



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA**  
**CENTRO DAS CIÊNCIAS EXATAS E DAS TECNOLOGIAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**VIABILIDADE TÉCNICA E PROPOSIÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DE**  
**ESTRUTURA CICLOVIÁRIA EM TRECHO DA AVENIDA ANTÔNIO**  
**CARLOS MAGALHÃES NA CIDADE DE BARREIRAS**

**ANDRÉ CARLOS DA COSTA BARBOSA**

**BARREIRAS-BA**  
**DEZEMBRO-2022**

**ANDRÉ CARLOS DA COSTA BARBOSA**

**VIABILIDADE TÉCNICA E PROPOSIÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DE  
ESTRUTURA CICLOVIÁRIA EM TRECHO DA AVENIDA ANTÔNIO  
CARLOS MAGALHÃES NA CIDADE DE BARREIRAS**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Oeste da Bahia, como requisito à obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Especialista Felipe Ferreira Sousa  
Junior.

**BARREIRAS-BA  
DEZEMBRO-2022**

## FICHA CATALOGRÁFICA

---

B238 Barbosa, André Carlos da Costa.

Viabilidade técnica e proposição de implantação de estrutura cicloviária em trecho da avenida Antônio Carlos Magalhães na cidade de Barreiras. / André Carlos da Costa Barbosa. – 2022.

63 f.

Orientador: Prof. Esp. Felipe Ferreira Sousa Junior.  
Monografia (Graduação) – Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Oeste da Bahia. Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias. Barreiras, BA, 2022.

1. Bicicleta. 2. Ciclovia. 3. Mobilidade Urbana. 4. Planejamento Urbano. I. Sousa Junior, Felipe Ferreira. II. Universidade Federal do Oeste da Bahia - Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias. III. Título.

CDD 624



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA  
CENTRO DAS CIÊNCIAS EXATAS E DAS TECNOLOGIAS  
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

---

**ATA DE DEFESA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

No dia sete do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e dois, às 19 horas e 30 minutos, realizou-se no [meet.google.com/mov-xrzk-pbt](https://meet.google.com/mov-xrzk-pbt) do Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias da Universidade Federal do Oeste da Bahia-UFOB, Campus Reitor Edgard Santos, a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso II de Engenharia Civil intitulado VIABILIDADE TÉCNICA E PROPOSIÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DE ESTRUTURA CICLOVIÁRIA NO TRECHO DA AVENIDA ANTÔNIO CARLOS MAGALHÃES NA CIDADE DE BARREIRAS, do discente André Carlos da Costa Barbosa, como requisito de avaliação do Componente Curricular CET0313 - Trabalho de Conclusão de Curso II. A Comissão Examinadora foi composta pelo Especialista Felipe Ferreira Sousa Junior (Orientador), presidente da sessão, Dr. Elier Pavon de La Fe e Dr. Roberto Bagattini Portella. Estiveram presentes à sessão demais professores e estudantes do Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias. A sessão foi iniciada com a apresentação oral do discente pelo tempo de 25 (vinte e cinco) minutos, seguida de arguição feita pela Comissão Examinadora. Após arguição, os membros da Comissão Examinadora avaliaram o discente, atribuindo a nota de 9,3 pontos, correspondente à média aritmética das notas atribuídas por cada um dos membros da Comissão Examinadora, sendo o discente considerado **aprovado** por três examinadores. Nada mais havendo a constar, foi lavrada a presente ata que, após a leitura, foi assinada pelos presentes. Barreiras (BA), 07 de dezembro de 2022.

Documento assinado digitalmente



FELIPE FERREIRA SOUSA JUNIOR  
Data: 07/12/2022 21:33:22-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Esp. Felipe Ferreira Sousa Junior - Orientador

Documento assinado digitalmente



ELIER PAVON DE LA FE  
Data: 07/12/2022 21:25:54-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Elier Pavon de La Fe

Documento assinado digitalmente



ROBERTO BAGATTINI PORTELLA  
Data: 07/12/2022 21:27:58-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Roberto Bagattini Portella

*Dedico este estudo a minha família,  
Aos melhores pais Dôra e Zebinha, e minhas irmãs Maryna e Marylia.*

## AGRADECIMENTOS

A realização desse último trabalho da faculdade significa a conclusão de um período muito difícil, mas de grandes aprendizados para toda a vida.

Primeiramente quero agradecer à Deus que é quem me guia, quem me deu forças e renovou sua misericórdia sobre a minha vida todos os dias.

Agradeço ao meus pais, José Carlos da Costa Barbosa e Maria da Dores da Costa Barbosa que conseguiram com muito trabalho e muito amor darem condições para que eu conseguisse alcançar um nível superior, eu amo vocês para sempre. Agradeço às minhas irmãs, Maryna e Marylia, por sempre se preocuparem com minha educação desde quando eu entrei na escola no jardim 1 e que também me ajudaram financeiramente para essa conquista.

Quero agradecer também a minha namorada que de diversas formas me ajudou a seguir em frente e que me ensina todos os dias com seu coração incrível. Aos meus amigos presentes em todo os períodos de graduação, principalmente nos momentos de desespero. Em especial aos amigos Arthur, Breno, Felipe, Bruno e Jhames. Imensa gratidão ao meu amigo de trabalho Gustavo Rafael de Souza Araújo que sempre teve disponível em todos os momentos para me ajudar de todas formas. Agradeço também ao meu ex-chefe Ten BM Cadiz por abrir os caminhos sobre o tema do trabalho e me oferecer ajuda para iniciá-lo.

Á Felipe Ferreira de Souza Junior por me orientar e se dedicar sendo paciente ao longo de toda elaboração deste trabalho.

Ao Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias (CCET) da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), por ter proporcionado condições de desenvolver este trabalho.

## **RESUMO**

As dificuldades relacionadas à mobilidade urbana muitas vezes são o reflexo da falta de planejamento urbano e da carência de políticas públicas que priorizem outros meios de transportes além do transporte motorizado individual. Nesse cenário, o uso de sistemas de transportes mais sustentáveis, como a bicicleta e o modo a pé é a melhor maneira de minimizar os problemas de mobilidade urbana, além de se apresentarem como alternativas economicamente viáveis e adequadas ambientalmente. Em vista disso, este trabalho objetiva avaliar tecnicamente a implantação de uma estrutura cicloviária em um trecho da Avenida Antônio Carlos Magalhães, na cidade de Barreiras, Bahia, e também propor uma sugestão adequada para a implantação da estrutura no local. Assim, o estudo foi feito por meio da avaliação de parâmetros relacionados a largura da via, estacionamento na via, volume de veículos automotores, velocidade máxima permitida e aclive. Através dos parâmetros foi calculado o Índice de Adequação do Segmento que obteve nota 1,6 classificando a via como adequada para receber uma estrutura cicloviária. A partir do levantamento das características pré-existentes da via e seguindo os parâmetros técnicos prescritos nos manuais de planejamento cicloviário, foi mostrado que a implantação de uma ciclovia partilhada com o passeio na margem esquerda é a solução mais adequada pra o local.

**Palavras-chave:** Bicicleta; Ciclovia; Mobilidade Urbana; Planejamento Urbano

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Espaços necessários para ciclista.....	20
Figura 2 – Via compartilhada com largura adequada.....	21
Figura 3 – Exemplo de ciclofaixa.....	22
Figura 4 – Representação das dimensões de uma ciclovia.....	23
Figura 5 – Representação das seções transversais de vias com ciclofaixa.....	24
Figura 6 - Ciclovia totalmente segregada.....	26
Figura 7 - Ciclovia segregada junto à via.....	26
Figura 8 - Formas usuais de implantação de ciclovias.....	27
Figura 9 – Largura de ciclovias unidirecionais.....	28
Figura 10 - Representação de seção transversal de uma via com ciclovia unidirecional.....	28
Figura 11 - Largura de ciclovias Bidirecionais.....	29
Figura 12 - Representação de seção transversal de uma via com ciclovia bidirecional.....	29
Figura 13 - Separador bloco de concreto.....	30
Figura 14 - Gradil separador.....	30
Figura 15 – Representação de pavimento de concreto para estrutura cicloviária.....	31
Figura 16 - Representação de pavimento de concreto em estrutura cicloviária.....	32
Figura 17 - Exemplo de pavimentação feita com bloco pré-moldado de concreto.....	33
Figura 18 - Representação de pavimento feito com material betuminoso em estrutura cicloviária.....	33
Figura 19 - Exemplo de grelha adequada para utilização.....	34
Figura 20 – Representação de drenagem em ciclovias.....	34
Figura 21 - Localização da Avenida ACM.....	36
Figura 22 - Localização das rotatórias na Avenida Antônio Carlos Magalhães.....	37
Figura 23 – Localização do trecho em estudo.....	37
Figura 24- Disposição das vias vista de cima.....	38
Figura 25 – Futuro estacionamento na Avenida Clériston Andrade.....	39
Figura 26 – Pavimento da avenida Clériston Andrade.....	39
Figura 27 – Pavimento da avenida ACM.....	40
Figura 28 – Iluminação da Avenida Clériston Andrade.....	40
Figura 29 – Localização dos polos geradores de tráfego.....	41
Figura 30 – Passeio na Avenida Antônio Carlos Magalhães.....	42
Figura 31 – Volume horário da faixa 1.....	51
Figura 32 – Volume horário da faixa 2.....	51
Figura 33- Perfil de inclinação do trecho analisado.....	52
Figura 34 – Representação da situação atual do eixo transversal do trecho analisado.....	55
Figura 35 - Representação ciclovia sobre passeio com gradil.....	57
Figura 36 – Proposta de implantação de ciclovia bidirecional na avenida ACM.....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões de ciclofaixas unidirecionais para velocidades de projeto de 30 km/h em zonas planas. ....	22
Tabela 2 – Valores de equivalência. ....	46
Tabela 3 – Comprimento e angulação dos aclives. ....	46
Tabela 4 – Valores de largura da via no trecho. ....	49
Tabela 5 – Valor do indicar $L_{ef}$ de acordo com a largura efetiva da via. ....	49
Tabela 6 – Classificação e descrição do trecho analisado. ....	53

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
1.2.1. OBJETIVO GERAL.....	12
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
2.1. TRANSPORTE URBANO .....	13
<b>2.1.1. Modos de Transporte.....</b>	<b>13</b>
2.2. MOBILIDADE URBANA .....	14
2.3. BICICLETA.....	16
<b>2.3.1. Vantagens da Bicicleta.....</b>	<b>17</b>
2.4. INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA.....	19
<b>2.4.1. Espaço necessário para o ciclista.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.2. Tipos de vias para ciclistas .....</b>	<b>20</b>
2.4.2.1. Pistas compartilhadas.....	20
2.4.2.2. Ciclofaixas .....	21
2.4.2.3. Ciclovias .....	25
2.4.2.3.1. Ciclovias Unidirecionais .....	27
2.4.2.3.2. Ciclovias Bidirecionais .....	28
<b>2.4.3. Elementos a serem considerados em vias cicloviárias.....</b>	<b>29</b>
2.4.3.1. Separadores .....	29
2.4.3.2. Pavimentação .....	31
2.4.3.3. Drenagem.....	34
2.4.3.4. Iluminação .....	35
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
3.1. ÁREA DE ESTUDO .....	36
3.1.1. A ESCOLHA DA VIA .....	37
3.1.2. Características da via em estudo .....	41
3.2. ANÁLISE DA VIABILIDADE .....	43
<b>3.2.2. Proposição de implantação de estrutura cicloviária.....</b>	<b>47</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>49</b>
4.1. ÍNDICE DE ADEQUAÇÃO DO SEGMENTO.....	49
4.1.1. Largura Efetiva da Via.....	49
4.1.2. Estacionamento a Via.....	50
4.1.3. Limite de velocidade na via para veículos automotores:.....	50
4.1.4. Volume médio de tráfego de veículos automotores:.....	50

4.1.5. Aclive: .....	52
4.1.6. Índice Geral: .....	52
<b>5. DISCUSSÕES .....</b>	<b>54</b>
5.1. POSSÍVEIS ADEQUAÇÕES .....	54
5.2. PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO .....	54
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>

## 1.INTRODUÇÃO

A disponibilidade de diferentes meios de transporte e a qualidade da infraestrutura disponível revelam o nível de desenvolvimento de uma cidade, região ou país. As cidades que conseguem disponibilizar diferentes meios de transporte e uma infraestrutura adequada garantem à sua população boas condições de mobilidade e conseqüentemente uma melhor qualidade de vida (BRASIL, 2013).

Garantir uma melhor qualidade de vida deve ser um objetivo capaz de atingir todas as classes sociais. Se tratando de mobilidade urbana, para que seja possível proporcionar uma melhora na vida de toda população é necessário que exista planejamento e investimento não só para os meios de transporte motorizados, mas também para os meios não motorizados. O investimento em veículos não motorizados já é previsto na Lei 12.587/2012 que estabelece os princípios, diretrizes e os objetivos da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU). Além desse, outros princípios constantes na lei mencionada são: a acessibilidade universal, a segurança no deslocamento das pessoas, a equidade no uso de espaço público de circulação, a mitigação dos custos ambientais e o desenvolvimento sustentável das cidades nas dimensões socioeconômicas e ambientais (BRASIL, 2013).

Dentre os veículos não motorizados destaca-se principalmente a bicicleta, por ter um papel importante em função dos seus impactos positivos na saúde da população, reduzindo a obesidade, diminuindo a poluição atmosférica e sonora, e também pelos efeitos no contexto urbano otimizando o tempo de deslocamento e diminuindo o espaço utilizado para a circulação e para os estacionamentos (VALE, 2016). Em grandes ou pequenas cidades a bicicleta é utilizada diariamente, seja como meio de transporte para o trabalho ou para prática de esporte. A importância que esse meio de transporte tem para as pessoas que o utilizam, os benefícios gerados por ele, bem como a deficiência do transporte público e os altos custos das passagens, são alguns dos motivos que pressionam a existência de ações e investimentos na bicicleta como meio de transporte. Se consideramos ainda a busca por uma vida mais saudável, o baixo custo de utilização e a colaboração com a sustentabilidade torna-se fundamental que o planejamento urbano priorize esse tipo de veículo, promovendo o uso seguro e integrado aos outros meios de transporte (BRASIL, 2007).

A cidade de Barreiras, local de estudo desse trabalho, conta com pouquíssimas estruturas cicloviárias, as existentes são ciclofaixas e estão localizadas na Avenida Maia, contornando o parque Dom Ricardo Weber, e na estrada para o povoado do Barroco que dá acesso Universidade Federal da Bahia (UFOB). Além disso, essas estruturas não possuem

sinalização vertical e horizontal adequada, ou iluminação suficiente, fazendo com que tenham baixas condições de segurança para os ciclistas. Neste contexto, o presente trabalho busca analisar a viabilidade de instalação de uma estrutura cicloviária adequada em uma importante avenida da cidade, e apresentar uma proposição da estrutura na via, com intuito de impulsionar a utilização desse veículo, e beneficiar a mobilidade urbana do município a população como um todo.

## **1.2.OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Avaliar a possibilidade de instalação de uma ciclovia no trecho da Avenida Antônio Carlos Magalhães na cidade Barreiras, e elaborar uma proposta que cumpra os índices técnicos e normas vigentes.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Levantar das características geométricas da via;
- Obter o volume médio de tráfego dos veículos automotores;
- Classificar o trecho analisado de acordo o Índice de Adequação do segmento para ciclovias.;
- Propor sugestão de estrutura cicloviária;
- Representar de forma esquemática a proposta de implantação do espaço cicloviário.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Essa seção corresponde a uma exposição sobre o transporte urbano e traz as principais ideias que caracterizam a mobilidade urbana sustentável. É apresentada a bicicleta como meio de transporte, expondo também os principais aspectos atingidos em consequência da sua utilização. Por fim, são expostos os conceitos e características de uma infraestrutura cicloviária, afim de que se compreenda os elementos que serão analisados posteriormente.

### **2.1. Transporte Urbano**

O termo transporte urbano é utilizado para denominar os deslocamentos de produtos e pessoas que são realizados em cidades (TORRES; FERRAZ., 2004). Os autores afirmam também que todas as atividades elementares que são realizadas nos municípios dependem direta ou indiretamente do transporte urbano. Segundo o IBGE (2015) no Brasil cerca de 84,72 % da população vive nas cidades e apenas 15,28% vivem em áreas rurais. Assim, a grande maioria da população conta com o transporte urbano para realizar diversas tarefas cotidianas como ir ao trabalho, a faculdade, ao mercado e outros lugares, fazendo com que esse seja um serviço indispensável.

#### **2.1.1. Modos de Transporte**

O modo de transporte é a forma que o transporte de pessoas ou produtos é realizado, e os principais modos de transportes podem ser dos tipos: de carro, de motocicleta, de ônibus, embarcação, de bicicleta, montado em animal, entre outros. A movimentação de produtos é feita principalmente por caminhões, caminhonetes e vans (TORRES; FERRAZ , 2004).

A Lei nº 12.587/2012 que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana estabelece que os modos de transporte urbano podem ser do tipo motorizados (motocicletas, automóveis, ônibus, entre outros) e não motorizados (animais ou bicicleta). A lei estabelece ainda a classificação dos serviços de transporte urbano (BRASIL, 2012):

- Quanto ao objeto:
  - a) de passageiros;
  - b) de cargas;
- Quanto à característica do serviço:
  - a) coletivo;
  - b) individual;
- Quanto à natureza do serviço:
  - a) público;

b) privado.

Para que seja possível a uso do transporte é necessário também a presença de elementos que tornam possível a sua operação. Esses elementos fazem parte da infraestrutura da mobilidade urbana e podem ser de simples ou complexa execução. No art. 3, parágrafo 3º da lei nº 12.587/2012 são apresentados os principais elementos que compõe a infraestrutura da mobilidade urbana os principais são as vias, estacionamentos, terminais, sinalização e pontos para embarque e desembarque (Brasil, 2012).

A infraestrutura deve sempre ser pensada de forma integrada e com perspectivas a longo prazo para que sejam efetivamente usadas pelo máximo tempo possível, além disso, a concepção desses elementos também deve levar em consideração os custos para a sua execução visando o melhor custo benefício e a economia de recursos (BRASIL, 2013).

## **2.2. Mobilidade Urbana**

A mobilidade urbana poder ser definida como um conjunto de ações e elementos que são instituídos pelas necessidades de deslocamento de pessoas ou bens para que sejam desempenhadas atividades no meio urbano (VACCARI; FANINI, 2011). Segundo os autores, a mobilidade vai além do transporte por veículos ou questões ligadas ao trânsito, pensar em mobilidade urbana é considerar também diversos fatores, sociais e econômicos, para o planejamento de todo o processo. Os autores ainda afirmam que o planejamento dos deslocamentos deve ser feito de forma que leve em consideração as questões de sustentabilidade, priorizando os modos não motorizados e coletivos, e de acessibilidade, possibilitando a utilização por todos os indivíduos

A promulgação da lei 12.587/2012 proporcionou mais clareza sobre as medidas que os municípios devem tomar a fim de melhorar as condições de mobilidade. Além disso, a lei deixou mais evidente quais devem ser os objetivos e preceitos a serem seguidos.

A cartilha lei 12.587/2012 publicada pelo extinto Ministério das Cidades apresenta de forma direta os princípios da política nacional de mobilidade urbana, sendo os principais: a acessibilidade universal, o desenvolvimento sustentável das cidades, a segurança nos deslocamentos, equidade no uso do espaço para a circulação e a gestão democrática do planejamento. (BRASIL, 2013)

São apresentadas também as diretrizes, que são orientações de como devem ser atingidos os objetivos estabelecidos pela lei. Nessa parte é apresentado o dever de priorizar os meios não motorizados de transporte e de mitigar os custos ambientais, sociais e econômicos

dos deslocamentos de pessoas. (BRASIL, 2013). Já os objetivos elencados no plano definem um rumo para as ações futuras do país sobre a mobilidade urbana. Os objetivos demonstram principalmente a preocupação em diminuir as desigualdades e promover o desenvolvimento sustentável, reduzindo os impactos ambientais que são provocados pelas atividades de transportes e produtos (BRASIL, 2013).

O desenvolvimento de uma mobilidade urbana sustentável sempre foi sufocada pela expansão do espaço urbano que acaba favorecendo o crescimento acelerado da utilização dos meios de transportes motorizados (GONDIM, 2010). Ressalta-se também que o crescimento físico das cidades força o surgimento de bairros periféricos que se distanciam muito dos grandes centros de atividades das cidades, em consequência disso, a população é obrigada a utilizar meios motorizados para vencer essas grandes distâncias (GONDIM, 2010). Ainda segundo o autor, outra consequência dessa expansão urbana é que cada vez mais se tornam frequentes os engarrafamentos e acidentes, gerando mais prejuízos à sociedade e à gestão pública.

De acordo com Neri (2012), o aumento no uso do automóvel traz consigo também impactos ambientais negativos como a poluição do ar atmosférico, a poluição sonora e a geração de resíduos, como o descarte de pneus, graxas e os óleos utilizados nos veículos. O autor ainda comenta que não existe solução que consiga, mesmo com a expansão urbana, adequar a infraestrutura das cidades para os transportes motorizados individuais, ademais, o investimento que é usado para veículos motorizados é cada vez maior o que inviabiliza o investimento contínuo em infraestrutura para estes meios.

De acordo com Brasil (2013) existem algumas ferramentas para que os entes públicos consigam cumprir os princípios, diretrizes e os objetivos estabelecidos na lei de mobilidade urbana, as principais são:

- Pode ser feita a restrição a veículos motorizados em alguns locais e horário objetivando uma utilização do espaço por maior número de veículos não motorizados. Essa medida consegue também proporcionar uma maior segurança para os deslocamentos desses veículos, fomentando assim a sua utilização. Essa medida torna-se mais interessante quando executadas em áreas comerciais, pois reduzem o barulho e a poluição sonora deixando as vias mais agradáveis para consumidores.
- Adotar medidas que consigam controlar a emissão de poluentes pelos veículos motorizados. O poder público pode criar mecanismos para limitar as emissões fortalecendo a sustentabilidade ambiental.

- Cobrar tributos sobre os modos de serviço para que se consiga maiores recursos para o investimento na infraestrutura. É importante ressaltar que a lei estabelece que valores arrecadados devem ser utilizados exclusivamente nos subsídios de tarifas e beneficiamento dos modos não motorizados e no transporte público coletivo.
- Definir faixas exclusivas para o transporte coletivo e para o não motorizado, dessa forma, se distribui de forma mais igualitária o espaço das ruas e avenidas equilibrando o espaço disponível entre os meios de transportes.
- Controlar as áreas de estacionamento de uso público e privado. A restrição de estacionamento em locais movimentados desanima a utilização de veículos privados para esses centros e incentivam a utilização do transporte público. Outra ação importante é disponibilização de estacionamentos próximos a terminais de transporte público, isso gera uma maior facilidade e segurança ao usuário que usa o transporte público, diminuindo a circulação de o transporte privado das regiões de trânsito intenso.

Além da possibilidade da utilização dessas ferramentas é fundamental que o poder público consiga aumentar a qualidade de serviços e proporcione infraestrutura com qualidade, segurança e acessibilidade. A oferta de estruturas cicloviárias seguras e bem sinalizadas é uma ótima solução para a melhoria da mobilidade (BRASIL, 2013).

### **2.3. Bicicleta**

O Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP) diz que a bicicleta é um veículo que se move por meio de uma força aplicada pelo usuário que faz com que seus mecanismos gerem o movimento das rodas. Ela é um meio de transporte que possui um baixo custo de operação, de manutenção e de aquisição, além de não produzir nenhuma espécie de gases poluentes (ITDP, 2017).

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) traz a seguinte definição para a bicicleta: “veículo de propulsão humana, dotado de duas rodas, não sendo, para efeito deste código, similar à motocicleta, motoneta e ciclomotor”. (BRASIL, 2010).

No Brasil, durante o século XX grande parte dos investimentos no desenvolvimento urbano foi destinado ao automóvel (ABRACICLO, 2015). Durante o governo JK isso se tornou mais evidente com a grande expansão das rodovias pelo país, restando pouco espaço para expansão do uso da bicicleta, ficando espremida entre o automóvel e a rede de transporte coletivo (ABRACICLO, 2015).

Apesar de parecer óbvio que os automóveis conseguem desenvolver velocidades maiores que a bicicleta, nos dias atuais, tem-se observado que diferença nas velocidades atingidas entre o veículo motorizado e a bicicleta é pequena devido ao trânsito intenso dos grandes centros (BRASIL, 2007).

Nas cidades que possuem menos de 50 mil habitantes, que representam mais de 90 % do total das cidades do país, a bicicleta é um dos veículos mais utilizados. Já nas cidades médias a porcentagem de utilização cai pela existência de transportes coletivos que conseguem transportar grandes quantidades de pessoas, mas que mesmo assim não são muito utilizados, pois a maioria dos deslocamentos não são de grandes distâncias (BRASIL, 2007). Já para cidades grandes a porcentagem de uso da bicicleta em relação aos outros veículos é reduzida pela oferta significativa de transporte coletivo e o aumento da distância nos deslocamentos. É importante ressaltar que nas cidades maiores a utilização da bicicleta se concentra mais em bairros periféricos, pois essas áreas possuem condições que se parecem com as de cidades médias, principalmente pela pouca oferta de transporte coletivo (BRASIL, 2007).

### **2.3.1. Vantagens da Bicicleta**

A utilização das bicicletas como transporte no meio urbano promove uma série de benefícios na área social, econômica e ambiental. O uso da bicicleta gera grande economia, pois reduz os gastos da gestão pública gerados por congestionamentos, combustível e poluição sonora. (NERI 2012 apud FHWA, 2006).

Além dos benefícios quanto a redução dos impactos ambientais, a bicicleta é um transporte que ocupa pouco espaço nas vias, consegue aproximar pessoas ao invés de distanciar, e é um meio de prática de atividade física sem que seja necessário um tempo extra para praticar, ou seja, o próprio deslocamento é a atividade física (CARVALHO; FREITAS, 2012).

Quanto mais a população utilizar a bicicleta maior serão os benefícios coletivos alcançados. Em seu guia sobre a integração da bicicleta ao sistema de mobilidade urbana, o instituto apresenta os potenciais benefícios coletivos que podem ser proporcionados (ITDP, 2017):

- Redução dos congestionamentos, pois a bicicleta pode ser utilizada principalmente em viagens curtas que muitas vezes são feitas por veículos motorizados que levam apenas o condutor e ocupam maiores espaços.
- Aumento do alcance dos sistemas de transporte de média e alta capacidade. O aumento no alcance acontece porque a bicicleta consegue percorrer o trecho em que o passageiro

sai do transporte público e se desloca até o destino final, aumentando a integração com o meio de transporte público coletivo.

- Aumento da acessibilidade em relação aos locais em que antes ficavam fora do alcance por se localizarem mais distantes.
- Redução nos gastos com transporte para as famílias, melhorando a economia doméstica.
- Estímulo ao desenvolvimento econômico, pois com o aumento de usuários e com a introdução de infraestruturas há movimentação da economia na cidade devido a demandas de comércio, serviços e da indústria ligadas à bicicleta.
- Melhoria da saúde da população tanto na parte física quanto mental.
- Cidades mais agradáveis, uma vez que, cidades que possuem boa infraestrutura cicloviária tendem a ser mais modernas e dinâmicas. Quando a população consegue ter alternativas para se locomover promove-se um maior bem estar, visto que, não se torna obrigatório enfrentar o trânsito intenso de automóveis para se locomover.

Os benefícios coletivos apresentados podem atingir grande parte da população urbana e revelam a importância da utilização efetiva da bicicleta como meio de locomoção. Outros fatores positivos são apresentados no Manual de Planejamento Cicloviário elaborado pela Empresa Brasileira de Planejamento de Transporte (GEIPOT). A seguir são listadas algumas das características favoráveis elencadas no manual que geram benefícios indiretos (GEIPOT, 2001):

- Baixo custo de aquisição e manutenção - Considerado o veículo de transporte urbano mais barato em relação a aquisição e manutenção.
- Eficiência energética - Requer um consumo mínimo de energia e que é fornecida pelo movimento do próprio usuário não necessitando de fontes externas.
- Baixa perturbação ambiental - Existindo pequenos impactos apenas no processo de fabricação da bicicleta.
- Equidade - Por ser um veículo que proporciona um alto grau de autonomia à toda população. Além de ter fácil manuseio ela é também acessível a praticamente todas as classes econômicas por seu baixo custo.
- Flexibilidade – Concede grande flexibilidade ao usuário, pois a sua utilização não depende do horário, além de conseguir chegar em locais de difícil acesso podendo até descer da bicicleta e continuar o percurso na condição de pedestre.

- Rapidez – A bicicleta consegue driblar os congestionamentos dos grandes centros e diminuir o tempo de viagem.

De acordo com Freitas (2014) é necessária uma mudança de cultura em relação a valorização do veículo motorizado. Essa mudança deve colocar em primeiro lugar o pedestre e as pessoas com mobilidade reduzida, em segundo lugar os meios não motorizados, seguido do sistema de transporte público e por último o transporte privado motorizado. A autora ainda aponta que para que sejam alcançados esses objetivos os gestores e planejadores dos municípios devem trabalhar para implantação de infraestruturas para as bicicletas com o propósito de aumentar o número de adeptos e colher os benefícios.

## **2.4. Infraestrutura Cicloviária**

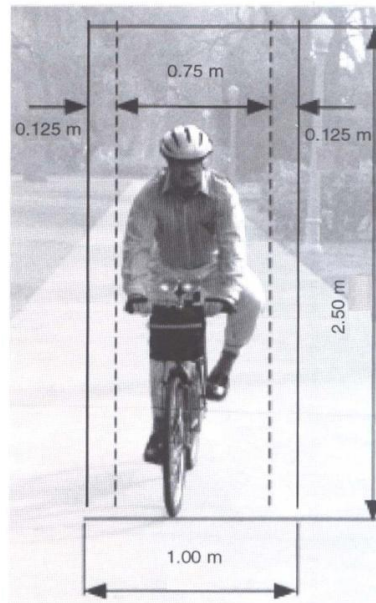
A implantação de uma infraestrutura adequada para o deslocamento por meio da bicicleta é fundamental para a efetiva utilização desse meio de transporte. Para que o planejamento seja feito de forma correta deve-se analisar as principais rotas da população, e realiza-lo de forma integrada pelos vários setores responsáveis envolvidos (FREITAS, 2014). O planejamento dos elementos cicloviários deve buscar a minimização dos conflitos de uso e garantir a segurança dos usuários, que é alcançada com um plano cicloviário que analise o espaço, a largura da via, o fluxo de veículos e outros fatores que vão indicar qual é o melhor tipo de estrutura mais indica para o local (FREITAS, 2014).

Uma cidade pode ter diferentes tipos de estruturas cicloviárias, e podem ser interligadas entre si. Nesse sentido, apresenta-se o conceito de rota ciclável que é a interligação de um par origem destino por meio de caminhos que oferecem pelo menos o mínimo de segurança. Nessas rotas todos os trechos são pensados e projetados para mobilidade do ciclista (BRASIL, 2007).

### **2.4.1. Espaço necessário para o ciclista.**

O espaço necessário para que um ciclista consiga circular e fazer manobras deve levar em consideração tanto as dimensões da bicicleta quanto do próprio ciclista. Segundo o Manual de Projeto Geométricos de Travessias Urbanas os ciclistas necessitam de pelo menos 1,00 m de espaço para atender a largura ocupada quando montado na bicicleta. Para uma via de circulação de uso exclusivo ou preferencial a largura mínima é de 1,20 m. Existindo o tráfego de veículos motorizados e velocidades mais altas a largura desejável passa a ser de 1,50 m (DNIT, 2010). A figura 1 demonstra as dimensões necessárias para a circulação.

Figura 1 - Espaços necessários para ciclista.



Fonte: DNIT (2010).

#### 2.4.2. Tipos de vias para ciclistas

Para a constituição de um sistema que consiga proporcionar a circulação de bicicletas em áreas já consolidadas é necessário que nos espaços a serem utilizados sejam instaladas estruturas que formam as vias para os ciclistas. A escolha do tipo de estrutura depende principalmente do tipo de via que já existe no local, do uso do solo e das características do tráfego (GONDIM, 2010).

##### 2.4.2.1. Pistas compartilhadas

De acordo o DNIT (2010), em alguns locais as vias podem ser preparadas para uso conjunto de bicicletas e veículos motorizados sem a necessidade de alguns elementos de estrutura cicloviária. Ainda segundo o Departamento, dependendo do local e da condição da via não é possível esse uso compartilhado entre os meios e por isso não é aconselhado a utilização da bicicleta juntamente com veículos.

O compartilhamento das vias entre bicicletas e outros veículos é a solução mais utilizada para o sistemas cicloviários, uma vez que, normalmente não é necessário fazer grandes alterações estruturais na via já existente e por isso se torna menos oneroso em relação aos outros tipos de infraestrutura cicloviária (MONARI; SEGANTINE, 2019).

O elemento que mais garante segurança e conforto para o ciclista em vias compartilhadas é a largura da faixa de circulação que deve ser suficiente para garantir a ultrapassagem em segurança entre os veículos (ITDP, 2017). Vias que possuem sentido único e faixa de rolamento entre 4 e 4,20 metros é possível a ação de ultrapassagem de forma segura, sem que o motorista tenha que fazer a mudança de faixa. As larguras entre 3 e 4 metros devem ser evitadas, pois podem gerar dúvida nos motoristas em relação a ter espaço suficiente ou não para a ultrapassagem. Vias de sentido único com um faixa de rolamento que possuem largura menor que 3 metros não devem ser utilizadas de forma compartilhada, já que não há possibilidade dos veículos ultrapassarem com segurança (ITDP, 2017).

A figura 2 apresenta um desenho representativo da utilização de uma via de forma compartilhada.

Figura 2 – Via compartilhada com largura adequada.



Fonte: NSC (2019).

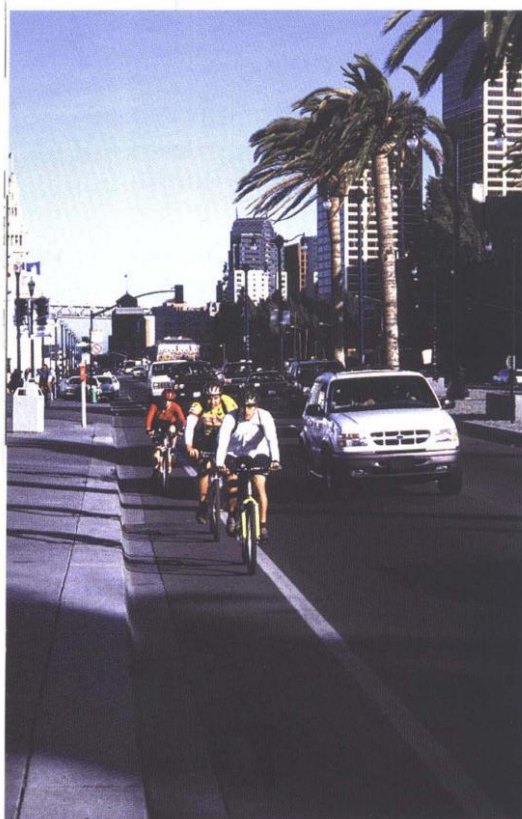
#### 2.4.2.2. Ciclofaixas

A Ciclofaixa é um espaço na pista de rolamento do trânsito que é destinado ao uso apenas da bicicleta separando do fluxo dos veículos motorizados, é ainda caracterizada por não possuir separação física entre ela e a faixa de rolamento utilizada pelos outros veículos (GONDIM, 2010). A separação da via é feita através de marcas no pavimento e em alguns casos com elementos delimitadores. As ciclofaixas são elementos relativamente simples que podem ser instaladas de forma rápida e com custo baixo. Elas conseguem proporcionar maior sensação de segurança e atraem novos usuários de bicicleta devendo ser utilizadas para vias com velocidades de até 40 km/h (ITDP, 2017). A instalação pode ser feita através das faixas de

rolamento ou pela substituição da faixa de estacionamento existente pela ciclofaixa (ITDP, 2017).

A figura 3 mostra um exemplo de ciclofaixa em uso.

Figura 3 – Exemplo de ciclofaixa



Fonte: DNIT (2010).

De acordo ITDP (2017) as ciclofaixas devem ter suas dimensões definidas conforme o volume de ciclistas que transitam no espaço, a existência ou não de estacionamento e a velocidade. A tabela 1 traz o resumo das dimensões aceitáveis.

Tabela 1 - Dimensões de ciclofaixas unidirecionais para velocidades de projeto de 30 km/h em zonas planas.

<b>Dimensões de ciclofaixas unidirecionais em áreas urbanas</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Mais de 1.500 ciclistas/dia</b>	<b>Menos de 1.500 ciclistas/dia</b>
<b>Ciclofaixa sem estacionamento ao lado</b>	2,25 m	1,7 m
<b>Ciclofaixa com estacionamento ao lado</b>	2,5 m	2 m

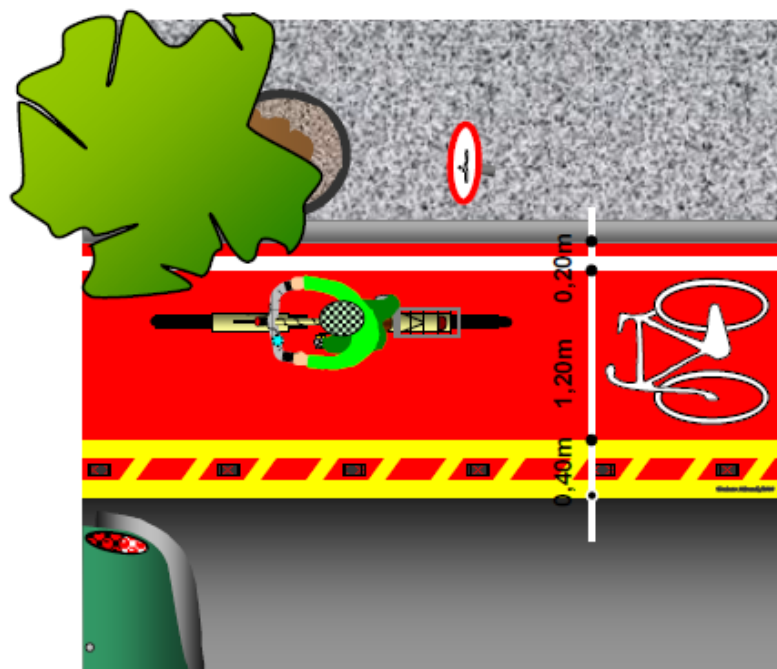
Fonte: adaptado de ITDP (2017).

De acordo o DNIT (2010) a instalação de ciclofaixas deve ser feita preferencialmente com um único sentido, pois a instalação em duas direções torna difícil a manobra de mudança de sentido no final das ciclovias, ademais, existirá um fluxo de ciclistas que estará na direção contrária ao sentido de fluxo dos veículos motorizados, podendo ainda acarretar acidentes ou colisões porque normalmente os motoristas olham apenas para um lado para verificar se vêm bicicletas ao entrar na via. O departamento ainda cita que nos casos em que a via possui apenas uma faixa, as ciclofaixas devem ser preferencialmente colocadas no lado direito e quando for permitido estacionamento deve se situar entre a área de estacionamento e a via trafegável. Apesar das recomendações quanto ao número de sentidos e lado de instalação da ciclofaixa o DNIT ressalta que outras configurações poderão ser realizadas, desde que, justificadas de acordo com a situação real da via, ou seja, cada caso deverá ser analisado de forma específica.

A implantação de ciclofaixas deverá considerar algumas dimensões para utilização adequada. A largura mínima interna de um ciclofaixa deverá ser de 1,20 m, devendo ser acrescida uma faixa que a separa do tráfego motorizado, além disso, é importante acrescentar a pintura de duas faixas paralelas em diagonal em um espaço de 0,40 m que somando a 0,20 m da linha separadora da ciclofaixa e da linha do meio-fio, eleva a largura total da ciclofaixa para 1,80 m GEIPOT (2001).

A figura 4 traz uma representação da disposição e das dimensões recomendadas pelo GEIPOT (2001):

Figura 4 – Representação das dimensões de uma ciclovia.

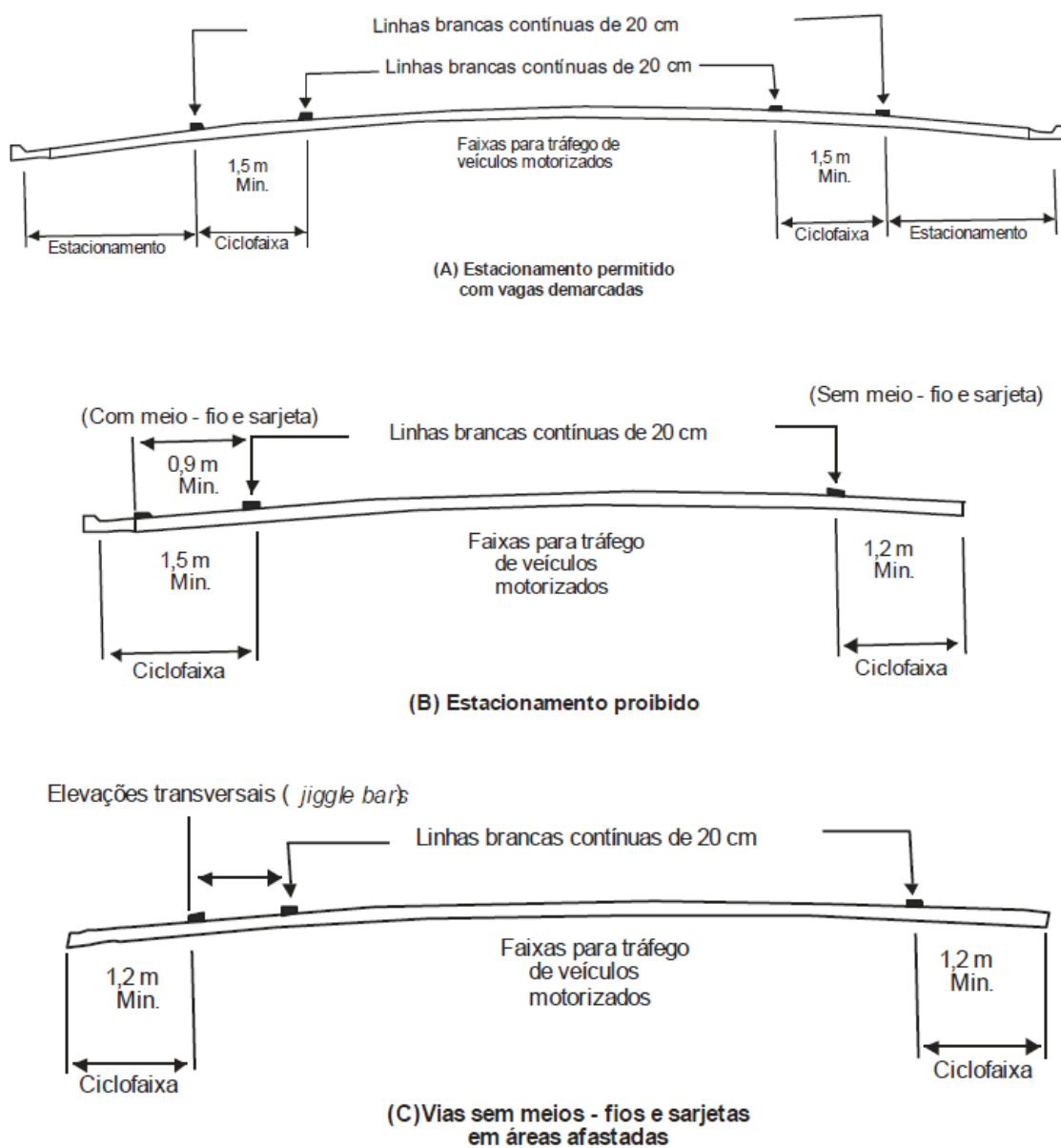


Fonte: GEIPOT (2001).

No caso de ciclofaixas bidirecionais a largura desejável deve ser de 2,40 m para permitir o trânsito de ciclistas em direções opostas GODIM (2010).

Como já foi explanado, as ciclofaixas podem estar localizadas em diferentes posições em relação ao eixo transversal da via. A figura 5 traz uma representação esquemática da localização das ciclofaixas nas vias e sua dimensão de acordo a existência de estacionamento, de meio-fio e sarjeta.

Figura 5 – Representação das seções transversais de vias com ciclofaixa.



Fonte: Adaptado de DNIT (2010).

#### 2.4.2.3. Ciclovias

De acordo com o ITDP (2017) de forma geral a ciclovia pode ser definida como um espaço da via separado por um elemento físico capaz de delimitar o uso, podendo estar separadas por desnível ou não. Quando estão no mesmo nível da via de tráfego motorizado podem ser separadas por ilhas, calçadas, blocos pré-moldados, balizadores, canteiro central, vegetação ou ainda estacionamentos. Ainda de acordo o instituto, as ciclovias conseguem aumentar muito a sensação de segurança para os usuários, e sua disposição no meio urbano gera uma sensação agradável de organização, além de representar uma mudança efetiva de prioridade na distribuição do espaço destinado aos veículos.

A maior sensação de segurança oferecida pela ciclovia se dá principalmente porque durante todo o trajeto existe a segregação física com os veículos motorizados impedindo a invasão sobre o espaço de circulação das bicicletas (GONDIM, 2010).

As ciclovias podem ser classificadas de acordo com seu grau de separação em: segregada junto à via e totalmente segregada (BRASIL, 2007). A diferenciação entre as duas se dá pelas seguintes características:

Para que seja considerada Ciclovia Totalmente Segregada o espaço deverá ter as seguintes características (BRASIL, 2007):

- 1) Possuir separação (incluso o acostamento – se houver), em pelo menos 0,80 m;
- 2) Ter sistema de drenagem própria;
- 3) Ter diretriz paralela ou não coincidente com a da via marginal mais próxima;
- 4) Ter sido construída sobre terreno sem utilização e não compartilhar espaço com pedestre ou outros veículos.

A figura 6 apresenta um exemplo de ciclovia totalmente segregada.

Figura 6 - Ciclovía totalmente segregada.



Fonte: ITDP (2017).

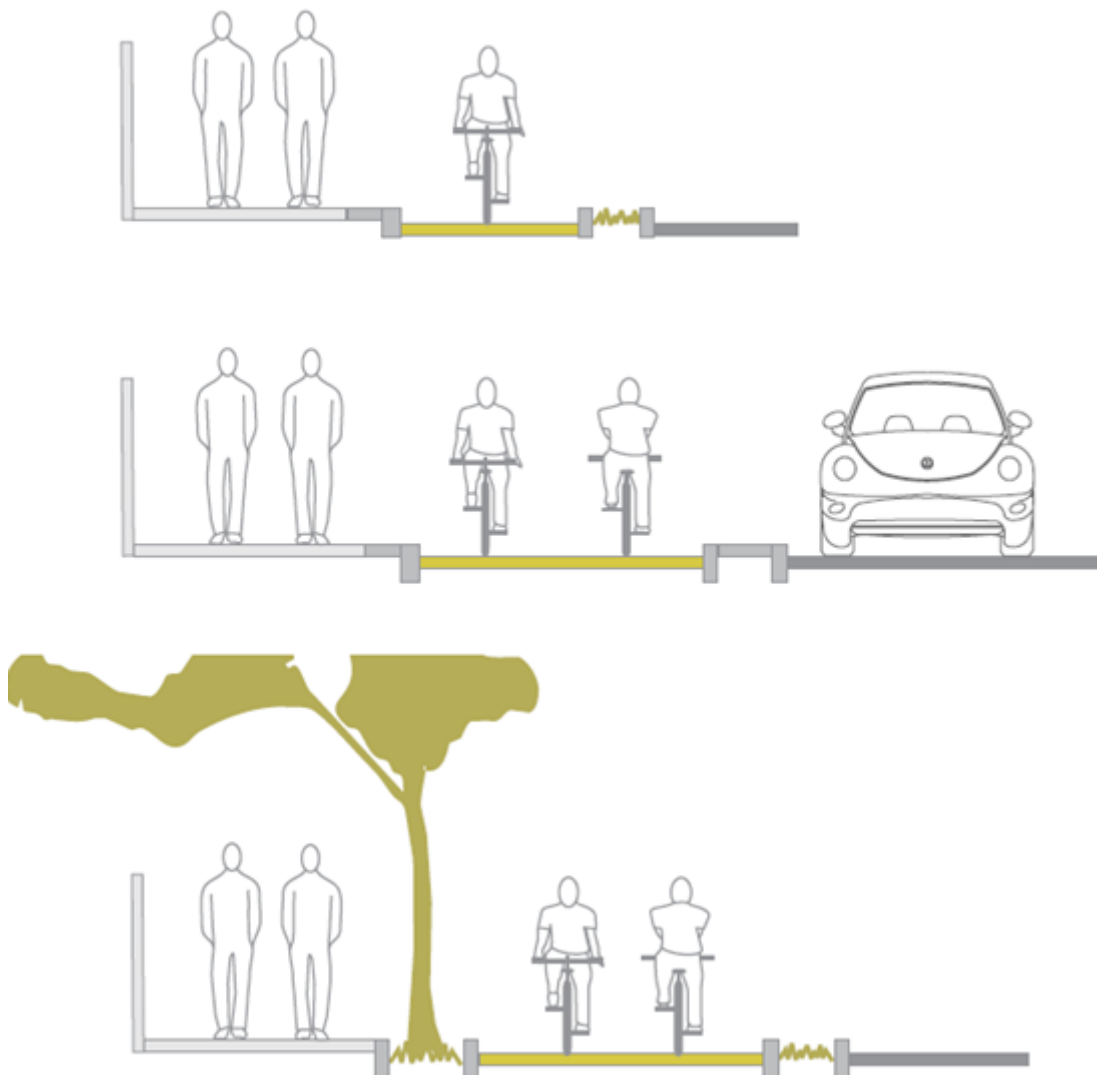
A figura 7 apresenta um exemplo desse tipo de ciclovía e a figura 8 expõe as formas mais usuais de implantação de ciclovias tanto unidirecionais quanto bidirecionais.

Figura 7 - Ciclovía segregada junto à via.



Fonte: BRASIL (2007).

Figura 8 - Formas usuais de implantação de ciclovias.



Fonte: Adaptado de GODIM (2010).

#### 2.4.2.3.1. Ciclovias Unidirecionais

São utilizadas principalmente em países com grande tradição no uso de bicicleta como Holanda, Alemanha e Dinamarca e em regiões onde os ciclistas possuem experiência em relação às regras de trânsito (GEIPOT, 2001).

As vias indicadas para instalação de ciclovias unidirecionais são aquelas com velocidade permitidas de 50 km/h até 70 km/h. A largura mínima depende do número de ciclista que trafegam em horário de pico. A figura 9 traz a dimensões mínimas (ITDP, 2017):

Figura 9 – Largura de ciclovias unidirecionais.

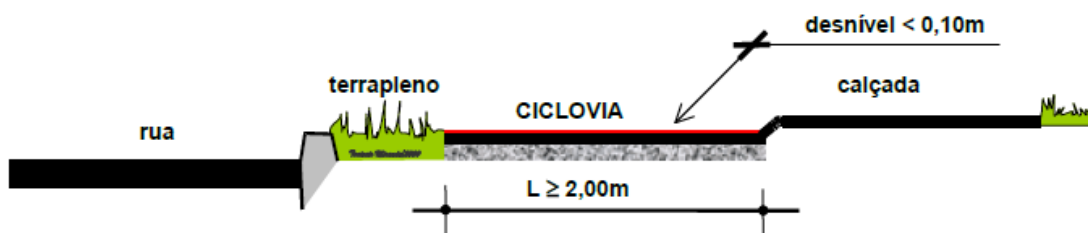
Dimensões de ciclovias unidirecionais em áreas urbanas	
Quantidade de ciclistas por sentido em hora de pico (ciclistas/hora)	Largura da ciclovia
0 – 150	2 m
150 – 750	3 m (2,5 m no mínimo)
> 750	4 m (3,5 m no mínimo)

Fonte: ITDP (2017).

As ciclovias unidirecionais não devem ser largamente incentivadas devido à dificuldade existente nas manobras de ultrapassagem. Normalmente são instaladas em vias com sentido duplo, ficando uma em cada lado da via, mas no mesmo sentido do fluxo de veículos motorizados (GONDIM, 2010).

A figura 10 traz uma representação esquemática da seção transversal de uma via com ciclovia unidirecional.

Figura 10 - Representação de seção transversal de uma via com ciclovia unidirecional.



Fonte: GEIPOT (2001).

#### 2.4.2.3.2. Ciclovias Bidirecionais

As ciclovias bidirecionais são empregadas normalmente em grandes centros urbanos e são utilizadas na maioria das vezes para o lazer. Já em cidades menores localizadas no interior do país são utilizadas como ciclovia funcional (GEIPOT, 2001).

Ciclovias bidirecionais possuem vantagens quando são instaladas em vias com poucas interseções, ou seja, quando não há encontro de outras vias com a ciclovia. Em espaços interurbanos, em vias expressas, ou rodovias com duas pistas de rolamento para veículos motorizados, pode ser instalada uma ciclovia bidirecional em um dos lados dessa via. Em alguns casos a ciclovia bidirecional pode ser instalada em canteiros centrais das vias, mas apenas quando essa via possuir poucas interseções e ter menos de três faixa de rolamento de veículos automotores (ITDP, 2017).

A largura das ciclovias bidirecionais também depende do volume de ciclistas. A figura 11 apresenta as dimensões para ciclovias bidirecionais.

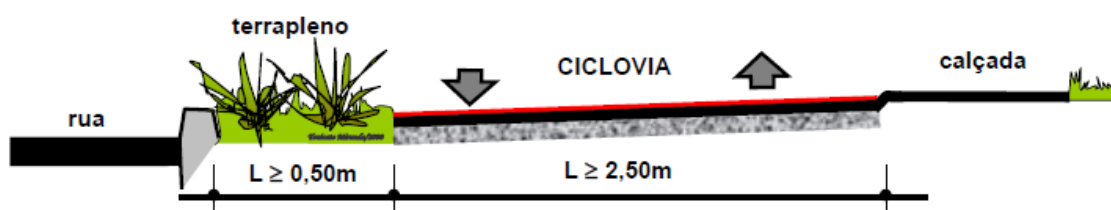
Figura 11 - Largura de ciclovias Bidirecionais.

Dimensões de ciclovias bidirecionais	
Quantidade de ciclistas em duas direções em hora de pico (ciclistas/hora)	Largura da ciclovia
0 – 50	2,5 m
50 – 150	2,5 a 3 m
> 150	3,5 a 4 m

Fonte: ITDP (2017).

A figura 12 traz uma representação da seção transversal em uma via com ciclovia bidirecional.

Figura 12 - Representação de seção transversal de uma via com ciclovia bidirecional.



Fonte: GEIPOT (2001).

### 2.4.3. Elementos a serem considerados em vias cicloviárias

Além dos tipos de vias que podem existir em um espaço cicloviário, existem também alguns elementos que são necessários para o funcionamento adequado. Nos projetos técnicos de espaços cicloviários devem ser observados elementos de separação, drenagem, iluminação, sinalização e o tipo de pavimento (GEIPOT, 2001).

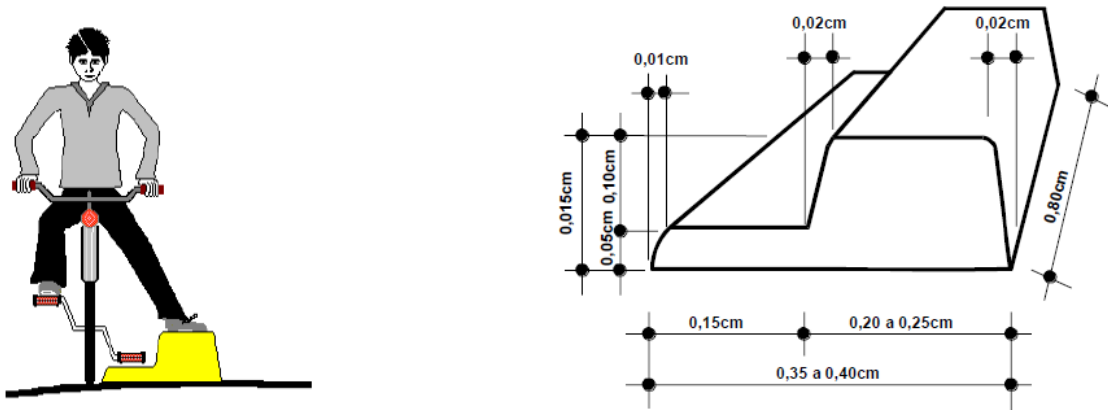
#### 2.4.3.1. Separadores

Os separadores são elementos, normalmente pré-moldados de concreto, que são colocados na via com o objetivo de criar uma separação entre a faixa destinada aos veículos motorizados e a ciclovia (GEIPOT, 2001).

De acordo ITDP (2017) os separadores são simplesmente barreiras colocadas longitudinalmente com objetivo de impedir que o veículos da via colidam com os elementos situados nas pistas adjacentes, além de reorientar o veículo para trajetória correta, com o mínimo de danos.

Um modelo de separador que possui boa funcionalidade é apresentado na figura 13.

Figura 13 - Separador bloco de concreto

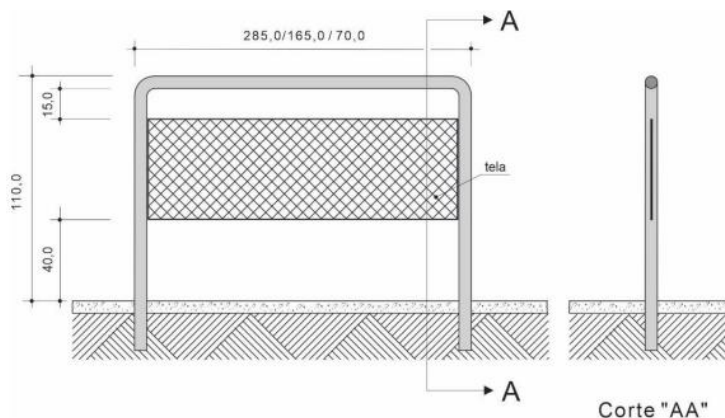


Fonte: GEIPOT (2001).

Esse tipo de separador apresenta uma geometria com dois planos superiores em níveis diferentes o que facilita o apoio do ciclista, além de evitar que o pedal da bicicleta se choque com a estrutura.

Outro tipo de separador é o gradil (figura 14) que é um dispositivo de canalização e proteção que tem função de disciplinar, direcionar e segregar o fluxo de ciclistas e/ou pedestres. Esse tipo de separador consegue garantir boa segurança viária e ocupando pouco espaço na via. (CET, 2020).

Figura 14 - Gradil separador



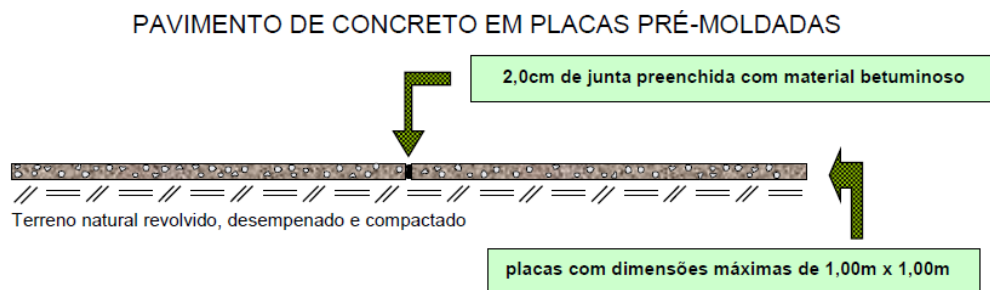
Fonte: CET (2020).



b) Concreto em placas Pré-moldadas:

- É feito também sobre terreno compactado;
- Pode ser utilizada junta seca ou betuminosa;
- Facilidade de execução;
- Possibilidade de ser executado com cor;
- Facilidade substituição caso necessário;
- A superfície de rolamento final não é totalmente uniforme;
- Pode existir desnivelamento entre as placas;

Figura 16 - Representação de pavimento de concreto em estrutura cicloviária.



Fonte: GEIPOT (2001).

c) Blocos Pré-moldados de concreto:

- São assentados em camada de areia sobre base compactada;
- Podem ser executados com cor;
- Facilidade tanto para execução quanto para reposição em caso de reparos;
- Superfície de rolamento não uniforme provando trepidação;
- Custo relativamente alto para implantação devido a necessidade de uniformizar a base de areia.

Figura 17 - Exemplo de pavimentação feita com bloco pré-moldado de concreto.



Fonte: GEIPOT (2001).

## II) Pavimentos de material betuminoso:

Os pavimentos betuminosos são utilizados principalmente quando a estrutura ciclovia se localiza na área adjacente da via de rolamento como em área de acostamento. Suas principais características são GEIPOT (2001):

- Possuem boa superfície de rolamento quando acabado;
- Sua execução é bastante difundida facilitando no encontro de mão de obra;
- Baixo custo de implantação;
- É mais apropriado para quando a estrutura cicloviária está localizado em vias de tráfego motorizado.

Figura 18 - Representação de pavimento feito com material betuminoso em estrutura cicloviária



Fonte: GEIPOT (2001).

### 2.4.3.3. Drenagem

O sistema drenagem é fundamental para que uma estrutura cicloviária funcione de forma adequada e não ocorra problemas no pavimento a longo prazo, e para isso, a drenagem deve ser feita levando em consideração diferentes aspectos, como a inclinação longitudinal e transversal, a implantação de elementos como bocas de lobo, sumidouros e sarjetas (RAMOS, 2008). De acordo com DNIT (2010), os elementos que fazem a drenagem da via devem ter grelhas apropriadas para o tráfego de bicicleta (Figura 19) para que não haja problemas na passagem da bicicleta sobre ela.

Figura 19 - Exemplo de grelha adequada para utilização

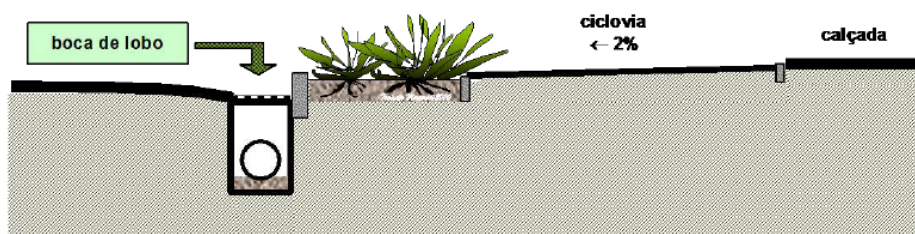


Fonte: Ramos (2008).

A drenagem de estruturas cicloviárias deve ser feita da maneira mais simples, ou seja, aproveitando a topografia do local para evitar instalações complexas. No caso de ciclovias que ficam na margem de ruas ou estradas, a inclinação lateral da pista deve ser de 2% e sempre para o lado das vias existentes para aproveitar os sistemas de drenagem que as vias já possuem (GEIPOT, 2001).

A figura 20 mostra um exemplo de drenagem em ciclovia.

Figura 20 – Representação de drenagem em ciclovias.



Fonte: GEIPOT (2001).

Para o sistema de drenagem é indicado principalmente a utilização de bocas de lobo e sumidouros, pois esses elementos não necessitam do abaixamento do nível do pavimento como acontece quando se instalam sarjetas, além disso, as sarjetas fazem com que a largura da ciclovia fique significativamente mais estreita, o que não acontece com a boca de lobo e o sumidouro (RAMOS, 2008).

#### 2.4.3.4. Iluminação

O sistema de iluminação é essencial nos espaços cicloviários, pois consegue proporcionar ao ciclista uma maior segurança, além de torná-lo mais notável no tráfego (CONTRAN, 2021). A iluminação da via permite minimizar os riscos de acidentes ao longo do percurso e nas interseções, permite também uma melhor visualização do caminho e dos possíveis obstáculos (RAMOS, 2008).

Uma ciclovia bem iluminada consegue diminuir as ocorrências de possíveis crimes contra os usuários, sendo também uma medida preventiva importante na redução da criminalidade nos espaços urbanos (GEIPOT, 2001). Menciona-se ainda que a iluminação não deve ser colocada apenas nos pontos críticos e cruzamentos, mas em todo o trecho do espaço cicloviário, podendo ser utilizada a iluminação dos postes já existentes (GEIPOT, 2001).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada para este trabalho iniciou com a identificação das características do trecho da via a ser analisado, na sequência, foram quantificados os índices técnicos encontrados que avaliam a viabilidade de instalação da estrutura cicloviária. Posteriormente, foram consideradas as características levantadas da via e os índices para propor a melhor disposição física da estrutura na seção transversal da via.

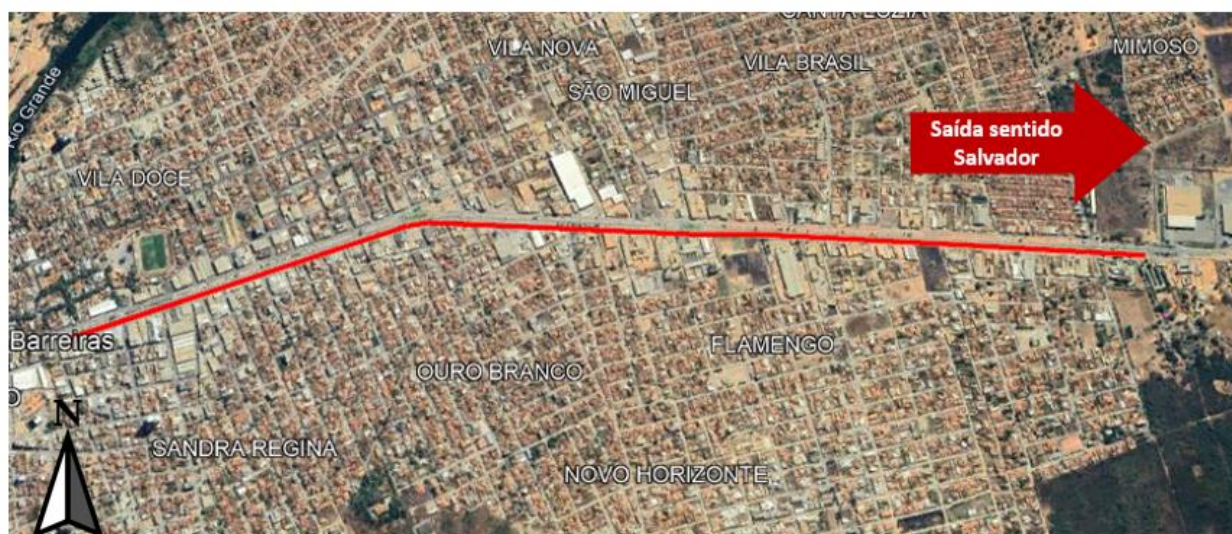
#### 3.1. Área de estudo

O local do estudo situa-se no município de Barreiras no estado da Bahia. O município está localizado no oeste do estado possuindo uma área territorial de 8.051,27 Km<sup>2</sup> e aproximadamente 158.432 habitantes (IBGE,2010). Ele faz fronteira com oito municípios: Luís Eduardo Magalhães, São Desidério, Cristópolis, Angical, Riachão das Neves, Formosa do Rio Preto, Novo Jardim (TO) e Ponte Alta do Bom Jesus (TO).

A cidade de Barreiras é cortada pelo Rio Grande e é atravessado por três rodovias, a BR 020, a BR 135 e a BR 242, sendo assim, considerada um entroncamento rodoviário importante (ALBA, 2021). Além disso, é considerada o principal centro urbano, político, educacional, médico, econômico, turístico e cultural da região oeste da Bahia (ALBA, 2021).

O via analisada foi um trecho da avenida Antônio Carlos Magalhães (ACM) localizada no centro urbano de Barreiras. A figura 21 mostra a toda a extensão da avenida ACM.

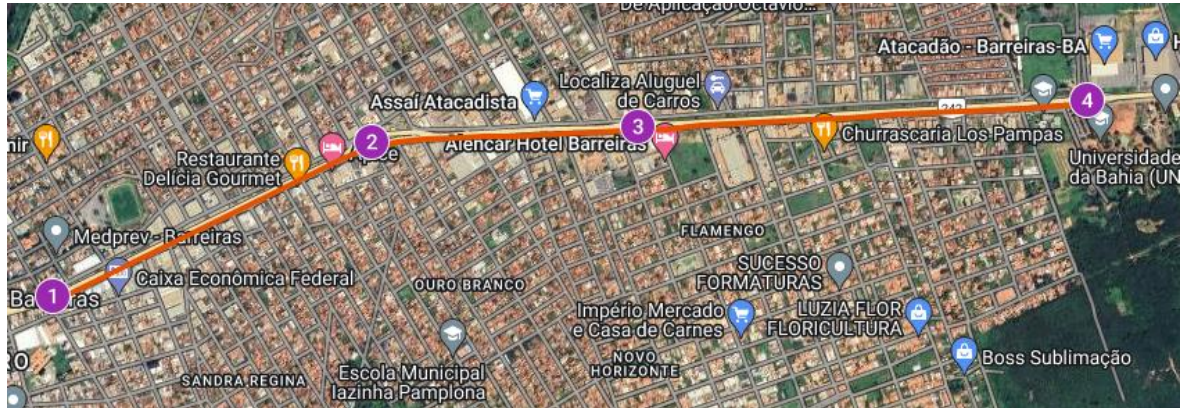
Figura 21 - Localização da Avenida ACM.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

A Avenida possui aproximadamente 3,54 km de extensão e se desenvolve desde o centro até a última rotatória na saída cidade encontrando com a BR 242. Ao longo de sua extensão existem quatro rotatórias, a figura 22 mostra a localização de cada rotatória ao longo da avenida.

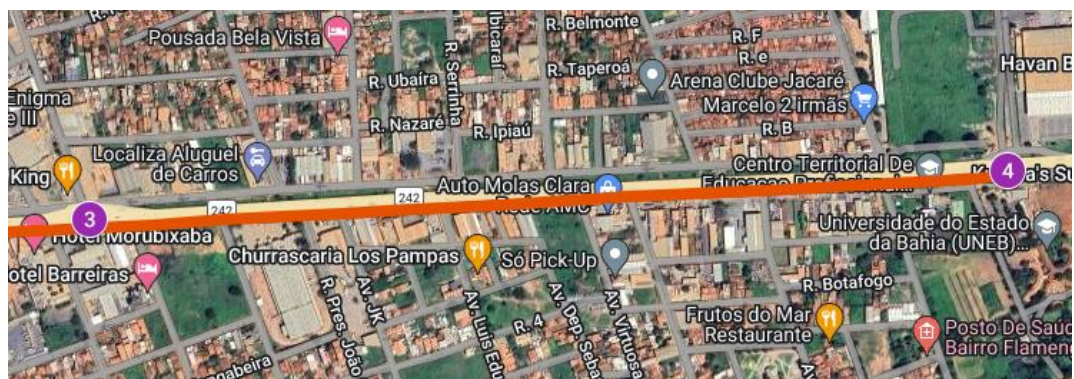
Figura 22 - Localização das rotatórias na Avenida Antônio Carlos Magalhães.



Fonte: Adaptado de Google (2022).

O trecho em que se desenvolverá este trabalho está compreendido entre a rotatória 3 e 4 (Figura 23).

Figura 23 – Localização do trecho em estudo.



### 3.1.1. A escolha da via

O espaço viário do trecho é composto por três vias de tráfego. Do lado direito, no sentido de quem se desloca para saída da cidade em direção a capital salvador, está a avenida Antônio Carlos Magalhães, no meio, a BR 242, e no lado esquerdo, a avenida Clériston Andrade que possui fluxo contrário à avenida ACM. (Figura 24).

Figura 24- Disposição das vias vista de cima.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

A escolha da avenida Antônio Carlos Magalhães como objeto de estudo se deu pela observância no trecho de alguns fatores em relação às outras duas vias. A BR 242 possui apenas uma faixa de rolamento e um acostamento em cada sentido. A implantação de uma estrutura cicloviária utilizaria o espaço do acostamento existente, o que segundo DNIT (2010) diminuiria a segurança e conforto dos motoristas, além de que, impossibilitaria conversões de direção e as paradas de emergência. A substituição do acostamento da BR 242 por um espaço cicloviário também impediria que os ônibus que fazem o transporte público coletivo ficassem sem os pontos de embarque e desembarque de passageiros. Outro fator, é que de acordo o ITDP (2017) é mais indicado a implementação espaços cicloviários em vias coletoras e marginais do que em uma BR.

Já a Avenida Clériston Andrade, apesar ser uma via marginal assim como a Antônio Carlos Magalhães, também possui características que dificultam a instalação de uma estrutura cicloviária. Em uma visita a via foi verificado que o pavimento da avenida Clériston Andrade possui as piores condições em comparação com as outras duas vias (figuras 25 e 26). A iluminação existente no local não é tão próxima da via quanto a que existe na avenida Antônio Carlos Magalhães (Figura 28). Outro fator importante, é que está sendo construído um estacionamento em um dos lados da Clériston Andrade, o que segundo Cardoso (2014) inibe a

utilização pelos ciclistas, pois há risco acentuado de colisões, diminuindo a segurança dos usuários (figura 25).

Figura 25 – Futuro estacionamento na Avenida Clériston Andrade.



Fonte: Autor (2022).

Figura 26 – Pavimento da avenida Clériston Andrade.



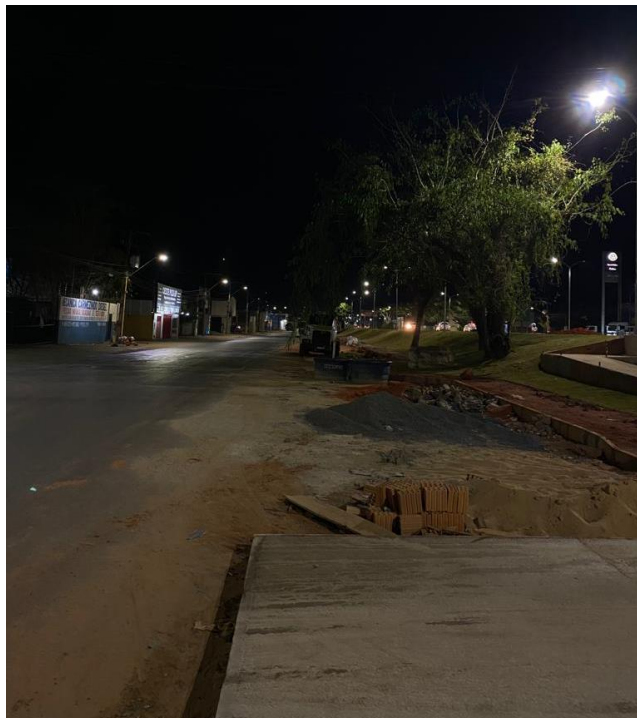
Fonte: Autor (2022).

Figura 27 – Pavimento da avenida ACM.



Fonte: Autor (2022).

Figura 28 – Iluminação da Avenida Clériston Andrade.



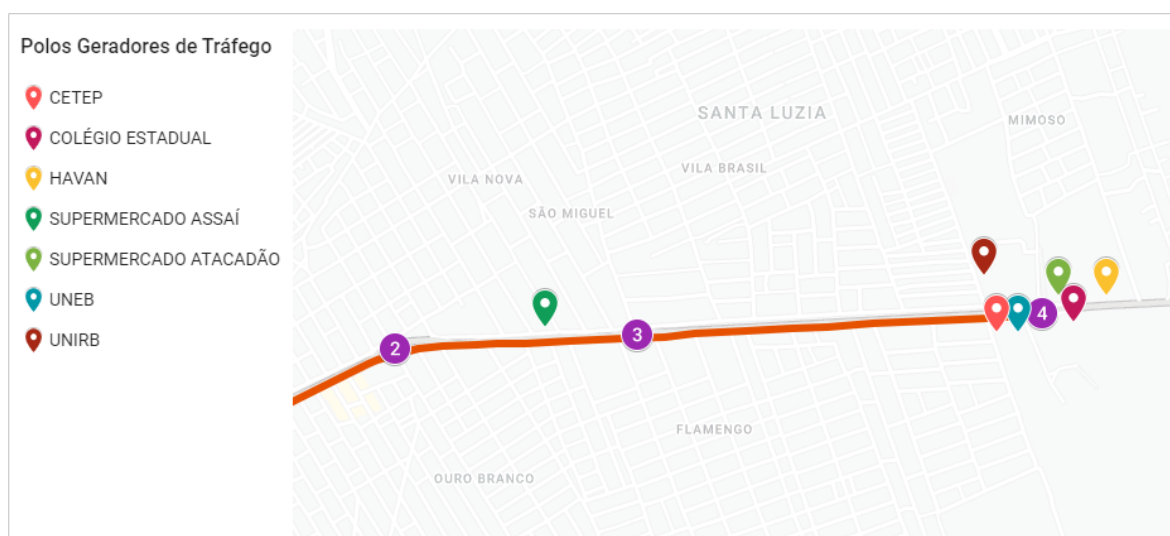
Fonte: Autor (2022).

Todas essas características apresentadas não impossibilitam a implantação de um espaço cicloviário na Clériston Andrade, mas deixaria todo processo mais oneroso e complexo, o que não é interessante para a administração pública.

### 3.1.2. Características da via em estudo

O trecho da avenida ACM objeto deste trabalho possui 1,43 km de extensão, e está próximo ou margeia vários polos geradores de tráfego. Na vizinhança do trecho está o localizado o supermercado Atacadão, o supermercado Assaí Atacadista, a loja Havan, a Universidade do Estado da Bahia (UNEB), a Faculdade Regional da Bahia (UNIRB), o Centro Territorial De Educação Profissional Da Bacia Do Rio Grande (CETEP) e já se encontra em fase de construção um novo colégio estadual na margem da avenida. A figura 29 mostra a localização dos polos geradores de tráfego ao longo do trecho.

Figura 29 – Localização dos polos geradores de tráfego.



Fonte: Adaptado de Google (2022).

O trecho da Avenida Antônio Magalhães possui duas faixas de rolamento em um único sentido, apresenta boas condições de pavimentação e poucos declives. A avenida conta ainda com um passeio recém construído para pedestres no canteiro lateral que faz a divisão entre a BR 242 e a própria avenida (figura 30), o que já facilita a mudança do modo de locomoção, uma vez que, um ciclista que em um determinado momento decide não mais fazer o trajeto montado na bicicleta, consegue apenas subindo no passeio continuar o trajeto a pé carregando sua bicicleta, evitando os riscos de se deslocar a pé na ciclovia.

Em visita a área analisada foi observado que a BR 242 possui em alguns pontos da margem uma defesa metálica que fica ao lado da avenida ACM, essa defesa impede a invasão de veículos no passeio e na faixa de rolamento da avenida, aumentando a sensação de segurança tanto para os pedestres quando para ciclistas.

Analisando ainda no sentido da terceira para a quarta rotatória, a avenida ACM possui interseções apenas do lado direito que são pontos de acesso às ruas adjacentes, não existindo nenhuma interseção do lado esquerdo da via.

Figura 30 – Passeio na Avenida Antônio Carlos Magalhães



Fonte: Google (2022).

Em resumo, as características do trecho da avenida ACM são as seguintes:

- Existência de interseções apenas do lado direito;
- Duas faixas de rolamento em um único sentido;
- Não existe divisão por canteiro central;
- Espaço para estacionamento em um lado da via;
- Dotada de alguns elementos de drenagem;
- Ausência de elementos controladores de fluxo;

### 3.2. Análise da viabilidade

A análise da viabilidade técnica de uma estrutura cicloviária na avenida Antônio Carlos Magalhães foi feita por meio da identificação dos elementos técnicos que devem ser utilizados numa avaliação de implantação.

Para análise da viabilidade foi aplicada a metodologia criada por Campos e Cardoso (2016). Essa metodologia que tem como objetivo servir como base para que as administrações municipais consigam implantar sistemas que incentivem o uso da bicicleta como forma de transporte. O método foi criado realizando inicialmente uma análise de parâmetros que são utilizados em outros métodos criados por outros pesquisadores. Os autores analisaram treze trabalhos científicos e identificaram os parâmetros mais utilizados para avaliar vias clicáveis. Após esse estudo, foi aplicado uma pesquisa à ciclistas visando identificar quais os parâmetros mais importantes que eles levavam em consideração na hora de escolher uma determinada rota para o deslocamento diário. Com a junção desses dois levantamentos, os autores conseguiram definir indicadores que avaliam segmentos viários para viagens por bicicletas, através do cálculo de um índice denominado de Índice de Adequação do Segmento (IAS). O índice desenvolvido permitir definir se um segmento é apropriado para a implantação de um sistema cicloviário.

Neste trabalho serão seguidas as etapas da metodologia de Campos e Cardoso (2016) com algumas adaptações para ajustar à realidade da área de estudo. As etapas da metodologia estão descritas a seguir:

#### Etapa 1

Definição da área, e do sistema viário onde será estudado a viabilidade de implantação da estrutura cicloviária, e identificação dos principais polos geradores de viagens ou polos de referência. Esta etapa está apresentada no item 4.1 Área de estudo.

#### Etapa 2

Nesta etapa é feito o cálculo do índice de adequação do segmento escolhido (IAS), o processo consiste em duas partes:

##### (a) Medição e quantificação dos indicadores:

A metodologia propõe a utilização dos seguintes indicadores: largura efetiva da via, estacionamento na via, volume médio de tráfego, velocidade máxima na via, e aclave. Para

qualificar, os indicadores recebem um valor que irá de 0 a 3. Nesta escala, se o indicador estiver com valor entre 0 e 1 é considerado ruim, acima do número 1 até 2 o segmento apresenta uma boa situação quanto ao indicador. Quando o resultado for maior que 2 tem-se que a via possui uma situação muito boa para tal indicador. A quantificação do segmento é feita através de valores definidos e de fórmulas para cada um dos indicadores.

A seguir estão descritos os passos para obtenção de cada indicador de acordo a metodologia:

- Largura efetiva da via:

Para obter a largura da via foram feitas 10 (dez) medições da largura total, de meio-fio a meio-fio. O valor a ser utilizado deve ser a menor largura encontrada entre as medições.

Para obtenção do indicador relativo à largura efetiva ( $I_{lef}$ ) utiliza-se o valor de largura encontrado para comparação com os dados de uma tabela que traz a informação do tipo de estrutura e o valor representativo para o indicador.

- Estacionamento na via:

Esse indicador leva em consideração a existência de estacionamentos na via analisada. Quanto maior a extensão do estacionamento existente, mais insegura é a via para os ciclistas. O cálculo é definido pela seguinte equação:

$$I_{est} = \frac{1-v_r}{1-0} \times 3,0 \quad \rightarrow \quad I_{est} = (1 - v_r) \times 3,0 \quad (\text{Eq. 1})$$

$I_{est}$  = Indicador normalizado de estacionamento na via em paralelo.

$V_r$  = Extensão do segmento de via com estacionamento permitido dividido pela extensão total do segmento.

Ao longo de todo trecho é permitido o estacionamento de veículos pequenos na sua margem direita. Em todo trecho existem placas que proíbem o estacionamento de caminhões de veículos pesados na via.

A medição dos trechos em que é possível estacionar foi realizado utilizando a ferramenta de medição de mapas do Google Earth.

- Limite de velocidade na via para veículos automotores:

Para esse indicador é considerado que a velocidade máxima que deve ser permitida para veículos automotores em vias compartilhadas com bicicletas é de 70 km/h, e um valor mínimo de 20 km/h indicado pelo código de trânsito brasileiro. Dessa forma, temos a seguinte equação para esse indicador:

$$I_{vel} = \frac{v_{max} - v_{seg}}{v_{max} - 20} \times 3,0 \quad (\text{Eq. 2})$$

• Volume médio de tráfego de veículos automotores:

Para obter o Índice do volume médio de tráfego de veículos automotores o método propõe o levantamento do volume médio de veículos por hora. Entretanto, nesse trabalho foi obtido o Volume Horário de Pico (VHP), que segundo o DNIT (2006), apresenta um volume maior em número do que o volume médio, realizando assim a análise para o cenário mais desfavorável e garantindo uma classificação mais rigorosa.

De acordo DNIT (2006) as horas de pico do volume de veículos em uma via se concentram nas horas de ida e volta do trabalho, ou seja, nas vizinhanças das 9 e das 18 horas. O departamento ainda orienta que a amostra mínima desejável é obtida por contagens de 2 horas. Posto isto, a contagem de veículos foi feita das 7 às 9 horas da manhã em um dia de semana normal (terça-feira). Sabendo que a região adjacente à via é residencial, optou-se por realizar a contagem apenas no turno manhã, visto que, nesse período as viagens são principalmente do tipo casa-trabalho, ou seja, grande parte dos motoristas se deslocam em um mesmo horário, provocando assim um volume maior num determinado intervalo de tempo. Já para o turno da tarde boa parte das viagens são do tipo trabalho + viagens ocasionais - casa, o que gera diferentes horários de retorno para casa. (GOLDNER, 2005)

Para obter o VHP foi feita uma contagem volumétrica do tipo classificatória pelo método Videoteipe. Para contabilidade do volume foi necessário identificar cada tipo de veículos que passava pela via, e aplicar um fator de equivalência para convertê-los em Unidades de Carro de Passeio (UCP) (DNIT, 2006). A tabela 2 apresenta os valores dos pesos para conversão em unidades de carro de passeio, sendo:

P = Carro de passeio;

CO = Caminhões e Ônibus;

RSR = Reboques e Semi-Reboques;

M = Motocicletas;

B = Bicicletas;

SI = Sem informação.

Tabela 2 – Valores de equivalência.

<b>Tipo de Veículo</b>	<b>VP</b>	<b>CO</b>	<b>SR/RE</b>	<b>M</b>	<b>B</b>	<b>SI</b>
Fator Equivalência	1	1,5	2	1	0,5	1,1

Fonte: DNIT (2006).

A metodologia traz a informação que as vias que apresentam volumes superiores a 780 veículos por hora são inadequadas para o tráfego de bicicletas. Diante disso temos a seguinte expressão para o cálculo do índice:

$$I_{vt} = \frac{780 - vhp}{780} \times 3,0 \quad (\text{Eq. 3})$$

$I_{vt}$  = Indicador normalizado de volume médio de tráfego do segmento.

vhp = Volume do tráfego na hora de pico.

Sendo o resultado um valor negativo deve-se assumir se o valor 0 (zero) como índice.

- Active:

Este parâmetro leva em consideração a máxima inclinação confortável para o ciclista. A inclinação máxima depende da extensão do trecho em aclave, sendo a ausência de aclave situação ideal para a movimentação. As unidades de medidas para este indicador são o greide e a extensão da via. Para o cálculo do parâmetro é utilizado a seguinte equação:

$$I_{ac} = \frac{C_{ac} - C_{gseg}}{C_{ac}} \times 3,0 \quad (\text{Eq. 4})$$

$I_{ac}$  = Indicador de aclave do segmento.

$C_{ac}$  = Comprimento máximo do segmento para valor do greide de acordo a tabela.

$C_{gseg}$  = Comprimento do trecho em aclave no segmento medido.

Tabela 3 – Comprimento e angulação dos aclives.

<b>Active</b>	<b>Comprimentos (m)</b>
5%	< 240
6%	< 180
7%	< 120
8%	< 90
9%	< 60

10%	< 30
> 11%	< 15

Fonte: Campos e Cardoso (2014).

Para aclives inferiores a 5% considera-se aceitável para qualquer extensão de trecho. Dessa forma, a equação irá apresentar para este caso o valor 3,0 (três).

(b) Cálculo do índice de adequação (IAS):

Após a quantificação de cada indicador é calculado o valor do índice geral de adequação. O índice é composto pela média aritmética entre todas as notas obtidas nos indicadores, conforme a equação a seguir:

$$IAS = \frac{Ilef + Iest + Ivel + Ivt + Iac}{5} \quad (\text{Eq. 5})$$

Em que,

IAS = Índice de adequação do segmento;

Ilef = Índice de largura efetiva do segmento;

Iest = Índice de estacionamento na via em paralelo;

Ivel = Índice do limite de velocidade para veículos automotores;

Ivt = Índice do volume médio de tráfego de veículos automotores;

Iac = Índice do aclive do segmento de via;

O cálculo do índice geral de adequação do segmento possibilita a classificação da via quando o nível de adequação do segmento para implantação de um espaço cicloviário.

### Etapa 3

A terceira etapa é a análise e sugestão de melhorias no segmento estudado, levando em consideração as notas dos índices e características avaliadas. São sugeridas propostas que aumentem o índice de adequação e promovem a segurança e o conforto dos ciclistas.

#### 3.2.2. Proposição de implantação de estrutura cicloviária.

Através do levantamento das características físicas da via, da análise do tráfego, do estudo dos índices e considerando as informações técnicas levantadas durante a revisão de literatura, é apresentada uma proposta de implantação de uma estrutura cicloviária. A proposta indica o tipo de estrutura cicloviária mais adequada para local considerando a geometria real da

via, e apresenta um desenho esquemático demonstrando a disposição da estrutura cicloviária no eixo transversal da via.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Índice de Adequação do Segmento

Os resultados para cada parâmetro analisado e os elementos necessários para a determinação estão descritos nos itens que se seguem.

#### 4.1.1. Largura Efetiva da Via.

As 10 medições realizadas da largura da via estão apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 4 – Valores de largura da via no trecho.

Medições	Largura da via (m)
1 <sup>a</sup>	10,41
2 <sup>a</sup>	10,43
3 <sup>a</sup>	10,50
4 <sup>a</sup>	10,56
5 <sup>a</sup>	10,47
6 <sup>a</sup>	10,40
7 <sup>a</sup>	10,64
8 <sup>a</sup>	10,69
9 <sup>a</sup>	10,41
10 <sup>a</sup>	10,45

Fonte: Autor (2022).

Tabela 5 – Valor do indicar  $L_{ef}$  de acordo com a largura efetiva da via.

Largura efetiva da via (1 faixa)	Largura efetiva da via (2 faixas)	Largura efetiva da via (3 faixas)	Tipo de Infraestrutura	$I_{ef}$
Até 4,26m	Até 7,26 m	Até 10,26 m	Nenhuma	0
≥ 4,27 a 4,79 m	≥ 7,27 a 7,79 m	≥ 10,27 a 10,79 m	Via Compartilhada	1
≥ 4,80 a 5,49 m	≥ 7,80 a 8,49 m	≥ 10,80 a 11,49 m	Ciclofaixa	2
≥ 5,50 m	≥8,50 m	≥11,50 m	Ciclovía	3

Fonte: Campos e Cardoso (2014).

De acordo a tabela 4 a menor largura da via foi de 10,40 m. Para este valor de largura e sabendo que via possui 2 faixas de rolamento a tabela 5 indica que levando em conta apenas a largura, é possível a implantação de qualquer tipo de estrutura cicloviária e o valor do índice para esta situação é igual a 3,0.

$$I_{ef} = 3,0$$

#### 4.1.2. Estacionamento a Via.

O trecho da via em que é permitido o estacionamento de veículos possui 1279 metros de extensão. Ressaltando que o trecho analisado possui 1418 metros de comprimento total, a expressão para este índice é:

$$I_{est} = (1 - v_r) \times 3,0 \quad (\text{Eq. 1})$$

$$I_{est} = \left(1 - \frac{1279}{1418}\right) \times 3,0$$

$$I_{est} = \mathbf{0,29}$$

#### 4.1.3. Limite de velocidade na via para veículos automotores:

Para o cálculo do índice que leva em consideração a velocidade do segmento foi considerado que a velocidade máxima que deve ser permitida para veículos automotores em vias que são utilizadas por ciclistas é de 70 km/h. (CAMPOS; CARDOSO, 2014). Foi considerado também que o valor mínimo ideal para trânsito nas vias com estrutura cicloviária é de 20 km/h. (BRASIL, 2010).

Além disso, é necessário obter o valor da velocidade máxima permitida na via. Como no trecho não existe sinalização que indique o valor máximo, foi utilizado o valor de velocidade máxima permitida prescrito pelo Código de Trânsito Brasileiro para o tipo da via analisada. Através do Plano Diretor de Barreiras verificou-se que a via é classificada como arterial, sendo assim, a velocidade máxima permitida pelo código é de 60 km/h. Assim, temos o seguinte valor para o índice de velocidade:

$$I_{vel} = \frac{v_{max} - v_{seg}}{v_{max} - 20} \times 3,0 \quad (\text{Eq. 2})$$

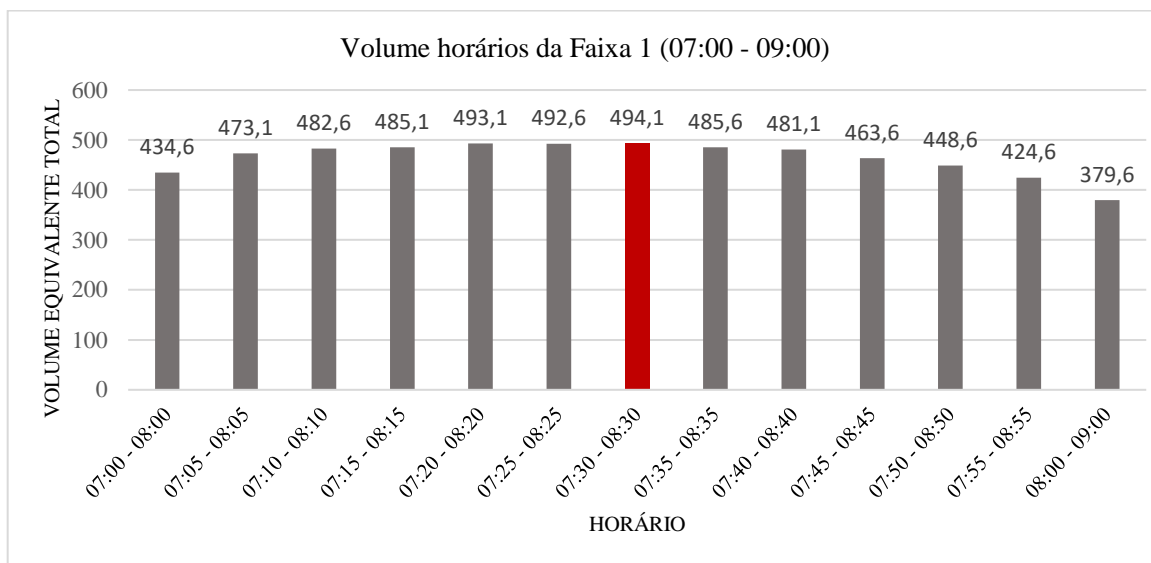
$$I_{vel} = \frac{70 - 60}{70 - 20} \times 3,0$$

$$I_{vel} = \mathbf{0,6}$$

#### 4.1.4. Volume médio de tráfego de veículos automotores:

O gráfico apresentado na figura 31 apresenta a os valores da contagem expressos em Unidades de Carro de Passeio (UCP) para a faixa 1 da via. Os valores foram somados e apresentados no intervalo de cinco em cinco minutos a fim de obter o horário de máxima demanda (horário de pico). O volume no horário de pico encontrado está destacado em vermelho.

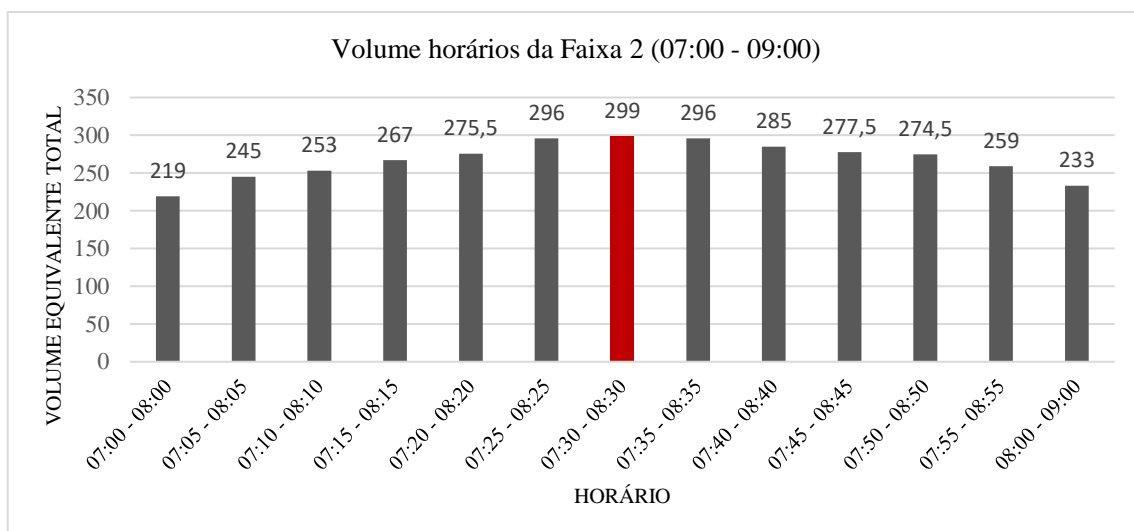
Figura 31 – Volume horário da faixa 1



Fonte: Autor (2022).

O gráfico da figura 32 apresenta os resultados da contagem em UCP e o horário de pico para a faixa 2 da via.

Figura 32 – Volume horário da faixa 2



Fonte: Autor (2022).

A hora de pico encontrada foi das 07:30min – 08:30min para as duas faixas. Para o cálculo do índice do volume de veículos foi utilizado o maior volume encontrado na hora de pico entre a faixa 1 e faixa 2, dessa forma obteve-se:

$$I_{vt} = \frac{780 - vhp}{780} \times 3,0 \quad (\text{Eq. 3})$$

$$I_{vt} = \frac{780 - 494}{780} \times 3,0$$

$$I_{vt} = 1,1$$

#### 4.1.5. Aclive:

Através do software do Google Earth foi possível obter o perfil de inclinação do trecho. O software apresenta também o valor da inclinação máxima que foi de 4,1% (figura 33). Sabendo disso, foi adotado o valor máximo para o índice, uma vez que, para inclinações menores que 5% o trecho se torna ideal para este parâmetro.

$$I_{ac} = 3,0$$

Figura 33- Perfil de inclinação do trecho analisado.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

#### 4.1.6. Índice Geral:

Após o cálculo de todos os índices propostos encontrado o valor para o Índice de Adequação do Segmento:

$$IAS = \frac{I_{lef} + I_{est} + I_{vel} + I_{vt} + I_{ac}}{5} \quad (\text{Eq. 5})$$

$$IAS = \frac{3,0 + 0,29 + 0,6 + 1,1 + 3,0}{5}$$

$$IAS = 1,6$$

A tabela 6 a seguir apresenta a descrição da classificação de acordo o índice de adequações encontrado.

Tabela 6 – Classificação e descrição do trecho analisado.

<b>Índice de Adequação do Trecho</b>	<b>Descrição da classificação do trecho analisado</b>
0,00 a 1,00	Segmento ruim cuja utilização dentro do sistema ciclovário não é aconselhada. Trecho necessita de grandes intervenções e modificações.
1,01 a 2,00	Segmento bom cujo uso dentro do sistema ciclovário é aconselhado, podendo ser realizadas intervenções nos indicadores que tiveram uma avaliação baixa.
2,01 a 3,00	Segmento ótimo cuja utilização dentro do sistema ciclovário é plenamente aconselhada. Precisa de pequeníssimas ou nenhuma intervenção nos indicadores que tiveram um menor resultado

Fonte: Campos e Cardoso (2014).

De acordo a tabela, o trecho da avenida Antônio Carlos Magalhães é classificado como um segmento bom para implantação de um sistema ciclovário, podendo ser feitas intervenções para seu melhoramento.

## **5. DISCUSSÕES**

### **5.1. Possíveis Adequações**

De acordo a metodologia o valor obtido de 1,6 para o Índice de Adequação do Segmento classifica o trecho como bom para implantação de uma estrutura cicloviária, entretanto, aponta também a necessidade de intervenções na via para melhoramento nos indicadores que não tiveram nota máxima.

O índice de estacionamento na via obteve um valor de 0,29 devido à grande extensão da área onde é permitido estacionamento. Em toda margem direita do trecho o estacionamento é permitido, o que faz com que aumente a chance de conflitos entre carros e bicicletas tornando a via pouco atrativa para os ciclistas (ITDP, 2017). A proibição de estacionamento na via permitiria o aumento da largura utilizada para a movimentação de veículos, facilitando assim a implantação de estruturas cicloviárias no trecho.

O índice de velocidade máxima apresentou nota 0,6 devido à alta velocidade permitida na via. O melhoramento do índice pode ser alcançado através do controle de velocidade dos veículos automotores. A instalação de dispositivos de redução de velocidade como lombadas, depressões, sonorizadores e fiscalização eletrônica é uma alternativa para aumento do parâmetro. Outra solução, é reduzir a velocidade máxima permitida na via, fazendo uso de sinalização vertical indicativa da velocidade máxima permitida. A redução da velocidade dos veículos é uma forma de harmonizar a circulação de vários modos de transportes, e também de proporcionar mais segurança para todos eles. (ITDP, 2017).

O índice de volume de veículos automotores demonstra a importância da via para fluidez do tráfego da região, dessa forma, não há como pensar em alterações diretas na via para diminuição do fluxo e conseqüentemente aumento do índice. Entretanto, é fundamental ressaltar que a implantação de uma estrutura cicloviária adequada promove naturalmente ao longo do tempo a troca da utilização dos veículos automotores pelo uso da bicicleta, o que diminuiria o volume de veículos na via, gerando assim, uma melhora neste parâmetro.

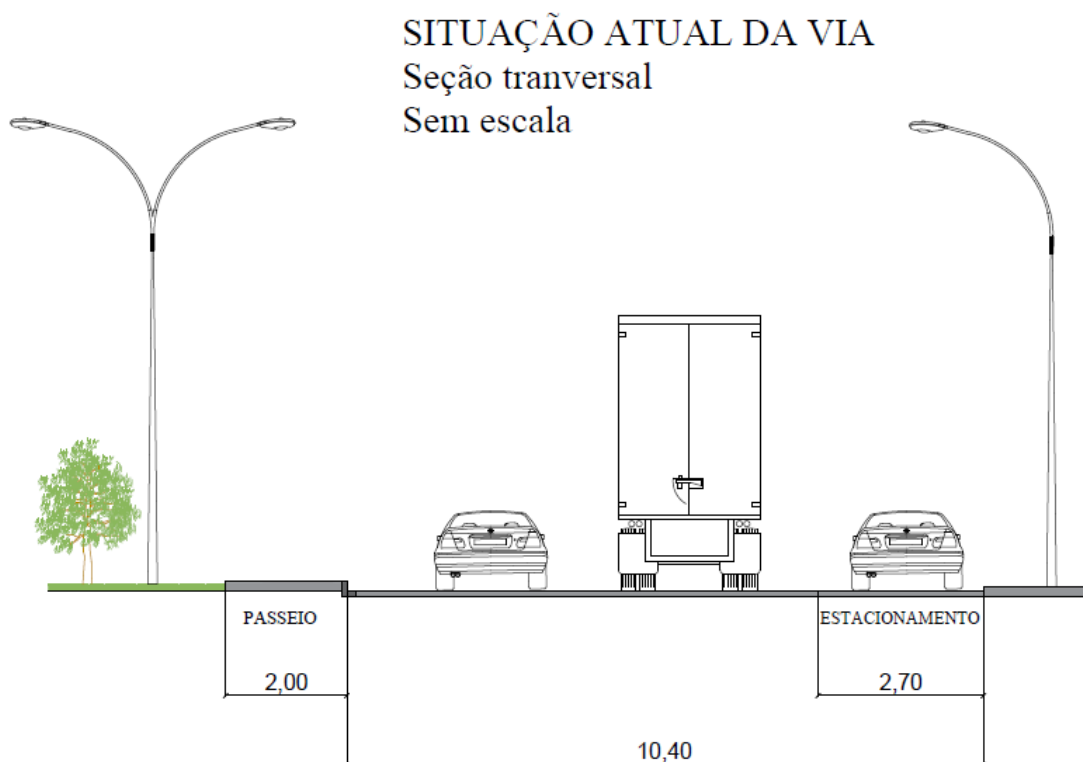
### **5.2. Proposta de implantação**

A estrutura cicloviária proposta buscou priorizar solução com a maior segurança e a menor intervenção no tráfego de automóveis existente, levando em conta a importância da via para escoar o trânsito de veículos da cidade.

Para a escolha da melhor estrutura cicloviária foi considerada a situação atual da via em relação as suas características geométricas. Como já foi apresentado, a via possui largura

mínima de 10,40 metros, e duas faixas de rolamento em um único sentido. O trecho conta também com um passeio ao longo de toda margem esquerda, possuindo interseções apenas na margem direita. A figura 34 apresenta um desenho esquemático do eixo transversal da via.

Figura 34 – Representação da situação atual do eixo transversal do trecho analisado.



A largura mínima para as faixas destinadas à veículos automotores em vias arteriais é de 3,00 metros (DNIT, 2010). O trecho possui duas faixas, sendo assim, a largura mínima que deve ser destinada aos automóveis é de 6,00 metros, restando 4,40 metros.

Para a proposta foi prevista a continuidade da área de estacionamento de veículos, devido à sua importância tanto para os motoristas quanto para as empresas e lojas que existem próximas a via.

A largura mínima destinada à estacionamentos paralelos à via deve ser de 2,70 metros (DNIT 2010). Diante disso, a largura restante disponível para a estrutura cicloviária descontando 2,70 de 4,40 metros seria de 1,7 metros. A revisão de literatura mostrou que a largura mínima para ciclovias unidirecionais é de 2 metros, portanto, para este caso a ciclovia torna-se inviável.

No caso do uso compartilhado da via por automóveis e bicicletas deve ser evitado faixas com larguras inferiores a 4 metros, uma vez que, não garante uma ultrapassagem dos ciclistas de forma segura, sem que o motorista precise trocar de pista (ITDP, 2017).

A instalação de ciclovias unidirecionais também se torna inviável, uma vez que, a largura total mínima para este tipo de estrutura deve ser de 1,7 metros, e dessa forma não restaria espaço para a implantação de faixa ou elementos delimitadores. (ITDP, 2017).

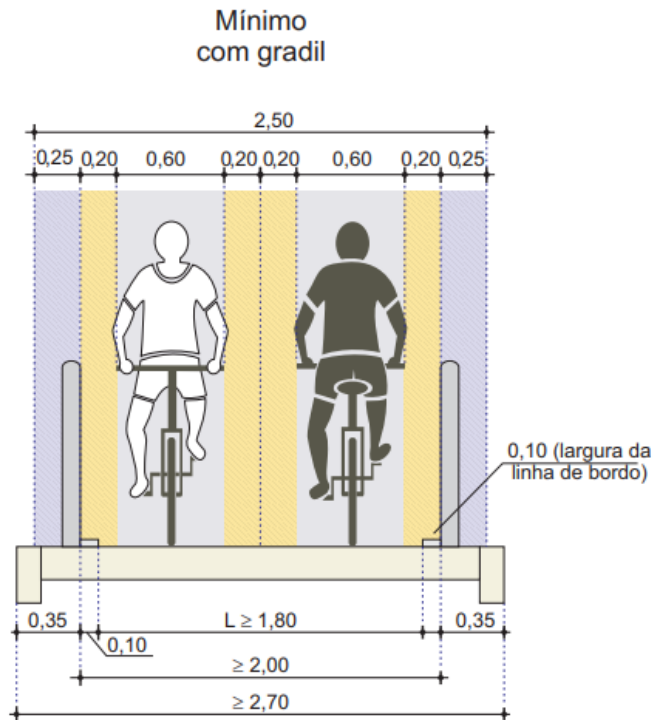
Portanto, para a situação em que se considera a existência do estacionamento, não é possível a instalação de uma estrutura cicloviária com a segurança adequada utilizando o espaço da própria via.

Com a impossibilidade de implantação na via foi pensado o uso partilhado do passeio com uma estrutura cicloviária. Para vias com volume de até mil bicicletas por hora a largura destinada à estrutura cicloviária pode ser inferior aos valores mínimos apresentados anteriormente. (CET, 2020).

A implantação de uma ciclofaixa partilhada com pedestre no passeio apesar de ser possível não traria segurança suficiente aos usuários, dado que, a velocidade permitida na via é considerada alta para o tráfego de ciclistas, e a ausência de separação física entre a via e o espaço cicloviário aumentaria o risco de acidentes. Além disso, as ciclofaixas devem ser preferencialmente unidirecionais para evitar acidentes frontais graves, desse modo, seria necessária a implantação de outra ciclofaixa em outra via para atender o tráfego de ciclistas no sentido contrário, o que necessitaria de mais análises e geraria o aumento do custo com adequações.

Uma ciclovia bidirecional sobre o passeio com um gradil segregador pode ser feita com 1,80 m de largura efetiva e uma faixa separadora com menos de 0,50 metros (figura 35) (CET, 2020).

Figura 35 - Representação ciclovias sobre passeio com gradil



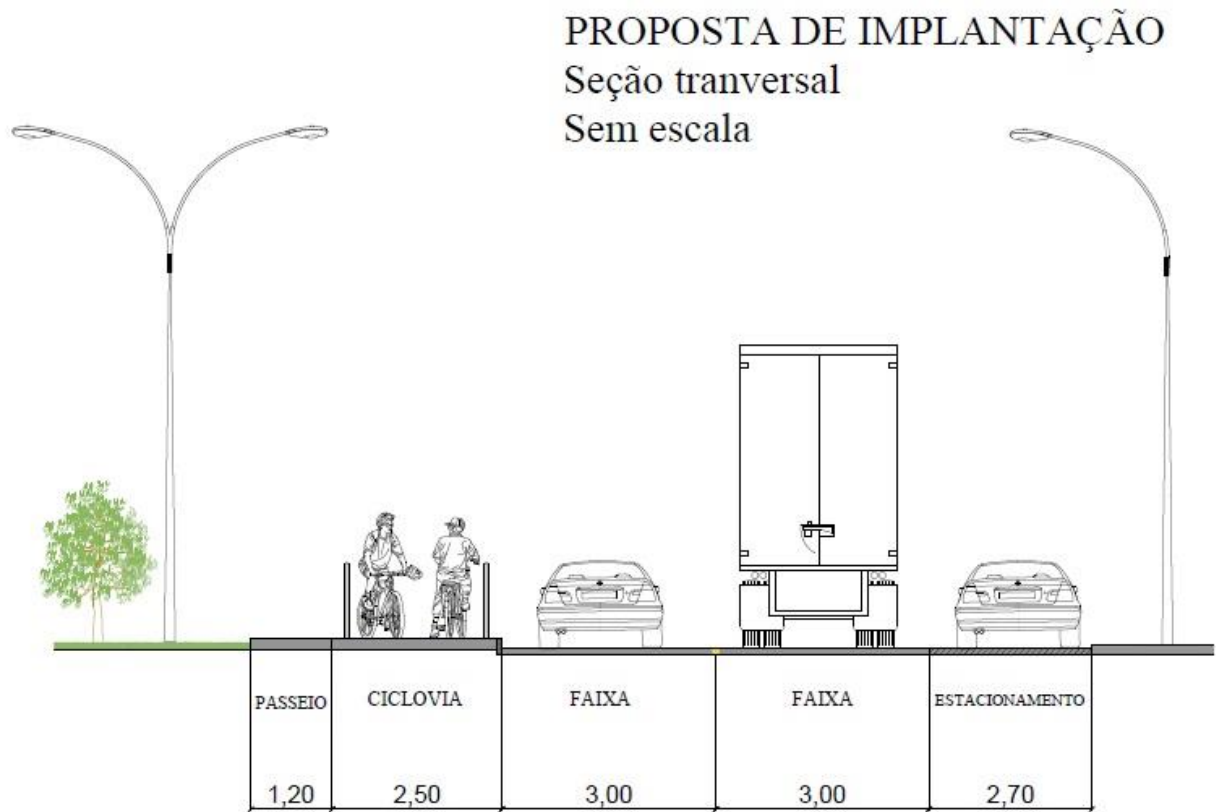
Fonte: CET (2020).

Sendo 2,50 m a largura total necessária para a ciclovia e 1,20 m a largura para o passeio, serão 3,70 m de largura total da estrutura. O passeio existente possui 2,0 m, logo, seria necessário aumentar a largura da calçada para dentro da via em 1,70 m.

A ciclovia é o tipo de estrutura que oferece maior segurança entre os ciclistas, além de ser mais convidativa (GONDIM, 2010). Apesar de ter um custo maior em relação às outras estruturas, salienta-se que para este caso o custo de implantação deve ser reduzido, uma vez que, no trecho escolhido já existe boa iluminação, elementos de drenagem, boas condições de pavimentação e um passeio já construído. Além do mais, não seria necessário intervenções para diminuir a velocidade da via ou para restringir o estacionamento existente. Portanto, a implantação de uma ciclovia bidirecional no passeio do lado esquerdo da via torna-se a proposta mais adequada para o trecho estudado.

A figura 36 apresenta a proposta de implantação da ciclovia bidirecional mostrando a disposição dos elementos no eixo transversal da via.

Figura 36 – Proposta de implantação de ciclovia bidirecional na avenida ACM.



Fonte: Autor (2022).

## 6. CONCLUSÃO

O trecho da avenida Antônio Carlos Magalhães mostrou-se adequado para a implantação de uma estrutura cicloviária em três dos cinco parâmetros estudados. Os parâmetros que avaliaram a largura da via e o aclive obtiveram a nota máxima na análise. O parâmetro que avaliou o volume de veículos recebeu nota mediana, e os relacionados à estacionamento na via e velocidade permitida receberam nota considerada ruim. O Índice de Adequação do Segmento, que faz a avaliação geral, obteve nota 1,6 apontando que o segmento possui boas características para implantação de espaços cicloviários, mas que ainda sim são necessárias intervenções.

A partir das visitas in loco foi possível observar que a via já possui elementos de drenagem, boa iluminação e boas condições de pavimento. Através do levantamento dessas informações e do estudo do espaço físico foi demonstrado que a melhor solução em favor da segurança é implantação de uma ciclovia bidirecional partilhada com o passeio na margem esquerda do trecho.

O incentivo a transportes mais sustentáveis como a bicicleta podem ser soluções economicamente e ambientalmente viáveis para os problemas atuais de trânsito. Estruturas cicloviárias além trazerem muitos benefícios, tornam as cidades mais sustentáveis e possibilitam a redução de custos com deslocamento para a população.

As gestões públicas devem estar sempre empenhadas no desenvolvimento de estratégias que promovam a ocupação do espaço urbano por meios não motorizados. Cidades pequenas e médias devem sempre estar investindo em meios de transporte alternativos, para que no futuro não tenham que gastar grandes quantidades de recursos para solucionar problemas de trânsito.

Por meio deste trabalho foi possível comprovar a possibilidade de implantação de um espaço cicloviário em uma via importante da cidade de Barreiras. O estudo forneceu subsídios teóricos para que outros acadêmicos ou órgãos da administração pública sejam estimulados a elaborar o projeto da estrutura cicloviária proposta. A análise aqui feita deve servir como incentivo para que mais estudos sejam desenvolvidos nesse tema, e também para que sejam feitas análises de outras vias das cidades, visando o objetivo final de efetivar os benefícios da utilização desse meio de transporte.

## 7. REFERÊNCIAS

ABRACICLO. **O Uso de Bicicletas no Brasil: Qual o melhor modelo de incentivo?** economia, 2015.

ALBA - Assembleia Legislativa da Bahia. **Paulo Câmara se congratula com povo de Barreiras**. Disponível em: <https://www.al.ba.gov.br/midia-center/noticias/51706>. Acesso em: 18 de junho de 2022.

BRASIL. Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta-Bicicleta Brasil Caderno de Referência para elaboração de: **Plano de mobilidade por bicicleta nas cidades**. Ministério das cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. 2007.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**. Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997. 4. ed. Edições Câmara. Brasília: Câmara dos Deputados, 2010.

BRASIL. **Política nacional da mobilidade urbana**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. 2013.

CAMPOS, V. B. G., & Cardoso, P. de B. **Metodologia para planejamento de um de sistema cicloviário**. 2016. Transportes, 24(4), 39–48. ISSN: 2237-1346 (online) DOI:10.14295. Disponível em: <https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/1158>. Acesso em: 01 jun. 2022.

CARVALHO, M. L. DE; FREITAS, C. M. DE. **Pedalando em busca de alternativas saudáveis e sustentáveis**. Ciência e Saúde Coletiva, v. 17, n. 6, 2012. p. 1617–1628. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/zgCsGn9mvgGDsfjMcHZCkDp/?lang=pt>. Acesso em: 02 jun. 2022

CET. **Manual de sinalização urbana**. Espaço cicloviário. Companhia de Engenharia de Tráfego. Vol. 13. São Paulo, 2020.

CONTRAN. **Sinalização Cicloviária**. In: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. Ministério da Infraestrutura. 1 ed. Brasília, 2021.

DNIT. **Manual de estudos de tráfego**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2006.

DNIT. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2010.

FREITAS, V. DE. **Análise da viabilidade técnica e ambiental de vias cicláveis na cidade de Presidente Epitácio-sp**. 2014. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha solteira, 2014.

GEIPOT, E. B. DE P. DE T.-. **Manual de Planejamento Cicloviário**. Ministério dos Transportes. 3 ed. Brasília, 2001.

GOLDNER, L. G. **Engenharia de tráfego**. Módulo 1, Notas de aula da disciplina de Engenharia de tráfego do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, PPGEC, UFSC. Florianópolis, SC. 2005

GONDIM, M. F. **Cadernos de Desenho Ciclovias**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. COPPE. Rio de Janeiro. v. 59. 2010

GOOGLE MAPS. Google Inc. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em 11 jun. 2022.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios** - Síntese de Indicadores. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Barreiras – Panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/barreiras/panorama>. Acesso em: 18 jun. 2022.

ITDP – Instituto de Políticas de Transportes & Desenvolvimento. **Guia de planejamento cicloinclusivo**, 2017.

ITDP – Instituto de Políticas de Transportes & Desenvolvimento. **Contagens de Ciclistas: recomendações técnicas e monitoramento**, 2018.

MONARI, M.; SEGANTINE, P. C. L. **Método para definição de rede de rotas cicláveis em áreas urbanas de cidades de pequeno porte: um estudo de caso para a cidade de Bariri-SP**. Tese (Mestrado em Ciências). Escola de Engenharia de São Paulo da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2018.

NERI, T. B. **Proposta metodológica para definição de rede cicloviária: Estudo De Caso De Maringá**. Tese (Mestrado em Engenharia Urbana). Departamento de Engenharia Civil. UEM. Maringá, 2012.

NSC Total. Florianópolis amplia ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas: entenda as diferenças. **CBN Floripa**, cotidiano. Florianópolis, 19 de ago. 2019. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/florianopolis-amplia-ciclovias-ciclofaixas-e-ciclorrotas-entenda-as-diferencas>. Acesso em: 16 set. 2022.

RAMOS, P. **Projecto de ciclovias**. Tese (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade do Porto. Departamento de Engenharia Civil, Portugal, 2008.

TERAMOTO, T. T. **Planejamento de transporte cicloviário urbano**: Organização Da Circulação. Tese (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos, 2008.

TORRES., I. G.; FERRAZ., A. C. C. P. **Transporte público urbano**. 2 ed. editora RiMa. São Carlos, 2004.

VACCARI, L. S.; FANINI, V. Série de caderno técnicos da agenda parlamentar: **Mobilidade Urbana**. CREA-PR. Paraná, 2016.

VALE, D. S. **A Cidade e a Bicicleta**: Uma leitura Analítica. Centro de Estudos Geográficos. Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal. Finisterra. DOI 10.18055/finis707. v. 51, n. 103, 2016.