| Conflitos  | Garagens e cruzamentos  | 0        |
|  | Ausência de barreiras   | 0        |
|  | Ausência de barreiras de estacionamento lateral               | 1        |
|  | Presença de canteiros centrais                                | 0        |
|  | Distância de visibilidade não obstruída                       | 0,5      |
|  | Melhorias das interseções para o ciclismo                     | 0        |
| Diferencial de velocidade entre veículos e bicicletas        | <24 km/h (40 km/h - 24km/h = 16 km/h)                         | 2        |
| Nível de Serviço para veículos motorizados                   | Menos que 6 faixas de rodagem; alto volume e filas frequentes | 1        |
| Manutenção das vias  | Problemas infrequentes  | 0        |
| Programas específicos para melhorar o transporte cicloviário | Programa Mais Pedal   | 1        |
| Cálculos (ajuste da nota dos segmentos)                      | Extensão do Trecho (km)                                       | 1,4      |
|  | Extensão Total (km)   | 2,1      |
|  | Índice dos segmentos <sup>º</sup>                             | 5,5      |
|  | Peso dos segmentos <sup>1</sup>                               | 0,666667 |
|  | Índice ajustado dos segmentos <sup>2</sup>                    | 3,666667 |

Fonte: O Autor (2024).

Como analisada no Quadro 10, a ciclofaixa da Rua Delfino Conti (trecho 4) apresenta as mesmas características e notas do sentido contrário, como podemos observar no Quadro 17 a seguir.

Quadro 17 – Rota Y: sentido TITRI – UFSC (trecho 4)

| Trecho: Ciclofaixa Rua Delfino Conti                        |   |          |
|---|---|----------|
| Categoria   | Critério  | Pontos   |
| Instalações para ciclistas                                  | Ciclovia < 3,66m                                | 0        |
| Conflitos   | Garagens e cruzamentos                          | 1        |
|   | Ausência de barreiras                           | 0        |
|   | Ausência de barreiras de estacionamento lateral | 1        |
|   | Presença de canteiros divisórios                | 0        |
|   | Distância de visibilidade não obstruída         | 0,5      |
|   | Melhorias das interseções para o ciclismo       | 0        |
| Diferencial de velocidade entre veículos e bicicletas       | >48 km/h (30 km/h - 24km/h = 6 km/h)            | 2        |
| Nível de Serviço para veículos motorizados                  | Menos que 6 faixas de rodagem, com filas        | 1        |
| Manutenção das vias   | Sem Problemas                                   | 2        |
| Programas específicos para melhorar o transporte ciclovário | Programa Mais Pedal                             | 1        |
| Cálculos (ajuste da nota dos segmentos)                     | Extensão do Trecho (km)                         | 0,25     |
|   | Extensão Total (km)                             | 2,1      |
|   | Índice dos segmentos <sup>9</sup>               | 8,5      |
|   | Peso dos segmentos <sup>1</sup>                 | 0,119048 |
|   | Índice ajustado dos segmentos <sup>2</sup>      | 1,011905 |

Fonte: O Autor (2024).

A rota Y no sentido TITRI passando pela ciclorrota Lauro Linhares chegando a UFSC, obteve a pontuação 6,25 (Quadro 18), resultando também no nível “E”. A pontuação da classificação da rota Y no sentido oposto ficou quase igual, apenas ligeiramente abaixo devido ao trecho inicial desfavorável aos ciclistas.

Quadro 18 – Rota Y: resultado sentido TITRI – UFSC

|                                 |  |      |
|---------------------------------|--|------|
| Índice do corredor <sup>3</sup> | Índice do corredor <sup>3</sup> = soma dos índices ajustados dos segmentos no corredor | 6,25 |
|                                 | Índice dos segmentos <sup>9</sup> = soma dos pontos nas seis categorias                |      |
|                                 | Peso dos segmentos <sup>1</sup> = comprimento do segmento/comprimento do corredor      |      |
|                                 | Índice ajustado dos segmentos <sup>2</sup> = Índice dos segmentos x peso dos segmentos |      |
|                                 | NÍVEL DE SERVIÇO   |      |

Fonte: O Autor (2024).

## 5.5 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi realizada uma análise detalhada do nível de serviço das rotas para bicicletas entre o Terminal de Integração da Trindade (TITRI) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A avaliação permitiu identificar tanto os pontos fortes quanto as deficiências existentes na infraestrutura cicloviária, bem como os principais desafios enfrentados pelos ciclistas que utilizam essa rota.

Verificou-se que, embora haja esforços para proporcionar conectividade e segurança, ainda existem melhorias a serem implementadas para otimizar o conforto e a integração do sistema cicloviário com o transporte público.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo apresenta as principais conclusões da pesquisa desenvolvida e algumas limitações encontradas no desenvolvimento trabalho de conclusão de curso. Também são apresentadas recomendações e sugestões de trabalhos futuros, que possibilitarão aprofundar as análises apresentadas neste estudo, bem como colaborar para melhor conhecimento sobre o incentivo ao uso da bicicleta na cidade de Florianópolis.

Os problemas na mobilidade gerados pelo planejamento de transportes que privilegia o uso do automóvel, cria problemas de difícil solução para a inserção da bicicleta como alternativa viável de deslocamento nas cidades. Boa parte dos usuários de bicicleta não circula, especialmente pela falta de segurança no trânsito devido à falta de infraestrutura de apoio a esse tipo de transporte.

Os dados obtidos na pesquisa permitiram identificar os elementos de engenharia necessários para a viabilização do estudo da inserção bicicleta no sistema viário. Com o nível de serviço, foi possível avaliar as ciclovias existentes, e os *heatmaps* permitiram identificar os caminhos mais utilizados. Assim como o Manual Ciclovitário ajudou a identificar os elementos de infraestrutura com maior importância.

Ao comparar as rotas X e Y, a avaliação do nível de serviço mostrou que as vias cicláveis em seu o trajeto saindo da UFSC em direção TITRI e o seu caminho inverso, obtiveram uma classificação melhor devido à existência de uma ciclovia. O trajeto pela ciclorrota da R. Lauro Linhares, no entanto, não teve um bom desempenho. Resumidamente, a existência de infraestrutura influencia diretamente no nível de serviço e colabora para que a bicicleta seja vista como um modo de transporte viável e seguro.

Dessa forma, é fundamental que os gestores públicos, urbanistas, engenheiros de tráfego e comunidades locais trabalhem em conjunto para planejar, implementar e manter ciclovias de alta qualidade, integradas a uma abordagem abrangente de mobilidade urbana e apoiadas por políticas públicas eficazes. Somente assim poderemos construir cidades mais inclusivas, saudáveis e sustentáveis para todos os seus habitantes.

### 6.1 RESPOSTAS AOS QUESTIONAMENTOS INICIAIS E DECORRENTES DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Este estudo teve como objetivo geral identificar quais infraestruturas presentes nas diretrizes do Manual Ciclovário interferem no uso da bicicleta de forma segura e confortável de forma a incentivar o seu uso.

De acordo com a revisão bibliográfica realizada, constatou-se que o Manual Ciclovário traz importantes parâmetros para a construção de ciclovias mais seguras e padronizadas em nível nacional. No entanto, deixa uma lacuna ao não abordar o planejamento de rotas, o nível de serviço e as considerações dos vários tipos de usuários. Por exemplo, menores de idade em sua primeira experiência como usuários do sistema de trânsito, sendo voltado muito mais para o ciclista experiente disposto e corajoso o suficiente para enfrentar os perigos de um trânsito agressivo.

O nível de serviço “C” atingido pela ciclovia da Av. Henrique da Silva Fontes e a classificação “E” para ciclorrota da Rua Lauro Linhares evidenciam o quanto a separação física entre os tipos veículos é um aspecto importante para a melhoria da infraestrutura cicloviária.

Dessa forma, a Figura 44 a seguir ilustra como ficaria a classificação do nível de serviço se fosse elaborado pelo *Google Maps*.

Figura 44 – Nível de serviço das rotas analisadas



Fonte: Adaptado do Google Maps (2024).

No entanto, há escassez de estudos detalhados e aprofundados nesta área, se compararmos com os estudos de veículos motorizados, o que pode facilmente levar a um erro de interpretação do comportamento de veículos não motorizados como sendo similar aos motorizados.

## 6.2 SOBRE OS OBJETIVOS

Durante a fundamentação teórica da pesquisa, foi observado como as sucessivas revisões das políticas, dos regulamentos e das orientações específicas relacionadas à infraestrutura Ciclovária são importantes para o desenvolvimento planejado. O Manual Brasileiro de Sinalização Ciclovária do CONTRAN (2021) é um



marco nesse processo ao longo de muitos anos, mas que ainda mostra um atraso por abordar superficialmente os aspectos da engenharia de tráfego em suas diretrizes. Portanto, é importante o desenvolvimento de mais diretrizes sobre o projeto de novas rotas e a avaliação da qualidade dos traçados já existentes.

Com relação a Florianópolis, por meio da análise da infraestrutura já existente, pouco foi feito para entender o Manual Ciclovitário na região do estudo. Apesar da escolha de uma ciclorrota pela R. Lauro Linhares ser possível, a falta de diretrizes que orientem a avaliação de novas rotas, com ciclofaixa ou infraestrutura melhor, afeta diretamente a segurança do ciclista. Desta forma, a compreensão do Manual ciclovitário é muito importante para a melhoria do nível de serviço, e afeta diretamente o planejamento e a execução de novas rotas no município de Florianópolis, no entanto uma análise mais aprofundada do nível de serviço das vias cicláveis precisam ser feitas.

A construção de boas infraestruturas, tais como pavimentação, sinalização e iluminação, são muito importantes para a orientação e uso do sistema ciclovitário. A construção de medidas de segurança como gradil, canteiros ou mesmo tachões, são claramente elementos que melhoram o nível de serviço, devido ao aumento da segurança que proporcionam ao usuário.

Os obstáculos identificados que podem dificultar a implementação eficaz das diretrizes são principalmente a vontade do poder público na construção de novas infraestruturas e na melhoria das vias existentes, especialmente no que se refere a intersecções e cruzamentos. Além da deficiência na política pública de incentivo para a construção de bicicletários e paraciclos nos polos geradores, pois sem esse agente integrador não existe a conexão entre os pontos de origem e destino. Conseqüentemente, a bicicleta se torna um meio somente para lazer e passeio, no qual o ponto de partida é igual ao de retorno, simplificando e não explorando as suas capacidades máximas como meio de transporte.

### 6.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES

Sugere-se os seguintes temas para futuros trabalhos acadêmicos, com enfoque na infraestrutura e mobilidade ciclovitária de Florianópolis:

- Análise do sistema cicloviário dos demais terminais de integração: estudo sobre o impacto na mobilidade do sistema cicloviário no entorno dos demais terminais de integração do transporte público.
- Análise comparativa de infraestruturas cicloviárias: estudo comparativo entre os diversos terminais de integração de Florianópolis e seus respectivos polos geradores para analisar suas semelhanças e diferenças, identificando boas práticas e buscando possíveis adaptações para um sistema cicloviário integrado na capital de Santa Catarina.
- Avaliação da satisfação dos usuários: pesquisa para obter dados sobre os deslocamentos da comunidade de cada terminal de integração, e conhecer a percepção atual dos ciclistas que utilizam as vias cicláveis da região.

#### 6.4 FECHAMENTO

Considerando todos os elementos discutidos nesse trabalho, pode-se ressaltar que a sua principal contribuição é, por meio da análise do Plano Cicloviário, trazer sugestões para uma abordagem mais técnica do uso do sistema cicloviário, tanto para o ciclista experiente como principalmente para o ciclista inexperiente. Essa importância se deve, conforme explicitado anteriormente, à bicicleta ser o primeiro veículo ao qual se tem contato com o sistema viário antes mesmo de se ter uma habilitação. Dessa forma, a segurança, a acessibilidade e a experiência do ciclista devem ser as principais características a serem levadas em consideração quando projetamos ciclovias urbanas.

Os resultados desta análise ressaltam a importância de investimentos contínuos em infraestrutura e segurança, visando aprimorar a experiência dos ciclistas e promover o uso da bicicleta como meio de transporte sustentável. Além disso, as observações feitas podem embasar futuras intervenções urbanas e políticas públicas que incentivem uma mobilidade mais integrada e eficiente para a comunidade universitária e para os habitantes da região.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Presidência da República, 1988. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 08 dez. 2023.
- BRASIL. **Lei Federal nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm). Acesso em: 08 dez. 2023.
- BRASIL CÂMARA LEGISLATIVA. **Trânsito Brasileiro**. Brasília: Câmara Legislativa, 2011. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/internet/agencia/pdf/relatorio\\_pesquisa\\_transito.pdf](https://www.camara.leg.br/internet/agencia/pdf/relatorio_pesquisa_transito.pdf). Acesso em: 6 dez. 2023.
- CAMPOS, V. B. G.; CARDOSO, P. B. Metodologia para planejamento de um de sistema cicloviário. **Transportes**, [s.l.], v. 24, n. 4, p. 39-48, 2016. ISSN 2237-1346. DOI <https://doi.org/10.14295/transportes.v24i4.1158>.
- CET. Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo. **Foco no Cicloviário: Evolução e Estratégias em São Paulo, no Brasil e no Mundo**. São Paulo, SP: CET, 2023.
- COMISSÃO EUROPEIA. **Cidades para Bicicletas, Cidades de Futuro**. Bruxelas, Bélgica: Comissão Europeia, 2000. p. 61.
- CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**. Sinalização Cicloviária. 1. ed. Brasília: Contran, 2021. 8 v. 405 p. il.
- DIXON, L. Bicycle and Pedestrian Level-of-Service Performance Measures and Standards for Congestion Management Systems. **Transportation Research Record**, [s.l.], v. 1538, n. 1, p. 1-9, 1996.
- FERENCHAK, N. N.; MARSHALL, W. Advancing healthy cities through safer cycling: an examination of shared lane markings. **International Journal of Transportation Science and Technology**, Washington, v. 8, n. 2, p. 136-145, 2019.
- FHWA. Federal Highway Administration. **The Bicycle Compatibility Index: A Level of Service Concept, Implementation Manual**. FHWA-RD-98-095. Washington, DC: FHWA, 1998. Disponível em: [safety.fhwa.dot.gov/tools/docs/bci.pdf](https://safety.fhwa.dot.gov/tools/docs/bci.pdf). Acesso em: 26 set. 2024.
- FLORIANÓPOLIS. **Espaço Cicloviário**: manual de projeto e execução. Florianópolis, SC: Prefeitura Municipal, 2023. Disponível em: [http://redeplanejamento.pmf.sc.gov.br/remob/maispedal/public/pdf/27-06\\_Manual-Espaco-Cicloviario\\_leitura.pdf](http://redeplanejamento.pmf.sc.gov.br/remob/maispedal/public/pdf/27-06_Manual-Espaco-Cicloviario_leitura.pdf). Acesso em: 18 set. 2023.
- FLORIANÓPOLIS. **Lei Complementar nº 482, de 17 de janeiro 2014**. Institui o plano diretor de urbanismo do município de Florianópolis que dispõe sobre a política de desenvolvimento urbano, o plano de uso e ocupação, os instrumentos urbanísticos e o sistema de gestão. Florianópolis, SC: Prefeitura Municipal, 2014.

Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/lei-complementar/2014/49/482/lei-complementar-n-482-2014-institui-o-plano-diretor-de-urbanismo-do-municipio-de-florianopolis-que-dispoe-sobre-a-politica-de-desenvolvimento-urbano-o-plano-de-uso-e-ocupacao-os-instrumentos-urbanisticos-e-o-sistema-de-gestao-2023-05-04-versao-compilada>. Acesso em: 08 dez. 2023.

FLORIANÓPOLIS. **Rede planejamento Mais Pedal**. Florianópolis, SC: Prefeitura Municipal, 2024. Disponível em: <https://redeplanejamento.pmf.sc.gov.br/pt-BR/programas/mais-pedal>. Acesso em: 3 out. 2024.

FUJIWARA, M. Y. **Mobilidade urbana por meio da integração entre transporte coletivo e cicloviário**. 2017. 113 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

GEIPOT. **Planejamento Cicloviário: Diagnóstico Nacional**. Brasília: Empresa Brasileira de Transportes e Trânsito, 2001.

GOMES, H. A. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. A.; LOUREIRO, C. F. G. Análise da adequabilidade da metodologia do HCM 2000 para a realidade das ciclovias brasileiras. *In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES*, 19., 2005, Recife. **Anais** [...]. Recife, PE: Anpet, 2005. 9 p.

GOOGLE MAPS. **Street View**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 26 out. 2024.

GUITARRARA, P. Mobilidade urbana. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/mobilidade-urbana.htm>. Acesso em: 1 maio 2024.

GÖTEBORGS STAD. Lånecyklar (Styr & Ställ). 2013. Disponível em: <https://goteborg.se/>. Acesso em: 21 out. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em: 11 nov. 2024. IPUF. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Florianópolis. **Geoprocessamento**. Disponível em: <https://geo.pmf.sc.gov.br/map>. Acesso em: 13 nov. 2024.

ITE. Institute of Transportation Engineers. **Resources**. Disponível em: <https://www.ite.org/technical-resources/topics/traffic-engineering/> Acesso em: 10 set. 2024.

LOBO, E.; VALENTE, A. M. Brazilian cargo road transportation infrastructure: globalization, logistics, policy and growth. **Acta Scientiarum. Technology**, [s.l.], v. 36, n. 3, p. 381-387, 2014.

NACTO. National Association of City Transportation Officials. **Shared Lane Markings**. Disponível em: <https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/bikeway-signing-marking/shared-lane-markings/>. Acesso em: 16 nov. 2024.

OLIVEIRA JUNIOR, J. A.; MEDEIROS, V. M.; MEDEIROS, F. C. Projeto Geométrico Integrado de Ciclovia. *In*: CONGRESSO NACIONAL DA ANPET, 11., Rio de Janeiro, 1997. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: ANPET, 1997. p. 414-420.

OLIVEIRA, S. V. W. B.; GIRALDI, J. E. **Tipos de Pesquisas**. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2020. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2148198/mod\\_resource/content/1/Aula%204%20Tipos%20de%20Pesquisas.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2148198/mod_resource/content/1/Aula%204%20Tipos%20de%20Pesquisas.pdf). Acesso em: 26 nov. 2023.

PLAMUS. **Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis**. Florianópolis, SC: Sudesc, 2015. Disponível em: <https://www.sudesc.sc.gov.br/plano-de-mobilidade-urbana-sustentavel-da-grande-florianopolis-plamus/>. Acesso em: 14 out. 2024.

SEMOB. **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades**.. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, 2007.

SENADO FEDERAL. **Estatuto da Cidade**. 3. ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2008. 102 p. il.

STRAVA. **Global Heatmap**. Disponível em: <https://www.strava.com/maps/global-heatmap>. Acesso em: 26 out. 2024.

TEMBICI. **Bicicletas compartilhadas**. [S./l.]: Tembici, 2020. Disponível em: <https://tembici.com.br/bicicletas-compartilhadas>. Acesso em: 02 nov. 2024.

WOLSHON, B.; PANDE, A. **Traffic Engineering Handbook**. 7. ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Inc., 2016. 668 p. ISBN: 978-1-118-76230-1.