



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
Campus de Ilha Solteira

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**MAURÍCIO IWASAKI DRIMEL**

**INOVAÇÕES E BOAS PRÁTICAS EM CICLOVIAS: APLICAÇÕES PARA SÃO PAULO**

**ILHA SOLTEIRA – SP 2026**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

Campus de Ilha Solteira

**INOVAÇÕES E BOAS PRÁTICAS EM CICLOVIAS: APLICAÇÕES PARA SÃO PAULO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Engenharia de  
Ilha Solteira - UNESP como parte dos  
requisitos para a obtenção do título de  
Engenheiro Civil.

Profa. Dra. Luzenira Alves Brasileiro.

**Orientadora**

**ILHA SOLTEIRA – SP 2026**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Drimel, Mauricio Iwasaki.

D779 i            Inovações e boas práticas em ciclovias: aplicações para São Paulo /  
Mauricio Iwasaki Drimel. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2026  
41 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -  
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha  
Solteira, 2026

Orientador: Luzenira Alves Brasileiro

Inclui bibliografia

1. Cruzamentos. 2. Infraestrutura cicloviária. 3. Mobilidade ativa. 4.  
Segurança viária. 5. Urbanismo tático.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: MAURÍCIO IWASAKI DRIMEL

Título: **INOVAÇÕES E BOAS PRÁTICAS EM CICLOVIAS: APLICAÇÕES PARA SÃO PAULO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Ilha Solteira

### COMISSÃO EXAMINADORA



**Profª Drª Luzenira Alves Brasileiro**

(Orientadora)



**Profª Drª Maria da Consolação Fonseca de Albuquerque**

(Examinadora)



**Prof. Dr. Sérgio Augusto Mello da Silva**

(Examinador)

Ilha Solteira

03/08/2026

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente aos meus pais, Solange e Antonio, por me criarem, educarem e se dedicarem tanto para apoiar meus sonhos e realizações.

Ao meu irmão Vinicius, por sempre me apoiar e cuidar de mim nos momentos necessários.

Aos meus amigos, que foram meus pilares nos bons e maus momentos ao longo do curso e da vida.

À professora Luzenira Alves Brasileiro, por se disponibilizar a me auxiliar e orientar neste trabalho, que conclui a realização de um sonho.

À UNESP, por possibilitar todas as experiências, o conhecimento, a estrutura e o aprendizado durante todo o período do curso.

A todos, meu mais profundo sentimento de **agradecimento**.

## **Resumo**

Este trabalho consiste em um estudo técnico-documental que examina inovações e boas práticas em infraestrutura cicloviária e propõe adaptações viáveis para a realidade urbana de São Paulo, com foco na redução de conflitos em cruzamentos. A análise confrontou o repertório internacional de boas práticas, reunido em manuais de referência, com a regulamentação brasileira e com a configuração real de nós viários da capital. Como referência de boa prática consolidada, examinou-se a ciclovia da Avenida Paulista; como estudo de caso dos problemas a resolver, diagnosticaram-se os cruzamentos críticos da Avenida Brigadeiro Faria Lima com as avenidas Rebouças, Cidade Jardim e Juscelino Kubitschek. O diagnóstico evidenciou que a proteção oferecida ao ciclista ao longo dos eixos se rompe justamente nas interseções, onde se concentram o risco e a maior oportunidade de ganho. A partir disso, propuseram-se redesenhos geométricos ajustados a cada nó, áreas de espera para bicicleta, redução de raios de giro e avanço de verde semaforico, com implantação faseada por urbanismo tático. Conclui-se que a incorporação dessas práticas é técnica e economicamente viável quando as soluções são adaptadas às restrições locais e amparadas na normatização nacional vigente.

**Palavras-chave:** Cruzamentos. Infraestrutura cicloviária. Mobilidade ativa. Segurança viária. São Paulo. Urbanismo tático.

## **Abstract**

This work is a technical-documentary study that examines innovations and good practices in cycling infrastructure and proposes feasible adaptations for the urban reality of São Paulo, focusing on the reduction of conflicts at intersections. The analysis compared the international repertoire of good practices, compiled in reference manuals, with Brazilian regulations and with the actual configuration of road junctions in the city. As a reference of consolidated good practice, the cycle track of Avenida Paulista was examined; as a case study of the problems to be solved, the critical intersections of Avenida Brigadeiro Faria Lima with Avenida Rebouças, Avenida Cidade Jardim and Avenida Juscelino Kubitschek were diagnosed. The diagnosis showed that the protection offered to the cyclist along the corridors breaks down precisely at the intersections, where both the risk and the greatest opportunity for improvement are concentrated. Based on this, geometric redesigns adjusted to each junction were proposed, bike boxes, reduction of turning radii and a bicycle greensignal head start, to be implemented in phases through tactical urbanism. It is concluded that incorporating these practices is technically and economically feasible when the solutions are adapted to local constraints and supported by current national regulations.

**Keywords:** Active mobility. Cycling infrastructure. Intersections. Road safety. São Paulo. Tactical urbanism.

## SUMÁRIO

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                                 | <b>5</b>  |
| <b>2. OBJETIVOS .....</b>                                                 | <b>6</b>  |
| <b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                     | <b>7</b>  |
| 3.1 A Mobilidade Ativa e o Desenho Viário Focado nas Pessoas .....        | 7         |
| 3.2 Tipos de Vias Cicloviárias e Critérios de Escolha .....               | 8         |
| 3.3 Parâmetros Geométricos e Dimensionamento .....                        | 10        |
| 3.4 Desenho de Cruzamentos e Minimização de Acidentes .....               | 11        |
| 3.5 Continuidade e Conexão da Rede Cicloviária.....                       | 13        |
| 3.6 Estratégias de Implementação, Viabilidade e Urbanismo .....           | 16        |
| <b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>                                       | <b>18</b> |
| 4.1 Caracterização da Pesquisa .....                                      | 18        |
| 4.2 Materiais: Fontes e Dados Utilizados.....                             | 18        |
| 4.3 Procedimentos Metodológicos .....                                     | 19        |
| 4.4 Síntese do Percorso Metodológico .....                                | 20        |
| <b>5. DESENVOLVIMENTO E ESTUDO DE CASO.....</b>                           | <b>21</b> |
| 5.1 O Contexto Cicloviário de São Paulo .....                             | 21        |
| 5.2 A Avenida Paulista como Referência de Boa Prática .....               | 23        |
| 5.3 Estudo de Caso: Os Nós Críticos da Avenida Brigadeiro Faria Lima..... | 25        |
| 5.3.1 Cruzamento com a Avenida Rebouças .....                             | 26        |
| 5.3.2 Cruzamento com a Avenida Cidade Jardim .....                        | 27        |
| 5.3.3 Cruzamento com a Avenida Juscelino Kubitschek.....                  | 28        |
| 5.4 Proposições de Redesenho Geométrico.....                              | 30        |
| 5.5 Viabilidade e Estratégia de Implementação (Urbanismo Tático).....     | 31        |
| <b>6. CONCLUSÃO .....</b>                                                 | <b>32</b> |
| <b>7. REFERÊNCIAS .....</b>                                               | <b>36</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O processo acelerado de urbanização nas grandes metrópoles, como a de São Paulo, evidencia o esgotamento do modelo de mobilidade centrado no transporte individual motorizado. Congestionamentos diários, poluição atmosférica e elevado índice de acidentes no trânsito impõem a busca por meios de transporte mais eficientes e menos prejudiciais ao espaço urbano. Nesse cenário, a bicicleta torna-se uma alternativa viável para deslocamentos de curta e média distância, capaz de reduzir impactos ambientais, otimizar a ocupação da via e democratizar o acesso à cidade.

A consolidação da bicicleta como meio de transporte, contudo, depende diretamente da qualidade da infraestrutura da cidade. Países do norte europeu, com destaque para a Holanda e a Dinamarca, assumiram o protagonismo na engenharia de tráfego voltada à mobilidade ativa: por meio de diretrizes rigorosas de planejamento e desenho geométrico, desenvolveram redes cicloviárias que priorizam a segurança do usuário, minimizam conflitos com veículos motorizados e garantem a continuidade da malha cicloviária. Esse referencial, compilado em manuais internacionais, constitui um repertório de boas práticas que, devidamente adaptado às condições locais, pode melhorar a mobilidade em cidades.

São Paulo apresenta desafios singulares para a incorporação dessas boas práticas. O relevo irregular, a escassez de espaço físico em vias já construídas e a forte cultura de uso do automóvel diminuem as soluções disponíveis ao projetista. A rede cicloviária do município expandiu-se de forma expressiva na última década, impulsionada pelo Plano Cicloviário, lançado em dezembro de 2019; atualmente, alcança 789,9 km de vias com tratamento cicloviário permanente, a maior rede dedicada à bicicleta entre as cidades brasileiras (CET, 2026). Porém, parte dessa expansão priorizou o espaço que sobrava nas ruas, deixando de lado o traçado mais seguro. Em função disso, existem interrupções no caminho e pontos problemáticos, principalmente nos cruzamentos.

Esses problemas citados anteriormente, refletem diretamente no aumento de acidentes: em 2020 foram registradas 37 mortes de ciclistas no trânsito da capital, contra 31 no ano anterior (CET, 2021). A relevância do tema vem justamente da diferença entre a rápida expansão da malha e a baixa qualidade do traçado construído, pois a percepção de insegurança desestimula a adoção da bicicleta por uma parte da

população. Compreender como as boas práticas internacionais podem ser adaptadas à realidade paulistana, respeitando a falta de espaço, custos de implantação e padrões de segurança, é essencial para que as ciclovias realmente protejam os usuários e estimulem novos percursos. A ampliação do uso da bicicleta tende a produzir benefícios urbanos, como a redução de congestionamentos e da emissão de poluentes, tópicos retomados ao final deste trabalho. Surge, assim, a seguinte questão: como incorporar as boas práticas de vias e cruzamentos à rede de São Paulo de forma técnica e financeiramente viável?

Para responder essa questão, o trabalho analisa dois casos práticos na cidade de São Paulo. A ciclovia da Avenida Paulista é usada como referência de boa prática já consolidada, exemplo que conseguiu unir a separação física do trânsito, sinalização dedicada e cuidado com as travessias. Por outro lado, os cruzamentos da Avenida Brigadeiro Faria Lima com as avenidas Rebouças, Cidade Jardim e Juscelino Kubitschek são analisados como estudo de caso dos problemas ainda não resolvidos: pontos em que a segurança oferecida ao ciclista ao longo do percurso se perde nos cruzamentos.

Diante desse cenário, o objetivo geral deste trabalho é analisar inovações e boas práticas em infraestrutura cicloviária e propor adaptações e soluções viáveis para a realidade de São Paulo. O foco é reduzir os conflitos nos cruzamentos e incentivar o transporte sustentável. As propostas se baseiam em um traçado seguro e em uma implantação feita por etapas, buscando equilibrar a segurança no trânsito, os custos e a viabilidade prática da obra.

## **2. OBJETIVOS**

Analisar inovações e boas práticas em infraestrutura cicloviária, propondo adaptações técnicas e soluções viáveis para a realidade urbana da cidade de São Paulo, com foco na redução de conflitos em cruzamentos e no incentivo à mobilidade sustentável.

Analisar inovações e boas práticas em ciclovias, com base em manuais internacionais de referência, e propor adaptações dessas práticas para a realidade urbana de São Paulo;

Avaliar se é possível aplicar essas práticas no contexto paulistano, tomando a ciclovia da Avenida Paulista como referência de boa prática consolidada e as interseções críticas da Avenida Brigadeiro Faria Lima (cruzamentos com as avenidas

Rebouças, Cidade Jardim e Juscelino Kubitschek) como estudo de caso dos problemas a resolver;

Propor um conjunto de recomendações para a melhoria das ciclovias em São Paulo, considerando as restrições, fatores culturais, econômicos e geográficos;

Analisar os potenciais benefícios sociais, econômicos e ambientais decorrentes da implementação das recomendações e estratégias propostas.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Para fundamentar as propostas de melhoria da malha cicloviária de São Paulo, é preciso analisar as orientações dos principais manuais nacionais e internacionais. A pesquisa está dividida em seis pontos: a mudança de visão no planejamento das ruas, que deixa de focar nos carros e passa a priorizar as pessoas; os tipos de vias para bicicletas e como escolher o modelo correto; as medidas e espaços ideais para a construção; o cuidado com os cruzamentos, que são as áreas mais delicadas e perigosas; a necessidade de criar uma rede contínua e interligada; e, por fim, as estratégias de implementação separadas por etapas em ruas e bairros já consolidados.

#### **3.1 A Mobilidade Ativa e o Desenho Viário Focado nas Pessoas**

Por décadas, a engenharia de trânsito se preocupou apenas em construir vias para viabilizar o maior número de carros e o mais rápido possível. Nessa lógica, o desempenho de uma via era dimensionado pelo volume de automóveis que ela era capaz de comportar, deixando a mobilidade ativa em segundo plano. Manuais modernos de desenho urbano, a exemplo do *Global Street Design Guide* (GDCl, 2016), consolidam uma mudança: a rua passa a ser concebida como um espaço compartilhado cujo projeto deve priorizar a segurança e o conforto de pedestres e ciclistas, e não apenas a fluidez do tráfego motorizado.

Nessa perspectiva, os especialistas reconhecem a bicicleta não apenas como um instrumento de lazer, mas como um meio de transporte capaz de suprir parcela significativa das viagens urbanas de curta e média distância. Porém, para que as pessoas passem a utilizá-la a infraestrutura das ruas precisa atender a algumas exigências de projeto. O Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades resume cinco exigências para o planejamento cicloviário: segurança, rotas diretas (rapidez), coerência, conforto e atratividade

(BRASIL, 2007). A segurança é a parte mais complexa delas, devendo ser tratada em quatro níveis: rede como um todo, seções isoladas, cruzamentos e o tipo de piso, sempre em função do volume de tráfego e da velocidade (BRASIL, 2007). As demais exigências são para oferecer trajetos sem grandes desvios; manter um padrão no desenho e na sinalização; garantir um piso de qualidade, e fazer com que a ciclovia se integre bem à paisagem da rua.

No Brasil, essa mudança de pensamento começou antes mesmo de virar lei: o Caderno já sugeria que era preciso desenhar as ruas pensando mais na qualidade de vida do que na velocidade dos carros, dando prioridade ao transporte público e aos meios não motorizados (BRASIL, 2007). No plano municipal, o Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias de São Paulo confirma essa orientação, ao juntar o sistema cicloviário à Política Municipal de Mobilidade Urbana e à Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012), à Política Municipal de Mudança do Clima e ao Plano Diretor Estratégico (SÃO PAULO, 2020a).

### 3.2 Tipos de Vias Cicloviárias e Critérios de Escolha

Para que uma via cicloviária seja segura e funcional, o primeiro passo é escolher o modelo certo para aquele local. Essa escolha não é feita ao acaso: varia conforme o volume de tráfego motorizado e a velocidade da via, de modo que lugares mais hostis exigem maior grau de separação entre o tráfego de ciclista e o tráfego de motorizados (GDCl, 2016). A Tabela 1 sintetiza as tipologias de infraestrutura admissíveis para cada tipo de via.

Os manuais técnicos separam três categorias principais:

- **Vias compartilhadas:** indicadas apenas em vias locais de baixo volume motorizado e velocidade reduzida. O *Global Street Design Guide* recomenda que, quando ciclistas dividem o mesmo espaço com veículos, a velocidade máxima do local seja de 30 km/h ou menos, mesmo em baixos volumes. Se a velocidade passar de 40 km/h, é necessário usar barreiras físicas ou semáforos (GDCl, 2016). Essa orientação está de acordo com as normas brasileiras (CONTRAN, 2022), que só autorizam o uso compartilhado em ruas lentas.
- **Ciclofaixas convencionais e protegidas:** em avenidas e ruas de velocidade média, a pintura da linha no chão não traz a segurança

necessária para os ciclistas. Nesses casos, os guias recomendam usar ciclofaixas protegidas por separadores físicos (tachões, balizadores ou floreiras) e por faixas de afastamento.

- **Ciclovias segregadas:** estruturas totalmente separadas, muitas vezes construídas em um nível diferente da pista dos carros (como calçadas e/ou canteiros). São as opções ideais para grandes avenidas e vias rápidas.

**Tabela 1** - Tipologias de infraestrutura cicloviária admissíveis por tipo de via.

| <b>Tipo de Via</b>                                     | <b>Tipologia Permitida</b>                                                  |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Via de Trânsito Rápido                                 | Ciclovía                                                                    |
| Via Arterial, com velocidade de até 50km/h             | Ciclovía, Ciclofaixa, Ciclofaixa Partilhada com pedestre                    |
| Via arterial ou coletora, com velocidade de até 40km/h | Ciclovía, Ciclofaixa, Ciclofaixa Partilhada com pedestre, Rota de bicicleta |
| Via Coletora ou local com velocidade de até 30km/h     | Ciclovía, Ciclofaixa, Ciclofaixa Partilhada com pedestre, Rota de bicicleta |
| Via de pedestre                                        | Ciclovía, Ciclofaixa, Ciclofaixa Partilhada com pedestre, Rota de bicicleta |

Fonte: Elaborado pelo próprio autor com dados São Paulo (2020a), Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias.

Essa classificação está de acordo com as definições nacionais referenciadas pelo Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades (BRASIL, 2007), que diferenciam a ciclovía (separada do trânsito) da ciclofaixa (pintada no asfalto). O Caderno alerta, no entanto, que construir apenas ciclovias isoladas não deve ser a única meta do projeto. O ideal é combinar trechos compartilhados, com ciclofaixas e caminhos bem sinalizados, dependendo do que o local exige (BRASIL, 2007).

No município de São Paulo, o Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias organiza a Rede Cicloviária Estrutural em ciclovía; ciclofaixa; rotas de bicicleta; e definindo ainda o espaço compartilhado entre pedestres e ciclistas, embora o espaço compartilhado não seja a melhor solução, devido à proteção do pedestre. Também cita a ciclofaixa operacional, aquelas que são de forma temporária, como a ciclofaixa de lazer implantada aos domingos e feriados (SÃO PAULO, 2020a). A escolha do melhor formato, segundo o Manual, depende sempre das características físicas e

operacionais da rua: classificação da via, velocidade máxima permitida, volume de veículos e a composição do tráfego, se há presença de ônibus, de estacionamento e o sentido do trânsito (SÃO PAULO, 2020a).

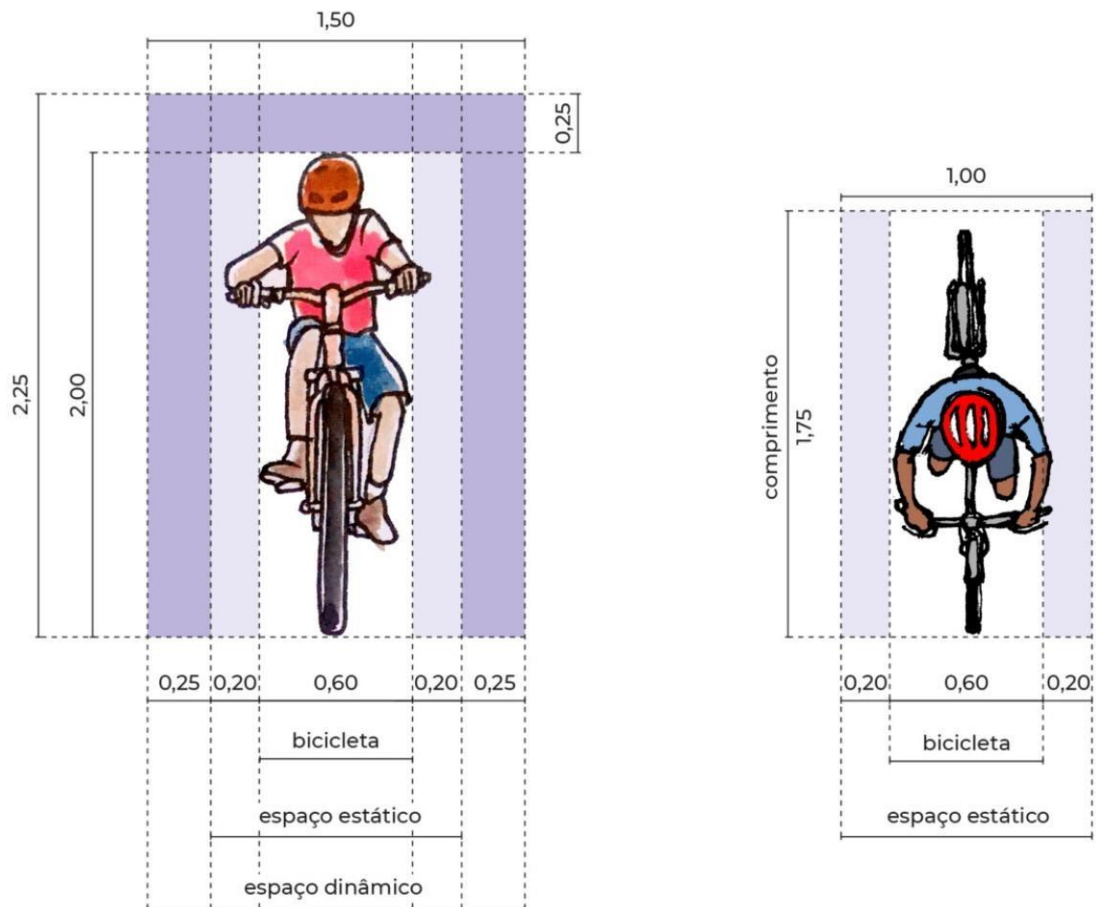
### 3.3 Parâmetros Geométricos e Dimensionamento

Definido o tipo da via, a segurança e a atratividade dependem do dimensionamento geométrico do projeto. A norma brasileira não fixa uma largura única, mas faz variar conforme o volume de ciclistas previsto na hora de pico. O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume VIII (CONTRAN, 2022) estabelece para o espaço cicloviário unidirecional uma largura útil mínima de 1,00 m (1,50 m sendo o ideal) em rotas de até 1.000 bicicletas por hora e por sentido, valor que aumenta progressivamente até 3,00 m (4,00 m sendo o ideal) nas rotas de maior demanda. Para o espaço bidirecional (mão dupla), a mesma tabela parte de 2,00 m (2,50 m sendo o ideal) e alcança de 3,00 m a 4,00 m na faixa de 2.500 a 5.000 ciclistas por hora, podendo chegar a 6,00 m acima desse patamar. Esses valores são da largura útil de circulação, desconsiderando as marcas nas vias de delimitação, e foram adaptados pela norma a partir dos parâmetros da AASHTO (CONTRAN, 2022).

A ideia de dimensionar a via em função da demanda também é vista nos manuais internacionais, que também associam a largura de projeto ao fluxo esperado e à velocidade da via (GDCl, 2016).

No plano municipal, o Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias de São Paulo calcula as larguras úteis partindo das medidas do próprio corpo humano: considera-se o tamanho da bicicleta (1,75 m × 0,60 m) mais 0,20 m de cada lado para considerar um humano com o movimento de braços e pernas, totalizando 2,0 m de altura por 1,0 m de largura. Quando a bicicleta entra em movimento, o Manual adiciona 0,25 m na altura e nas laterais, garantindo que o ciclista não esbarre em obstáculos (SÃO PAULO, 2020a). A Figura 1 ilustra essa distinção entre o espaço estático e o espaço dinâmico do ciclista. O Manual permite a implantação de ciclofaixas e ciclovias em espaços reduzidos para volumes de até 1.000 bicicletas por hora e por sentido, deixando os detalhes exatos dessas larguras a cargo do Manual de Sinalização Urbana da CET (Volume 13) (SÃO PAULO, 2020a).

**Figura 1 – Espaço estático e dinâmico do ciclista.**



Fonte: São Paulo (2020a), Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias.

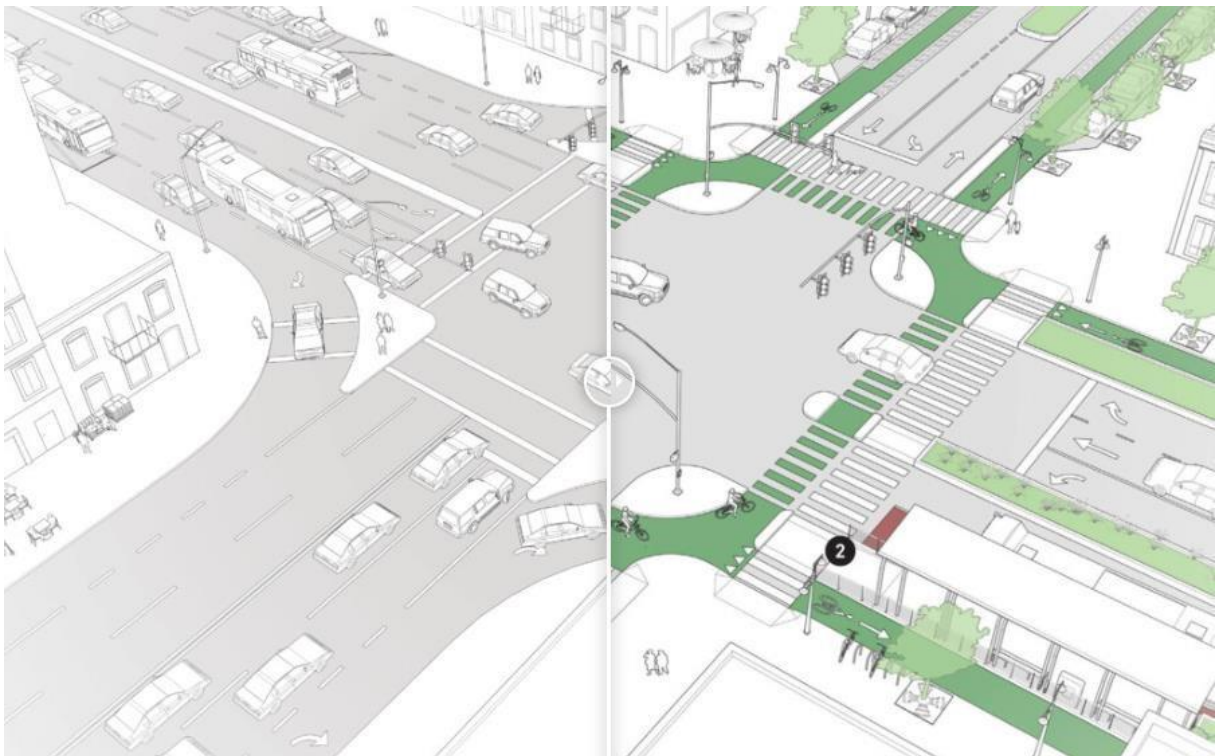
### 3.4 Desenho de Cruzamentos e Minimização de Acidentes

No contexto da engenharia de transporte, os cruzamentos são um dos pontos mais críticos do projeto de segurança cicloviária, ao lado de fatores como o traçado dos trechos em linha reta e as condições do pavimento (BRASIL, 2007). Embora os ciclistas, em relação aos usuários de veículos motorizados, sofram menos acidentes e mortes em números absolutos, a chance real de serem vítimas nas ruas é a segunda maior, perdendo apenas para os motociclistas (SÃO PAULO, 2020a). Por isso, os pontos de interseção são os mais delicados pois são nos cruzamentos e nas esquinas que os caminhos das bicicletas e dos carros se encontram, gerando a maioria das colisões (BATISTA; COSTA, 2023).

Repensar os cruzamentos é o pilar central das boas práticas internacionais. Para diminuir o risco de acidentes, principalmente nos movimentos de conversão à direita, em que o motorista possui um ponto cego, os manuais recomendam as seguintes inovações geométricas:

- **Interseções protegidas:** uso de pequenas ilhas nas esquinas e recuar a faixa de travessia do ciclista em relação à via dos carros. Esse formato obriga os veículos motorizados a fazerem a curva mais devagar e melhora a visão do motorista sobre o ciclista que segue reto. Com isso, o tempo para o motorista visualizar o ciclista é maior, evitando uma possível colisão (GDCI, 2016). A Figura 2 compara a configuração convencional e a de uma interseção protegida.

**Figura 2 – Antes e Depois de uma interseção protegida**



Fonte: GDCI

- **Bolsões de bicicletas:** espaços de espera recuados e exclusivos para ciclistas à frente da linha dos veículos em semáforos (dispositivo representado na Figura 3), permitindo que as bicicletas partam antes dos automóveis e assegurem um lugar visível na via. A norma brasileira prevê essa solução, a "área de espera para bicicleta", como marca transversal (CONTRAN, 2022).

**Figura 3 – Bolsões de bicicletas**



Fonte: FRATAR Engenharia Consultiva

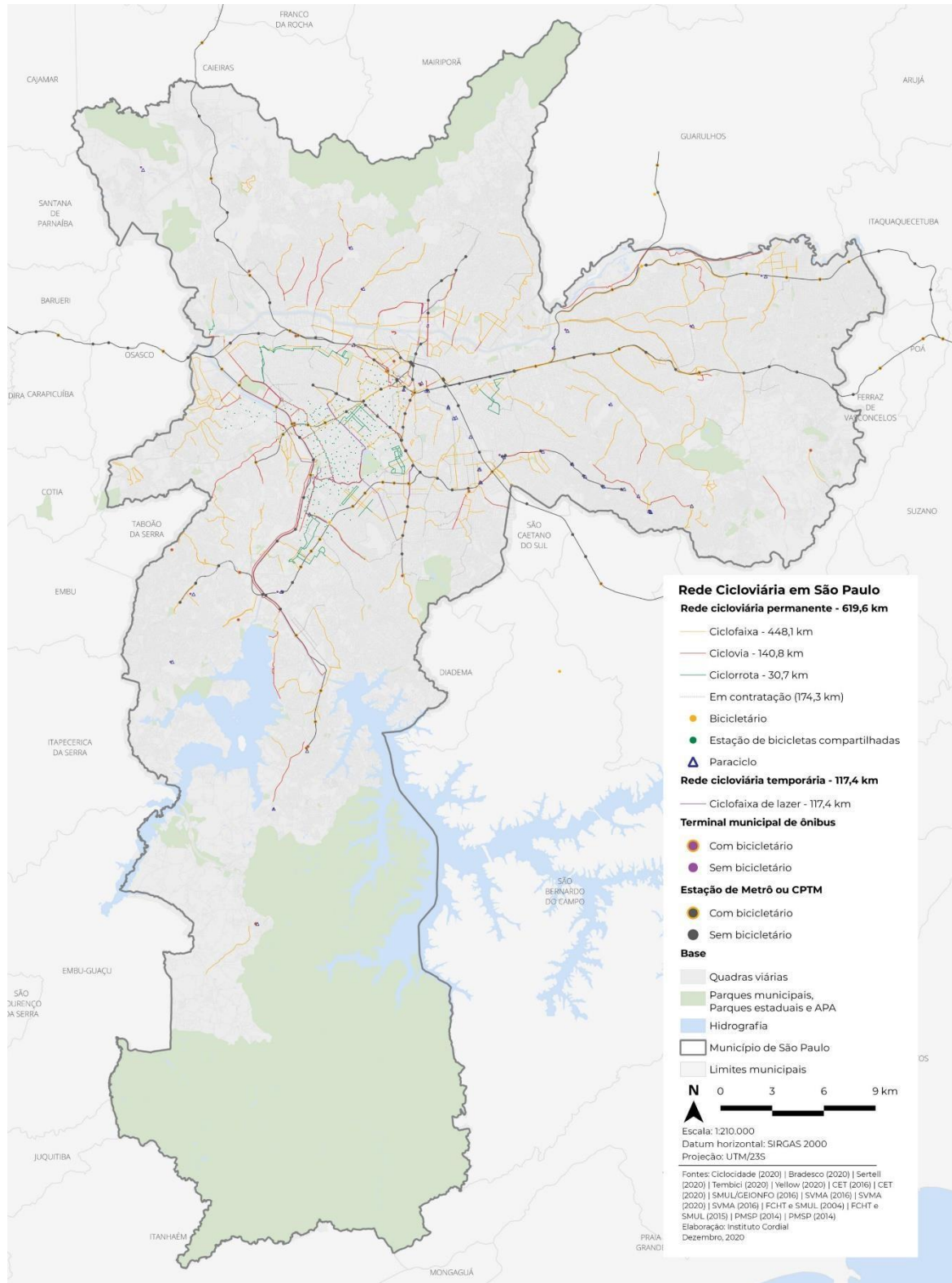
- **Redução dos raios de curva:** no passado, o planejamento das ruas deixava as esquinas bem abertas e arredondadas para facilitar a manobra de veículos grandes. Hoje as recomendações modernas pedem justamente o oposto: diminuir o raio da curva. Com o objetivo de obrigar os motoristas a diminuïrem bastante a velocidade na hora de virar a rua (GDCl, 2016).

### 3.5 Continuidade e Conexão da Rede Cicloviária

A qualidade de uma infraestrutura cicloviária não se resume no desempenho isolado de cada trecho. Uma via segura e bem dimensionada perde a eficiência quando há existência de muitas interrupções, principalmente nos cruzamentos, onde a proteção oferecida ao longo do percurso costuma desaparecer. Por isso, a literatura técnica trata a continuidade e conexão da rede como atributos de projeto tão importantes quanto a própria largura da pista: a malha deve oferecer rotas diretas, sem rupturas, conectando origens e destinos relevantes com o menor desvio possível (GDCl, 2016).

Essa preocupação também está de acordo com duas das cinco exigências do planejamento cicloviário nacional: oferecer rotas diretas, que reduzem o tempo e o esforço do deslocamento, e manter um padrão no percurso, ou seja, conservar as larguras e utilizar sinalização que torne o itinerário reconhecível e previsível (BRASIL, 2007). O próprio manual do governo federal diz que uma rota ciclável eficiente deve ligar o ponto de partida ao destino sem cortes, mesmo que o modelo de via mude ao longo da viagem. Isso mostra que ter uma rede conectado, e não apenas pedaços isolados, é o que realmente garante a segurança de quem pedala (BRASIL, 2007). Em São Paulo, o Manual de Desenho Urbano cita esses princípios de projeto, ao recomendar que se garanta a continuidade da circulação dos ciclistas e se evitem trajetórias com muitas curvas, dando preferência a percursos mais retilíneos e contínuos (SÃO PAULO, 2020a). A Figura 4 apresenta toda a malha cicloviária do município.

**Figura 4 – Rede Ciclovária do Município de São Paulo**



Fonte: Instituto Cordial (2020)

### 3.6 Estratégias de Implementação, Viabilidade e Urbanismo

A implantação de infraestrutura cicloviária em tecidos urbanos densos e consolidados, como os de São Paulo, frequentemente esbarra nos altos custos de capital (CAPEX) de obras civis pesadas como: drenagem, pavimentação e realocação de redes de utilidade pública. Esses custos retardam ou inviabilizam intervenções que, do ponto de vista do desenho, seriam recomendáveis.

Para contornar essas dificuldades, o *Global Street Design Guide* propõe o recurso das estratégias provisórias e ao faseamento (*Phasing and Interim Strategies*), um conceito associado ao chamado "urbanismo tático": a utilização de materiais de baixo custo e rápida implantação, que são: tintas termoplásticas, balizadores plásticos flexíveis e floreiras para testar o redesenho geométrico de uma via em condições reais de operação (GDCl, 2016), como exemplifica a Figura 5.

**Figura 5** – Exemplo de redesenho provisório por urbanismo tático



Fonte: São Paulo (2020a), Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias.

O desenvolvimento de projetos piloto permite que a prefeitura observe o comportamento do trânsito, para mensurar métricas de segurança e obter aceitação pública antes de comprometer grandes orçamentos com intervenções permanentes em concreto e asfalto (GDCl, 2016). Tal abordagem reduz os riscos associados à

viabilidade do projeto e permite o ajuste fino do desenho viário a partir de dados reais de operação.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo descreve a natureza da pesquisa, os materiais que constituem sua base documental e os procedimentos metodológicos adotados para responder à questão formulada na introdução. O delineamento parte de uma premissa central: a investigação é de caráter técnico-documental e apoia-se exclusivamente em fontes secundárias reais e verificáveis, sem recurso a coleta de dados primários junto a usuários.

### 4.1 Caracterização da Pesquisa

Quanto aos objetivos, a pesquisa classifica-se como exploratória e descritiva. É exploratória ao reunir o repertório internacional de boas práticas em infraestrutura cicloviária, ainda pouco exploradas de forma estruturada à prática de projeto no contexto brasileiro. É descritiva ao caracterizar a configuração geométrica e operacional dos nós viários analisados, comparando o que existe na prática com as regras de segurança dos manuais.

Quanto à abordagem, o trabalho é predominantemente qualitativo. As fontes secundárias de natureza quantitativa, larguras de projeto, velocidades regulamentadas, raios de giro, volumes de tráfego e índices de acidentes, são empregadas como fontes de apoio à análise, e não para cálculos estatísticos profundos.

A parte bibliográfica compreende a análise de manuais técnicos e da literatura acadêmica; a vertente documental engloba normas, documentos oficiais e dados secundários de órgãos públicos. Entre as referências acadêmicas, utiliza-se o índice de avaliação da qualidade de infraestruturas cicloviárias proposto por Batista e Lima (2020), que sistematiza variáveis para a análise da qualidade da rede.

### 4.2 Materiais: Fontes e Dados Utilizados

A base documental que sustenta a pesquisa organiza-se em três conjuntos de fontes.

O primeiro conjunto reúne os manuais internacionais de desenho viário, dos quais se extraem os parâmetros geométricos e os princípios de projeto. A referência central é o *Global Street Design Guide* (GDGI, 2016), cuja autoria pertence à Global Designing Cities Initiative.

O segundo conjunto compreende as normas técnicas e os documentos oficiais brasileiros e municipais, que ancoram as soluções na realidade regulatória nacional: o *Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades* (BRASIL, 2007), o *Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VIII* (CONTRAN, 2022) e o *Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias* de São Paulo (SÃO PAULO, 2020a). Esse conjunto cumpre função decisiva no trabalho, pois permite verificar se cada inovação internacional encontra respaldo na regulamentação vigente.

O terceiro conjunto abrange os dados secundários de mobilidade e de acidentes, utilizados para caracterizar a demanda e o contexto urbano: os registros da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), a Pesquisa Origem e Destino do Metrô de São Paulo e os dados demográficos do IBGE.

### 4.3 Procedimentos Metodológicos

O caminho da pesquisa foi dividido em cinco etapas, descritas a seguir.

**Etapla 1 - Revisão de manuais e documentos.** Procede-se ao levantamento e à análise da literatura técnica voltada ao desenho urbano centrado nas pessoas e à infraestrutura cicloviária. A partir dos manuais internacionais de referência, em especial o *Global Street Design Guide* (GDCl, 2016), e dos documentos normativos nacionais e municipais, extraem-se os parâmetros geométricos e operacionais de segurança aplicáveis a vias cicláveis e, sobretudo, a interseções. Essa etapa fornece o referencial técnico contra o qual se avaliam, nas fases subsequentes, tanto a boa prática consolidada quanto os nós críticos.

**Etapla 2 - Caracterização do contexto local e seleção do estudo de caso.** Caracteriza-se a infraestrutura cicloviária de São Paulo, contrastando suas condições atuais com os parâmetros consolidados nos manuais de referência, de modo a identificar as lacunas de segurança geométrica. Recorre-se, para tanto, a dados secundários de mobilidade e de sinistralidade, notadamente da CET, e à base cartográfica do município. Nessa etapa definem-se os recortes empíricos do trabalho: a ciclovia da Avenida Paulista, tomada como referência de boa prática consolidada, e os três nós viários críticos da Avenida Brigadeiro Faria Lima, os cruzamentos com as avenidas Rebouças, Cidade Jardim e Juscelino Kubitschek, adotados como estudo de caso dos problemas a equacionar.

**Etapla 3 - Análise documental dos nós críticos.** Esta etapa substitui qualquer levantamento primário por uma análise documental dos três cruzamentos

selecionados. A configuração geométrica e operacional de cada nó, raios de giro, larguras, traçado das travessias, fases semafóricas e composição do tráfego, é descrita a partir de documentos públicos, de dados secundários da CET e de informações divulgadas em fontes jornalísticas e oficiais sobre as intervenções nesses cruzamentos. A configuração observada é então confrontada, ponto a ponto, com os parâmetros de segurança levantados na Etapa 1, procedimento que permite localizar e qualificar os conflitos entre ciclistas e veículos motorizados sem recorrer a coleta de campo. Adotam-se como variáveis de análise dos conflitos cinco atributos: o volume e a composição do tráfego motorizado; a velocidade nas conversões; a geometria das conversões; a extensão e a visibilidade da travessia; e a continuidade da proteção oferecida ao ciclista.

**Etapa 4 - Proposições de redesenho geométrico.** Com base no diagnóstico, formulam-se proposições de adaptação das soluções geométricas internacionais à realidade espacial dos nós analisados, observadas as restrições físicas, normativas e orçamentárias do município. Cada proposição é cotejada com a regulamentação brasileira, de modo a privilegiar dispositivos que já disponham de respaldo normativo, como a área de espera para bicicleta prevista no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2022), e a explicitar o respectivo grau de intervenção física.

**Etapa 5 - Estudo de viabilidade técnica e econômica e estratégia de implantação.** Avalia-se a viabilidade técnica e econômica das adaptações propostas. Em lugar de tratar cada intervenção como obra civil definitiva, privilegiam-se metodologias de resposta rápida e baixo custo, o faseamento e os projetos-piloto de urbanismo tático, abordagem sistematizada pelo *Global Street Design Guide* (GDCI, 2016) sob a designação de estratégias provisórias e faseamento. Essa estratégia permite ajustar o desenho viário às condições reais de operação e mensurar ganhos de segurança antes de comprometer recursos com a consolidação permanente em concreto e asfalto.

#### 4.4 Síntese do Percorso Metodológico

As cinco etapas articulam-se de forma sequencial: a revisão estabelece o referencial; a caracterização situa o problema e seleciona os casos; a análise técnicodocumental produz o diagnóstico; e as duas etapas finais traduzem o diagnóstico em proposições e em uma estratégia de implantação viável. Essa estrutura assegura que cada recomendação apresentada no Capítulo 5 decorra de um

parâmetro técnico documentado, e não de juízo arbitrário. A Tabela 2 resume esse percurso metodológico.

| <b>Tabela 2 – Percurso Metodológico</b>            |                                  |                        |
|----------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| <b>Etapa</b>                                       | <b>Procedimento</b>              | <b>Resultado</b>       |
| <b>Etapa 1</b><br><b>(Manuais e documentos)</b>    | Levantar parâmetros de segurança | Critérios de avaliação |
| <b>Etapa 2</b><br><b>(Dados CET e cartografia)</b> | Identificar lacunas de segurança | Seleção de Casos       |
| <b>Etapa 3</b><br><b>(Documentos dos nós)</b>      | Confrontar com parâmetros        | Diagnóstico            |
| <b>Etapa 4</b><br><b>(Diagnóstico e normas)</b>    | Comparar com regulamentação      | Soluções por nó        |
| <b>Etapa 5</b><br><b>(Proposições da Etapa 4)</b>  | Urbanismo tático e piloto        | Estratégia             |

Fonte: Próprio Autor

## 5. DESENVOLVIMENTO E ESTUDO DE CASO

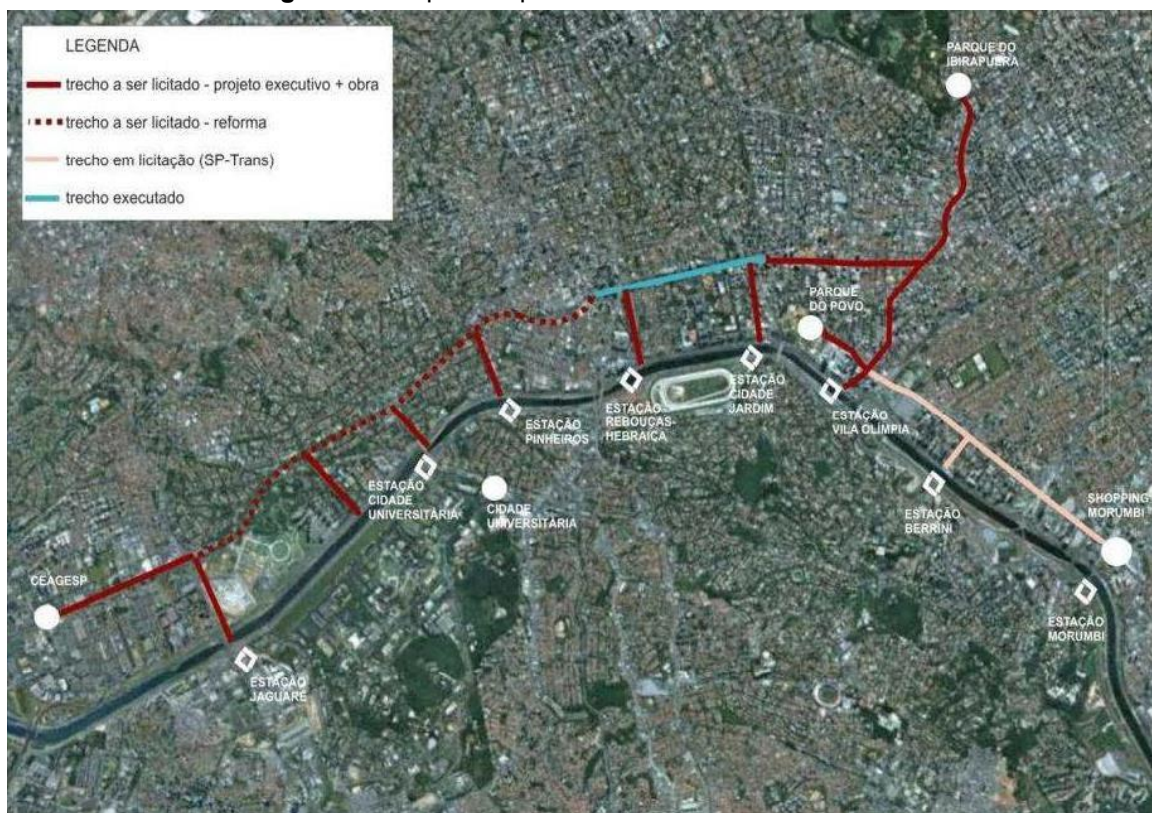
### 5.1 O Contexto Ciclovitário de São Paulo

Para entender as propostas deste capítulo, é necessário caracterizar a malha ciclovitária paulistana em três ângulos: a extensão e a composição da rede, a demanda que a utiliza e o histórico de acidentes que justifica o tratamento prioritário dos cruzamentos.

A cidade de São Paulo passou por uma expansão significativa na sua malha ciclovitária na última década, buscando acompanhar às tendências globais de mobilidade ativa. O crescimento ocorreu, contudo, em grande parte sobre trechos urbanos densos e já consolidados, resultando em implantações que frequentemente priorizaram o espaço remanescente, tornando a geometria ideal de segurança um segundo plano.

A dimensão da rede de São Paulo já a coloca como a maior do país, embora os levantamentos disponíveis registrem extensões distintas conforme o ano base e o critério adotado. A Companhia de Engenharia de Tráfego contabiliza atualmente 789,9 km de vias com tratamento ciclovitário permanente (CET, 2026), ao passo que o Instituto Cordial, em levantamento referente a dezembro de 2020, identificava 619,6 km de malha permanente, assim distribuídos: 448,1 km de ciclofaixas, 140,8 km de ciclovias e 30,7 km de ciclorrotas (INSTITUTO CORDIAL, 2020). A diferença entre os valores decorre do ano de referência e do critério de classificação, a rede seguiu em expansão no período, e não de contradição entre as fontes. No levantamento que detalha a composição da malha (INSTITUTO CORDIAL, 2020), predominam as ciclofaixas, vias pintadas no asfalto com pouca ou nenhuma separação física, o que ajuda a explicar a fragilidade da rede justamente nos pontos de maior exposição aos veículos motorizados. A Figura 6 detalha o traçado da ciclovía da Avenida Brigadeiro Faria Lima, eixo retomado no estudo de caso.

**Figura 6** – Mapa Completo da Ciclovía da Faria Lima



Fonte: SAAP blog

Embora as vias de grande fluxo tenham recebido estruturas separadas, a descontinuidade da rede e a vulnerabilidade em cruzamentos permanecem como os

principais obstáculos. A literatura internacional é clara ao classificar as interseções como os pontos de maior risco para o ciclista, o que exige tratamentos geométricos específicos, ainda escassos ou inexistentes na malha paulistana (GDCI, 2016; SÃO PAULO, 2020a).

A demanda de ciclistas que percorrem essa malha é expressiva e crescente, ainda que a participação da bicicleta na divisão modal permaneça pequena diante do conjunto das viagens metropolitanas: segundo a Pesquisa Origem e Destino de 2023, a bicicleta respondeu por 1,3% do total de viagens diárias na Região Metropolitana de São Paulo, o equivalente a 4,5% das viagens não motorizadas, ante 0,9% em 2017 (METRÔ, 2023).

Sobre a sinistralidade, em 2020 foram registradas 37 mortes de ciclistas no trânsito da capital, ante 31 no ano anterior (CET, 2021). Cabe registrar uma limitação documental: a CET deixou de publicar a série do Relatório Anual de Sinistros após a edição referente a 2021, o que torna escassos os dados consolidados para os anos seguintes. Para o período mais recente, a alternativa disponível é o sistema Infosiga, do Detran-SP, que consolida os sinistros em âmbito estadual e registrou 30 mortes de ciclistas em 2022 e 36 em 2023 no município de São Paulo (DETRAN-SP, 2024).

## **5.2 A Avenida Paulista como Referência de Boa Prática**

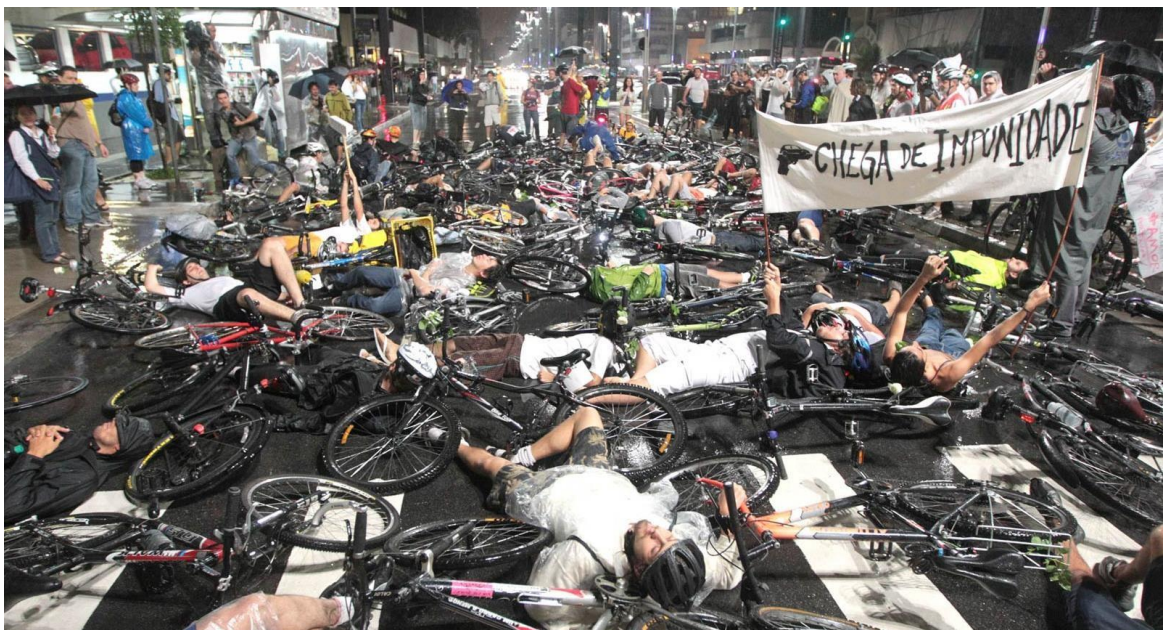
Antes de examinar os nós críticos da Faria Lima, vale analisar um caso paulistano de boa prática já consolidada, a ciclovia da Avenida Paulista, que oferece parâmetro de comparação e evidencia o efeito de uma intervenção tecnicamente cuidadosa.

Inaugurada em 28 de junho de 2015, a ciclovia da Avenida Paulista estende-se por 2,7 km entre a Praça Oswaldo Cruz e a Avenida Angélica, com investimento de R\$ 12,2 milhões (SÃO PAULO, 2015). O projeto reúne os atributos de segurança que a literatura associa à infraestrutura de qualidade. O percurso é bidirecional e ocupa o canteiro central da avenida, alargado para 4 metros e elevado 18 cm em relação às pistas de rolamento, com nivelamento apenas nos cruzamentos, disposição que confere separação física contínua ao longo do eixo. O pavimento foi executado em concreto, de maior durabilidade, e os trechos próximos a semáforos receberam grades de proteção. Para o tratamento das travessias, a sinalização semafórica existente foi sincronizada ao fluxo de bicicletas (SÃO PAULO, 2015).

Os efeitos sobre a demanda foram imediatos e mensuráveis. Contagem realizada pela Associação dos Ciclistas Urbanos de São Paulo (Ciclocidade) registrou 2.112 ciclistas em 15 de setembro de 2015, no intervalo das 6h às 20h, contra 977 ciclistas no levantamento anterior à inauguração, aumento de 116% (CICLOCIDADE, 2015). A mesma contagem identificou um pico de 331 ciclistas entre 19h e 20h e o crescimento da participação feminina, que subiu de 80 para 298 ciclistas (de 8% para 14% do total). O resultado ilustra um princípio do planejamento ciclovitário: a infraestrutura segura atrai demanda, e não é uma melhora de um fluxo que já existia.

A trajetória de segurança viária da avenida antecede a própria ciclovie. Desde 2011, o município padronizou a redução da velocidade máxima de 60km/h para 50 km/h em diversas vias, medida posteriormente estendida a vias arteriais e associada à diminuição de acidentes e mortes no trânsito (NICHÍ et al., 2025). Na região da Avenida Paulista, em particular, a redução do limite de 70 km/h para 50 km/h, adotada após a morte de uma ciclista atropelada, em 2012, foi acompanhada de queda de 70% nos acidentes e de 40% nas mortes (ESTADÃO, 2021 apud NICHÍ et al., 2025). A Figura 7 registra a "bicicletada" de 2011, mobilização que reivindicava mais segurança para os ciclistas na avenida.

**Figura 7** – Manifestação por mais segurança de ciclistas na Avenida Paulista



Fonte: G1

O contraste com a Avenida Brigadeiro Faria Lima é instrutivo. Ambas dispõem de ciclovie bidirecional implantada no canteiro central (Figura 8), com boa segregação

ao longo do trecho linear. A diferença decisiva está no tratamento das interseções: enquanto a Paulista sincronizou a sinalização semafórica ao fluxo de bicicletas e protegeu os pontos de conflito, nos principais cruzamentos da Faria Lima falta esse tratamento, e é neles que a proteção oferecida ao ciclista se perde. O caso da Paulista demonstra, portanto, que o ganho de segurança não é resultado apenas da segregação no trecho, mas da continuidade dessa proteção também nos cruzamentos, exatamente o problema que o estudo de caso a seguir investiga.

**Figura 8** – Ciclovía Bidirecional no canteiro da Avenida Paulista



Fonte: Agência Brasil (2015)

### **5.3 Estudo de Caso: Os Nós Críticos da Avenida Brigadeiro Faria Lima**

A Avenida Brigadeiro Faria Lima representa um dos eixos corporativos e financeiros mais importantes da América Latina. Sua infraestrutura cicloviária, implantada predominantemente no canteiro central, é monitorada por contadores fixos da CET desde janeiro de 2016 (CET, [s. d.]) e atrai um volume diário expressivo: em média, cerca de 6,5 mil ciclistas percorrem a ciclovía a cada dia e, somente em 2019, o contador instalado próximo à Rua dos Pinheiros registrou mais de 2 milhões de passagens (SÃO PAULO, 2020b). Essa demanda elevada e contínua a configura como local adequado para a análise de conflitos.

O trecho linear da ciclovia apresenta separação física adequada, promovendo segurança ao longo do percurso. O sistema, porém, colapsa nos cruzamentos principais, nos quais o ciclista perde a prioridade e a proteção, fica exposto a trajetórias conflitantes com veículos de passeio e pesados, situação que contraria os princípios de segurança contínua preconizados pelo *Global Street Design Guide* (GDCI, 2016).

A análise dos três nós selecionados, os cruzamentos com as avenidas Rebouças, Cidade Jardim e Juscelino Kubitschek, adota as cinco variáveis de conflito definidas no Capítulo 4: o volume e a composição do tráfego motorizado, a velocidade nas conversões, a geometria das conversões, a extensão e a visibilidade da travessia e a continuidade da proteção oferecida ao ciclista. Essas variáveis são as mesmas que a literatura técnica nacional identifica como determinantes do risco em cruzamentos (BATISTA; COSTA, 2023). Contra elas se confronta a configuração observada em cada nó, descrita a partir de bases cartográficas e de imagens aéreas e de nível da rua, de acesso livre. A Tabela 3 sintetiza os conflitos identificados em cada um dos três nós.

### **5.3.1 Cruzamento com a Avenida Rebouças**

A Figura 9 apresenta a vista aérea do cruzamento. O nó caracteriza-se pelo intenso fluxo de transporte público, possui um corredor de ônibus, combinado ao elevado volume de conversões à direita e à esquerda por veículos motorizados. A mistura de ônibus em conversão com a travessia ciclável multiplica a probabilidade de acidentes e reduz a previsibilidade dos movimentos, comprometendo sobretudo a geometria das conversões e a continuidade da proteção.

**Figura 9 – Cruzamento Avenida Faria Lima e Avenida Rebouças**



Fonte: DRONESTAG

### **5.3.2 Cruzamento com a Avenida Cidade Jardim**

Como demonstra a Figura 10, o cruzamento configura uma interseção em desnível, com a presença de túnel combinada a vias de superfície. As vias de acesso, dotadas de raios de giro amplos, permitem conversões em velocidade elevada e geram pontos cegos para o motorista que ingressa na Faria Lima, prejudicando a visibilidade da travessia e a percepção do ciclista. Os gargalos, neste nó, são a velocidade nas conversões e a visibilidade.

**Figura 10** – Cruzamento Avenida Faria Lima e Avenida Cidade Jardim



Fonte: Google Street View (2024)

### **5.3.3 Cruzamento com a Avenida Juscelino Kubitschek**

A Figura 11 registra um nó. Trata-se de um cruzamento com alto fluxo de veículo motorizado, no qual a velocidade elevada aumenta o risco e o tempo semafórico destinado à travessia ciclável é, com frequência, insuficiente. Os maiores problemas nesse trecho são de velocidade, visibilidade da travessia e pouco tempo semafórico: percursos longos atravessados sob tempo de verde curto ampliam a exposição do ciclista no interior do cruzamento.

**Figura 11** – Cruzamento Avenida Faria Lima e Avenida Juscelino Kubitschek



Fonte: Exame, São Paulo

**Tabela 3** – Síntese dos conflitos identificados nos três nós críticos da Avenida Faria Lima

| Variável de conflito                 | Av. Rebouças                                              | Av. Cidade Jardim                                             | Av. Juscelino Kubitschek                        |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Volume e composição do tráfego       | Corredor de ônibus; tráfego intenso de transporte público | Vias de superfície somadas ao túnel; tráfego intenso          | Nó de alta capacidade viária                    |
| Velocidade nas conversões            | Conversões à direita e à esquerda em volume elevado       | Alças com raios amplos permitem conversões em alta velocidade | Velocidade operacional elevada                  |
| Geometria das conversões             | Múltiplas trajetórias de conversão sobre a travessia      | Raios de giro amplos nas alças de acesso                      | Movimentos de alta velocidade junto à travessia |
| Extensão e visibilidade da travessia | Visibilidade reduzida pela presença de ônibus             | Pontos cegos severos no acesso à Faria Lima                   | Travessia longa sob tempo de verde insuficiente |
| Continuidade da proteção             | Proteção do trecho interrompida no nó                     | Proteção do trecho interrompida no nó                         | Proteção do trecho interrompida no nó           |

Fonte: elaborado pelo autor, a partir de análise técnico-documental (BATISTA; COSTA, 2023; GDCI, 2016; SÃO PAULO, 2020a).

#### 5.4 Proposições de Redesenho Geométrico

Para diminuir os conflitos identificados, propõe-se a adaptação de três soluções geométricas condizentes à realidade espacial dos cruzamentos analisados. Cada proposição prioriza, sempre que possível, ferramentas já amparadas pela regulamentação brasileira. A Figura 12 reúne, em síntese, as três proposições aplicadas aos nós da Faria Lima.

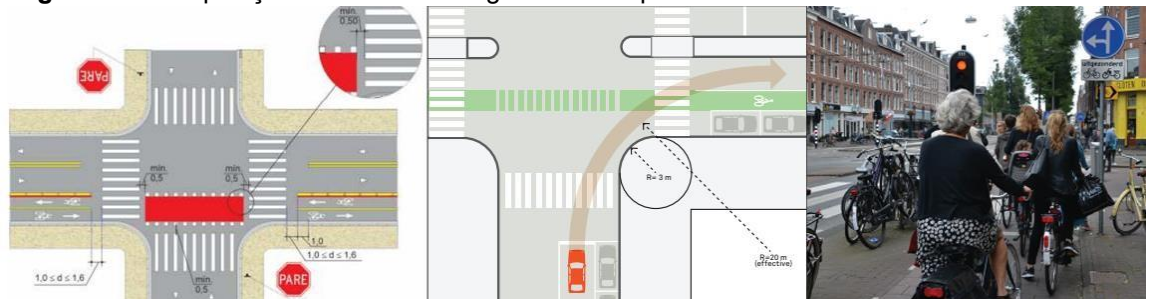
**A. Implementação de *bike boxes* (áreas de espera).** Nos cruzamentos com as avenidas Rebouças e Juscelino Kubitschek, a introdução de *bike boxes* pintados à frente da linha de retenção dos veículos é medida de baixo custo, restrita à sinalização horizontal termoplástica. O dispositivo já encontra respaldo na regulamentação brasileira: o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito prevê a "área de espera para bicicleta" como marca transversal regulamentada (CONTRAN, 2022). Ao permitir que o ciclista se posicione à frente do tráfego durante o vermelho

e parta antes dos veículos, a solução reduz a exposição ao ponto cego lateral direito, associado aos acidentes de conversão (GDCl, 2016).

**B. Redução de raios de giro e extensões de meio-fio.** Nas vias de acesso da Avenida Cidade Jardim, os raios de giro atuais permitem conversões em velocidades incompatíveis com a presença de ciclistas. Propõe-se a readequação geométrica das esquinas, com redução do raio de curvatura, o que obriga o motorista a diminuir a velocidade operacional ao converter, prática que amplia o tempo de reação e a segurança da travessia (GDCl, 2016; SÃO PAULO, 2020a).

**C. Avanço semafórico para ciclistas.** A instalação de focos semafóricos com tempo de verde antecipado para bicicletas libera o fluxo de ciclistas alguns segundos antes do fluxo motorizado, garantindo que estejam visíveis no centro do cruzamento quando os veículos iniciam o movimento. (GDCl, 2016)

**Figura 12 –** Proposições de redesenho geométrico aplicadas aos nós da Faria Lima



Fonte: adaptado pelo autor, de GDCl (2016) e CONTRAN (2022).

## 5.5 Viabilidade e Estratégia de Implementação (Urbanismo Tático)

A reengenharia de cruzamentos consolidados envolve custos de capital elevados, decorrentes de obras de drenagem, realocação de guias e recapeamento.

Recomenda-se, por isso, que as soluções, principalmente a ampliação de esquinas e os recuos de proteção, sejam testadas por meio de projetos-piloto de urbanismo. Com tintas, balizadores flexíveis e floreiras de concreto, a CET pode delimitar fisicamente os novos raios de giro e as áreas de proteção de forma temporária. Essa abordagem provisória tem custo baixo frente à obra definitiva e permite ajustar o desenho às condições reais de operação e coletar dados de segurança antes da consolidação permanente, uma estratégia sistematizada pelo *Global Street Design*

*Guide* sob o uso de estratégias provisórias e faseamento (GDCl, 2016). O Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias de São Paulo, ao tratar dos dispositivos de proteção e dos elementos urbanos, oferece respaldo municipal para essa implantação faseada (SÃO PAULO, 2020a).

## 6. CONCLUSÃO

Este trabalho partiu de uma questão formulada na introdução: de que maneira inovações consagradas no desenho de ciclovias e de interseções podem ser incorporadas à malha de São Paulo de modo técnica e economicamente viável? A pesquisa respondeu a essa pergunta ao confrontar o repertório internacional de boas práticas com a regulamentação brasileira e com a configuração real de nós viários da capital. O estudo demonstrou que a incorporação é viável quando as soluções geométricas são adaptadas às restrições locais e implantadas de forma faseada, com preferência às mudanças que já dispõem de respaldo normativo no país.

O objetivo geral, analisar inovações e boas práticas internacionais em infraestrutura cicloviária e propor adaptações para a realidade urbana de São Paulo, foi alcançado ao longo dos quatro objetivos específicos, cujo atendimento se sintetiza a seguir.

O primeiro objetivo específico, voltado à análise das boas práticas em ciclovias a partir de manuais de referência, cumpriu-se no Capítulo 3. A revisão reuniu os conceitos da mobilidade ativa e o desenho das vias centrado nas pessoas, as tipologias cicloviárias e seus critérios de escolha, os parâmetros geométricos de dimensionamento, o tratamento das interseções, a continuidade da rede e as estratégias de implantação faseada. A comparação entre o *Global Street Design Guide* (GDCl, 2016) e as normas nacionais, o Caderno de referência (BRASIL, 2007), o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2022) e o Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias (SÃO PAULO, 2020a), evidenciou que parte expressiva das inovações internacionais já encontra respaldo, na regulamentação brasileira.

O segundo objetivo específico, avaliar a aplicabilidade técnica dessas práticas no contexto paulistano, orientou o estudo de caso do Capítulo 5. A ciclovia da Avenida

Paulista, tomada como referência de boa prática consolidada, demonstrou que a segurança do ciclista não decorre apenas da separação ao longo do trecho, mas da continuidade dessa proteção também nas travessias: a sincronização dos semáforos ao fluxo de bicicletas e o tratamento dos pontos de conflito acompanharam um aumento expressivo da demanda após a inauguração (CICLOCIDADE, 2015; SÃO PAULO, 2015). O contraponto negativo coube aos três nós críticos da Avenida Brigadeiro Faria Lima, nos quais a proteção oferecida ao longo do eixo se perde justamente nas interseções.

O diagnóstico dos cruzamentos com as avenidas Rebouças, Cidade Jardim e Juscelino Kubitschek, feito a partir dos cinco pontos de conflito definidos no método, revelou padrões distintos de risco. No nó da Rebouças, a existência da ciclovia junto de um corredor de ônibus com elevado volume de conversões multiplica as trajetórias conflitantes sobre a via. No da Cidade Jardim, as vias de acesso (que saem do túnel) em desnível, dotadas de raios de giro amplos, permitem conversões em velocidade elevada e geram pontos cegos para quem ingressa na avenida. No da Juscelino Kubitschek, a alta capacidade da via somada a um tempo de verde com frequência insuficiente prolonga a exposição do ciclista no interior do cruzamento. Em todos eles, a continuidade da proteção é o atributo comprometido.

O terceiro objetivo específico, propor recomendações de melhoria considerando as restrições geométricas, culturais, econômicas e geográficas, foi realizado em três proposições de redesenho ajustadas a cada nó: a implantação de áreas de espera para bicicleta (*bike boxes*), amparada na marca transversal regulamentada pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2022), nos cruzamentos da Rebouças e da Juscelino Kubitschek; a redução dos raios de giro nas alças da Cidade Jardim, como medida de moderação de tráfego que obriga o condutor a reduzir a velocidade ao converter (GDCl, 2016; SÃO PAULO, 2020a); e o avanço de verde para ciclistas nos pontos de maior conflito. Para que essas intervenções não esbarrem no alto custo de fazer obras em ruas prontas, recomendou-se que sejam previamente testadas por projetos piloto de urbanismo tático, abordagem que permite ajustar o desenho às condições reais de operação e mensurar ganhos de segurança antes da consolidação permanente (GDCl, 2016). A Tabela 4 consolida, por nó crítico, o diagnóstico predominante e a proposição correspondente.

**Tabela 4 – Síntese das proposições por nó crítico**

| <b>Nó Crítico</b>               | <b>Diagnóstico<br/>(conflito<br/>predominante)</b>                                                       | <b>Proposição<br/>de redesenho</b>                                                   | <b>Benefício<br/>esperado</b>                                                                                 |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Av. Rebouças</b>             | Corredor de ônibus com elevado volume de conversões; múltiplas trajetórias sobre a travessia ciclável    | Área de espera para bicicleta à frente da linha de retenção                          | Posiciona o ciclista à frente e visível na partida, reduzindo a exposição ao ponto cego de conversão          |
| <b>Av. Cidade Jardim</b>        | Alças de acesso em desnível com raios de giro amplos; conversões em alta velocidade e pontos cegos       | Redução dos raios de giro nas alças                                                  | Obriga o condutor a reduzir a velocidade ao converter, ampliando o tempo de reação e a segurança da travessia |
| <b>Av. Juscelino Kubitschek</b> | Via de alta capacidade e velocidade elevada; tempo de verde frequentemente insuficiente para a travessia | Área de espera para bicicleta combinada ao avanço de verde semafórico para ciclistas | Libera o ciclista alguns segundos antes do fluxo motorizado, reduzindo a exposição no interior do cruzamento  |

Fonte: Próprio autor, adaptado de GDCI (2016) e CONTRAN (2022).

O quarto e último objetivo volta-se aos benefícios sociais, econômicos e ambientais decorrentes da ampliação do uso da bicicleta induzida por uma infraestrutura mais segura e contínua. No plano social, a redução dos conflitos em interseções tende a diminuir a percepção de insegurança que afasta novos usuários e a ampliar a equidade no acesso à cidade, princípio com a concepção da rua como espaço multimodal, para todos (GDCl, 2016) e com a priorização dos modos não motorizados nas diretrizes nacionais de mobilidade (BRASIL, 2007). O aumento da demanda observada na Avenida Paulista (CICLOCIDADE, 2015) ilustra que a oferta de infraestrutura qualificada é capaz de converter viagens motorizadas em viagens por bicicleta. No plano ambiental e econômico, essa transferência modal tende a reduzir a emissão de poluentes e os congestionamentos, na medida em que a bicicleta ocupa menos espaço nas vias e não emite gases na operação.

Em síntese, o trabalho evidencia que o desafio da mobilidade por bicicleta em São Paulo reside menos na extensão da malha, já a maior do país, e mais na qualidade geométrica de seus pontos críticos. É principalmente nas interseções que a proteção oferecida ao ciclista se rompe e onde, por isso, se concentram tanto o risco quanto a maior oportunidade de ganho. Ao demonstrar que boas práticas podem ser adaptadas à realidade local com respaldo das normas e implantação faseada, esta pesquisa busca contribuir para que a expansão quantitativa da rede seja acompanhada da qualidade que efetivamente protege o usuário e induz novas viagens.

## 7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DOS CICLISTAS URBANOS DE SÃO PAULO (CICLOCIDADE).

**Contagem de ciclistas na Avenida Paulista.** São Paulo: Ciclocidade, 2015. Dado reportado por: CRUZ, Willian. Ciclovía mais que dobrou o número de bicicletas na Avenida Paulista. *Vá de Bike*, São Paulo, 23 set. 2015. Disponível em: <http://vadebike.org/2015/09/contagem-ciclistas-paulista-aumento-fluxo-ciclovial/>. Acesso em: 10 jun. 2026.

AVENIDA Paulista e as mudanças ao longo das décadas; fotos. **G1**, São Paulo, 28 jun. 2015. Disponível em: <https://g1.globo.com/sao-paulo/fotos/2015/06/avenidapaulista-e-mudancas-ao-longo-das-decadas-fotos.html>. Acesso em: 12 jun. 2026.

BAND NEWS FM. **Engarrafamento: falha em semáforo trava cruzamento em São Paulo.** São Paulo, 2017. 1 fotografia. In: CAPUTO, Victor. Falha em semáforo causa engarrafamento homérico em SP. *Exame*, São Paulo, 2 fev. 2017. Disponível em: <https://exame.com/brasil/falha-em-semaforo-causa-engarrafamento-homericoem-sp/>. Acesso em: 18 jun. 2026.

BATISTA, Diogo Gomes Pereira; COSTA, Angelina Dias Leão. Segurança ciclovária em interseções de trânsito: identificação de variáveis e a percepção de ciclistas. **Revista Escola DetranRS**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, 2023. Disponível em: <https://revistaescola.detran.rs.gov.br/index.php/escola/article/view/147>. Acesso em: 28 jan. 2025.

BATISTA, Diogo Gomes Pereira; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de. Índice de avaliação da qualidade de infraestruturas ciclovárias: um estudo em João PessoaPB. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 12, e20190086, 2020. DOI: 10.1590/2175-3369.012.e20190086.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012.** Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 1-3, 4 jan. 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20112014/2012/lei/l12587.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2012/lei/l12587.htm). Acesso em: 26 jan. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades.** Brasília, DF: SeMob, 2007. (Coleção Bicicleta Brasil, Caderno 1).

CAMARGO, Marcelo. **Ciclovía da Avenida Paulista.** Brasília, DF: Agência Brasil, 28 ago. 2015. 1 fotografia. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/foto/201508/ciclovial-da-avenida-paulista-1582360048-10>. Acesso em: 12 jun. 2026.

CAPUTO, Victor. Falha em semáforo causa engarrafamento homérico em SP. **Exame**, São Paulo, 2 fev. 2017. Disponível em: <https://exame.com/brasil/falha-em-semaforo-causa-engarrafamento-homerico-em-sp/>. Acesso em: 17 jun. 2026.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET). **Contadores de bicicletas**. São Paulo: CET, [s. d.]. Disponível em: <https://www.cetsp.com.br/consultas/bicicleta/contadores-de-bicicletas.aspx>. Acesso em: 13 jun. 2026.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET). **Mapa de infraestrutura cicloviária**. São Paulo: CET, 2026. Disponível em: <https://www.cetsp.com.br/consultas/bicicleta/mapa-de-infraestrutura-ciclovitaria.aspx>. Acesso em: 20 jun. 2026.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET). **Relatório anual de sinistros de trânsito 2020**. São Paulo: CET, 2021. Disponível em: <https://www.cetsp.com.br/media/1143350/RelatorioAnual2020.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2025.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO (METRÔ). **Pesquisa origem e destino 2023: região metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Metrô-SP, 2023.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VIII: sinalização cicloviária**. Brasília, DF: CONTRAN, 2022.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO DE SÃO PAULO (DETRAN-SP). **Infosiga-SP: Sistema de Informações Gerenciais de Sinistros de Trânsito**. São Paulo: Detran-SP, 2024. Disponível em: <https://infosiga.detran.sp.gov.br/>. Acesso em: 10 fev. 2025.

DRONESTAG. **Rebouças x Faria Lima**. [S. l.]: Dronestag, 2017. 1 fotografia aérea. Disponível em: <https://www.dronestag.am/reboucas-x-faria-lima/>. Acesso em: 12 jun. 2026.

ESTADÃO. **São Paulo: saiba como a redução de velocidade diminuiu acidentes**. Summit Mobilidade, [São Paulo], 2021. Disponível em: <https://summitmobilidade.estadao.com.br/guia-do-transporte-urbano/sao-paulosaiba-como-a-reducao-de-velocidade-diminuiu-acidentes/>. Acesso em: 11 jun. 2026.

FRATAR. **Uma caixa de bicicletas também conhecida como uma linha de retenção avançada para bicicletas**. [S. l.]: Fratar, [s. d.]. Disponível em: <https://www.fratar.com.br/posts/aimsun/como-modelar-ciclistas-no-aimsun-next/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

GLOBAL DESIGNING CITIES INITIATIVE (GDCI). **Global Street Design Guide**. Nova York: Island Press, 2016.

GOOGLE. **Google Street View: 2850 Av. Brig. Faria Lima, São Paulo, SP**. [S. l.]: Google, jan. 2024. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em: 15 jun. 2026.

INSTITUTO CORDIAL. **Rede cicloviária em São Paulo**: mapa. São Paulo: Instituto Cordial, dez. 2020.

NICHI, Jaqueline; DI GIULIO, Gabriela Marques; SELEGUIM, Fabiana Barbi; FERREIRA, Leila da Costa. Avanços e limites das políticas de mobilidade de baixo carbono na cidade de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 28, 2025. DOI: 10.1590/1809-4422asoc00311vu28L3TD.

SAAP. **O desenho completo da ciclovia da Faria Lima**. São Paulo: SAAP, 30 jul. 2013. Disponível em: <https://saapblog.wordpress.com/2013/07/30/o-desenhocompleto-da-ciclovias-da-faria-lima/>. Acesso em: 10 fev. 2025.

SÃO PAULO (Cidade). **Ciclovias da Avenida Paulista, no centro, é inaugurada**. São Paulo: Prefeitura de São Paulo, 28 jun. 2015. Disponível em: <https://capital.sp.gov.br/w/noticia/ciclovias-da-avenida-paulista-no-centro-e>. Acesso em: 10 fev. 2025.

SÃO PAULO (Cidade). **Manual de desenho urbano e obras viárias**. São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo: CET, 2020a.

SÃO PAULO (Cidade). **Prefeitura inicia requalificação da ciclovia da Avenida Faria Lima**. São Paulo: Prefeitura de São Paulo, 13 ago. 2020b. Disponível em: <https://prefeitura.sp.gov.br/web/mobilidade/w/noticias/302121>. Acesso em: 12 jun. 2026.