

# DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE AÇÕES VOLTADAS À REDUÇÃO DE SINISTROS ENVOLVENDO CICLISTAS EM SÃO CARLOS-SP, BRASIL

*Identifying Issues and Proposing Actions Aimed at Reducing Accidents Involving Cyclists in São Carlos-SP, Brazil*

*Diagnóstico y Propuesta de Acciones para Reducir los Accidentes con Ciclistas en São Carlos-SP, Brasil*

**SOUZA, G. A. D.<sup>1</sup>; MONARI, M.<sup>2</sup>**

## Resumo

No Brasil, a priorização do transporte motorizado individual em viagens cotidianas reflete em altos índices de sinistros de trânsito. Os objetivos deste trabalho são: conduzir um diagnóstico da segurança viária de ciclistas na cidade de São Carlos-SP, Brasil, identificando locais críticos à ocorrência de sinistros envolvendo ciclistas; e propor ações mitigadoras nesses locais para prevenir futuros sinistros. Para isso, foram filtrados na plataforma INFOSIGA-SP e georreferenciados em ambiente SIG os registros de sinistros pertinentes ocorridos na última década, que permitiram produzir um Mapa de Densidade de Kernel. Os cinco principais hotspots do mapa foram visitados em campo para levantamento das correspondentes características geométricas e operacionais; e, para cada trecho viário ou interseção crítica, foram sugeridas soluções envolvendo medidas de traffic calming, provisão de infraestrutura cicloviária etc. Especula-se que o trabalho tenha sido um bom ponto de partida para se proceder com a proposta de medidas mitigadoras pontuais da violência relacionada ao uso da bicicleta no trânsito do estudo de caso, como melhoria de sinalização, provisão de ciclovias etc.; e com a avaliação de medidas recentemente implementadas no município. Ademais, os resultados permitem orientar as autoridades locais sobre a priorização de estudos específicos de viabilidade ou de tráfego.

**Palavras-chave:** Bicicleta; Segurança viária; INFOSIGA-SP; Moderação de tráfego.

<sup>1</sup> SOUSA, G. A. D. - Gustavo Augusto Debeus de Sousa: Graduando de Engenharia Civil na Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8226-3609>, gustavodebeus20@estudante.ufscar.br

<sup>2</sup> MONARI, M. - Marcelo Monari: Prof. Dr. da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5562-3235>, marcelo.monari@ufscar.br

Data da Submissão:

25 de novembro de 2024

Data da Aprovação:

05 de agosto de 2025

Data da Publicação:

17 de dezembro de 2025

COMO CITAR:

SOUZA, G. A. D.; MONARI, M. DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE AÇÕES VOLTADAS À REDUÇÃO DE SINISTROS ENVOLVENDO CICLISTAS EM SÃO CARLOS-SP, BRASIL. Engenharia Urbana Em Debate, 6(1). <https://doi.org/10.14244/engurbdebate.v6i1.145>



## **Abstract**

In Brazil, the prioritization of individual motorized transport in everyday trips is reflected in high rates of traffic accidents. The objectives of this paper are: to conduct a diagnosis of road safety for cyclists in the city of São Carlos-SP, Brazil, identifying critical locations for the occurrence of accidents involving cyclists; and propose mitigating actions in these locations to prevent future accidents. To this end, the relevant accident records that occurred in the last decade were filtered on the INFOSIGA-SP platform and georeferenced in GIS, which allowed the production of a Kernel Density Map. The five main hotspots on the map were visited in the field to survey the corresponding geometric and operational characteristics; and, for each road section or critical intersection, solutions were suggested involving traffic calming measures, provision of cycling infrastructure, etc. It is speculated that the research was a good starting point to proceed with the proposal of targeted measures to mitigate bicycle-related traffic violence in the case study, such as improved signage, provision of bike paths, etc.; and with the evaluation of measures recently implemented in the city. Furthermore, the results allow local authorities to be guided on the prioritization of specific feasibility or traffic studiesmitigate bicycle-related traffic violence in the case study, such as improved signage, provision of bike paths, etc.; and with the evaluation of measures recently implemented in the city. Furthermore, the results allow local authorities to be guided on the prioritization of specific feasibility or traffic studies.

**Keywords:** Bicycle; Road Safety; INFOSIGA-SP; Traffic Calming.

## **Resumen**

En Brasil, la priorización del transporte individual motorizado en los viajes cotidianos se refleja en altas tasas de accidentes de tránsito. Los objetivos de este trabajo son: realizar un diagnóstico de seguridad vial para ciclistas en la ciudad de São Carlos-SP, Brasil, identificando lugares críticos para la ocurrencia de accidentes que involucran a ciclistas; y proponer acciones mitigadoras en estas localidades para prevenir futuros accidentes. Para ello, los registros relevantes de accidentes ocurridos en la última década fueron filtrados en la plataforma INFOSIGA-SP y georreferenciados en SIG, lo que permitió producir un Mapa de Densidad Kernel. Se realizaron visitas de campo a los cinco principales puntos críticos identificados en el mapa, con el fin de analizar sus características geométricas y operativas correspondientes; y, para cada segmento o intersección crítica, se sugirieron soluciones que involucran medidas para calmar el tráfico, provisión de infraestructura para bicicletas, etc. Se especula que el trabajo fue un buen punto de partida para proponer medidas puntuales para mitigar la violencia relacionada con el uso de la bicicleta en el tránsito del estudio de caso, como la mejora de la señalización, la provisión de ciclovías, etc.; y evaluar medidas recientemente implementadas en el municipio. Además, los resultados permiten orientar a las autoridades locales en la priorización de estudios específicos de viabilidad o de tráfico.

**Palabras-clave:** Bicicleta; Seguridad Vial; INFOSIGA-SP; Moderación del Tráfico.

## **1. Introdução**

O sistema de mobilidade que prioriza o transporte motorizado individual, especialmente quando não acompanhado de adequada legislação e/ou fiscalização e provisão de infraestrutura viária, reflete em altos índices de sinistros de trânsito. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2023), anualmente, são registradas cerca de 1,19 milhão de mortes decorrentes de sinistros de trânsito, 92% das quais ocorrem em países em desenvolvimento, que agregam aproximadamente 60% da frota mundial de veículos.

No Brasil, de acordo com o recente diagnóstico publicado no Global Status Report on Road Safety (OMS, 2023), estima-se que mais de 31 mil mortes ocorrem anualmente devido a sinistros de trânsito, o que equivale a uma taxa de 15,7 mortes a cada 100 mil habitantes. No caso específico das vítimas ciclistas, que, em 1996, correspondiam a apenas

0,9% dos óbitos no trânsito brasileiro, estima-se que, hoje, elas representem 3,5% do total desses óbitos (Ministério da Saúde, 2022). Apesar dos números preocupantes, nota-se que a busca pela redução da sinistralidade viária não é uma tarefa desempenhada pelas autoridades nacionais em transportes com a urgência que lhe é devida.

Em 2010, foi proclamada a primeira Década de Ação da Segurança no Trânsito, sendo estabelecida, para o período 2011-2020, uma meta global de redução pela metade do número de mortes por sinistros de trânsito (OMS, 2011). Em contrapartida, no Brasil, somente ao final do período em questão, via Lei nº 13.614/2018 (Brasil, 2018), foi implementado o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS), que determinou a redução em 50% nos índices de mortes por 100 mil habitantes e em mortes por 10 mil veículos, tanto a nível nacional

quanto para cada Unidade da Federação, considerando (originalmente) o período 2019-2028. Ao final de 2021, no entanto, os pilares de ação e o próprio prazo para o cumprimento das metas foram modificados, no último caso, sendo prorrogado para 2030 (Brasil, 2021).

Estabelecer metas é algo importante em programas que visam aumentar a segurança viária, especialmente para demonstrar um certo grau de comprometimento dos gestores envolvidos (European Road Safety Observatory, 2018). Nesse contexto, embora o PNATRANS seja um marco importante na formalização de diretrizes voltadas à mitigação da violência no trânsito brasileiro, o documento não explicita como as metas estaduais e a nacional devem ser incorporadas pelas autoridades em transportes de cada cidade brasileira (Santos et al., 2022). Assim, em uma abordagem mais pragmática, ações/soluções pontuais podem ser propostas de forma individualizada para cada município com base no georreferenciamento dos sinistros de trânsito registrados nos mesmos.

Diante das informações apresentadas, o objetivo do presente trabalho é conduzir um diagnóstico da segurança viária de ciclistas da cidade de São Carlos-SP, Brasil, identificando locais críticos com base no georreferenciamento de sinistros que envolveram ciclistas locais. Além disso, objetiva-se também discutir alguns dos potenciais fatores causadores desses sinistros e, se exequível, propor ações/soluções voltadas à mitigação da violência no trânsito do local de estudo. Dessa forma, as duas seguintes perguntas foram formuladas para a pesquisa:

- 1) Com base no histórico de sinistros envolvendo ciclistas na última década em São Carlos-SP, quais são os segmentos viários ou interseções, dentro do perímetro urbano, que demandam esforços mais imediatos do poder público municipal para mitigação da violência no trânsito?
- 2) Nos locais previamente identificados como críticos, é possível elencar prováveis fatores para a ocorrência dos sinistros envolvendo ciclistas? Se sim, quais medidas de traffic calming ou demais

ações (provisão de infraestrutura, melhoria de sinalização etc.) poderiam ser implementadas para evitar futuros sinistros?

## 2. Caracterização

No Brasil, a Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, comumente referida como “Lei da Mobilidade”, determina que todos os municípios nacionais com população superior a 20 mil habitantes ou de interesse turístico elaborem Planos de Mobilidade Urbana (PlanMob), sobretudo, priorizando modos ativos de transporte em detrimento do transporte motorizado individual (Brasil, 2012). Contudo, desde sua aprovação, os prazos dados aos municípios para o cumprimento das exigências da “Lei da Mobilidade” vêm sendo reiteradamente prorrogados, pois, mesmo após mais de uma década, estima-se que apenas 15% daqueles municípios sujeitos à elaboração dos PlanMob os tenham produzido por completo (Ministério das Cidades, 2024).

Inobstante ao fato de São Carlos-SP, cuja população é de aproximadamente 255 mil habitantes (IBGE, 2022), já ter produzido seu PlanMob por completo e o tornado público em novembro de 2023 (Prefeitura de São Carlos, 2023), especula-se que o enfoque metodológico da presente pesquisa seja de grande validade para adequações futuras e etapas executivas do plano. Ademais, presume-se que a abordagem aqui proposta possa servir como aporte técnico para outros municípios ainda em processo de desenvolvimento/discussão de seus correspondentes planos.

A exemplo de cidades norte-americanas e europeias, entende-se que o uso da bicicleta no ambiente urbano é estimulado por políticas públicas e por um forte cicloativismo, no último caso, demandando a alocação de recursos em infraestrutura ciclovária (Cavill et al., 2008; Buehler; Pucher, 2012; Aldred; Jungnickel, 2014; Lanzendorf; Busch-Geertsema, 2014). Campanhas de incentivo ao ciclismo, de forma complementar, servem ao propósito de instituir ou fortalecer a “cultura da bicicleta” nas cidades (Rosas-Satizábal; Rodriguez-Valencia, 2019). Não diferentemente, especula-se que um conjunto de

ações voltadas à redução de sinistros de trânsito também contribua nesse sentido, as quais devem ser norteadas pela identificação prévia de fatores que influenciam na ocorrência desses eventos, sobretudo, em interseções (Casello et al., 2017).

De acordo com Ferraz et al. (2012), é considerado um acidente/sinistro de trânsito qualquer evento que envolva um ou mais veículos (motorizados ou não) movimentando-se sobre uma via e que resulte em feridos e/ou danos em veículos e/ou em elementos como postes, edificações, placas de trânsito, entre outros. Ainda segundo os autores, a documentação (registro) de acidentes/sinistros deve ocorrer por meio do preenchimento do Boletim de Ocorrência (BO) por um policial militar ou agente de trânsito, devendo constar, entre outros:

- 1) Localização no espaço: Estado, município, área urbana ou rural, logradouro (ou logradouros, para o caso de interseções), numeração, marco quilométrico estimado (para o caso de rodovias), ponto de referência etc.;
- 2) Localização no tempo: ano, mês, dia do mês e da semana, horário etc.;
- 3) Características dos veículos envolvidos: tipo de veículos, marca, ano/modelo, número da placa etc.;
- 4) Características das pessoas envolvidas: nome, gênero, idade, número da Carteira Nacional de Habilitação (CNH) etc.;
- 5) Condições ambientais: nevoeiro, fumaça, chuvisco, chuva forte, neve etc.;
- 6) Condições do pavimento: asfalto, concreto, não revestido, pista seca, molhada, com óleo etc.;
- 7) Descrição do sinistro: tipo (colisão, tombamento, choque, atropelamento etc.), possíveis causas (alta velocidade, sinalização inadequada etc.) e croqui indicando a posição dos envolvidos.

Apesar da contribuição potencial de um conjunto de ações como o supracitado, autores como

Sousa, Bahia e Constantino (2016) enfatizam a escassez de estudos relacionados ao entendimento e à prevenção de sinistros envolvendo ciclistas em território nacional. Supõe-se que o não compartilhamento de informações por parte do setor público e a não padronização dos registros de ocorrências de sinistros de trânsito são alguns dos motivos que mais dificultam a análise dos fatores causadores desses eventos no Brasil (Machado, 2017).

Por outro lado, a evolução dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem facilitado consideravelmente o georreferenciamento de sinistros de trânsito e a identificação de fatores que, embora muitas vezes omitidos nos registros, estão associados às ocorrências. Exemplos internacionais, como os citados a seguir, servem para ilustrar a viabilidade e, inclusive, inspirar tal prática também no contexto brasileiro.

Burbridge (2012) baseou-se no georreferenciamento de sinistros envolvendo ciclistas e pedestres de Salt Lake County (EUA) para identificar características que tornam as interseções mais ou menos perigosas ao tráfego desses indivíduos, sugerindo que maiores tempos de semáforo, provisão adequada de faixas de conversão à direita e maior índice de arborização podem diminuir o número de futuras ocorrências. Já Asgarzadeh et al. (2017) utilizaram um banco de dados georreferenciados disponibilizado pelo departamento de polícia municipal de Nova York (EUA) para concluir que o ângulo das interseções e a composição do tráfego possuem grande influência na severidade dos sinistros envolvendo ciclistas locais.

Os resultados do trabalho de Osama e Sayed (2017) sinalizam para uma maior probabilidade de ocorrência de sinistros envolvendo ciclistas em zonas de tráfego caracterizadas por altos índices de uso comercial do solo e com grandes proporções de vias arteriais e coletoras. Já no que se refere às características sociodemográficas dos ciclistas, Bíl, Bílová e Müller (2010), no contexto da República Tcheca, concluíram que sinistros graves e fatais são mais prováveis de ocorrer com indivíduos do gênero masculino e com 65 anos ou mais. Estudos de caso em outros países sugerem

resultados semelhantes, como os conduzidos por Martínez-Ruiz et al. (2013), na Espanha; Prati et al. (2019), na Itália, entre outros.

Em países como os Estados Unidos, Canadá e Holanda, bancos de dados georreferenciados de sinistros envolvendo ciclistas são frequentemente utilizados para a constatação de infraestruturas cicloviárias injustificadas em termos de prioridade técnica, social ou ambiental; ou ainda em termos de satisfação da demanda (Reynolds et al., 2009). Por outro lado, no Brasil, grande parte dos trabalhos que se aproveitam de bancos de dados dessa natureza têm como objetivo a simples identificação visual das áreas de maior risco à utilização da bicicleta (Leite; Rosa; Santos Neto, 2015; Oliveira; Sodelli; Freitas, 2015). Alguns autores utilizam ainda bancos de dados alheios aos de sinistros em si para tirar conclusões sobre a segurança viária de ciclistas. Andrade e Jorge (2017), por exemplo, basearam-se no Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS) para verificar que 5,4% das internações hospitalares por lesões resultantes de sinistros/acidentes de transporte terrestre, em 2013, foram de ciclistas.

### 3. Materiais e Método

Nesta seção, são apresentados os materiais e o método da pesquisa. Em síntese, propõe-se filtrar em banco público de dados, para a área urbana de São Carlos-SP, os registros de sinistros que envolveram ciclistas ocorridos na última década; e localizar tais registros a partir de uma camada vetorial representativa do sistema viário da cidade em questão. Essa compatibilização de dados de diferentes repositórios digitais requer ferramentas de geoprocessamento em ambiente SIG, assim como a subsequente etapa de identificação de locais críticos no que tange à segurança de ciclistas do estudo de caso. Uma vez identificados, tais locais críticos devem ser visitados em campo e, a partir das informações levantadas, ações/soluções pontuais voltadas à mitigação da violência no trânsito relacionada ao uso da bicicleta podem ser propostas.

#### 3.1. Sistema de Informação Geográfica (SIG)

O georreferenciamento e o geoprocessamento de dados espaciais (informações às quais podem ser atribuídas coordenadas) demandam a utilização de plataformas SIG, através das quais pode-se proceder com o gerenciamento, armazenamento, consulta, interpolação, conversão e modelagem das informações (Segantine, 2001). Nesse contexto, na presente pesquisa, foi utilizado o software QGIS, um SIG de código aberto e que possui interface com planilhas Microsoft Excel (onde normalmente são tabulados/fornecidos os registros de sinistros de trânsito) via arquivo de texto delimitado (.csv).

#### 3.2. Banco de dados de sinistros de trânsito

Na presente pesquisa, foi utilizado como banco de dados de sinistros de trânsito o Sistema de Informações Gerenciais de Acidentes de Trânsito do Estado de São Paulo, ou INFOSIGA-SP (DETRAN-SP, 2024). Trata-se de uma base de dados que agrega registros de sinistros de trânsito ocorridos a partir de 2015 em cada um dos 645 municípios paulistas, com atualização mensal. Além disso, cada registro é caracterizado de acordo com o tipo de via, período do dia, condições climáticas, tempo entre o sinistro e o óbito (para sinistros fatais), tipo de veículo(s) envolvido(s), perfil da vítima e, na maior parte dos casos, localização geográfica.

Por meio de um painel interativo, é permitido ao usuário filtrar os dados de seu interesse e baixá-los para uma planilha eletrônica. Assim, conhecendo-se a latitude e a longitude de cada dado filtrado (e o correspondente sistema de coordenadas), os mesmos podem ser inseridos diretamente no SIG como uma camada de pontos; do contrário, o georreferenciamento pode ser conduzido (de forma, evidentemente, muito menos precisa) com base no nome do logradouro ou marco quilométrico, se disponíveis.

#### 3.3. Dados do sistema viário

A fiel representação do sistema viário por feições vetoriais (camada de linhas) é imprescindível ao correto georreferenciamento dos sinistros de trânsito, principalmente quando a localização

desses registros no espaço é feita utilizando-se apenas os nomes dos logradouros ou algum ponto de referência. Em outras palavras, é importante que as vias de tráfego estejam devidamente representadas em ambiente SIG quando se dispõe apenas de informações textuais dos sinistros e não das coordenadas (latitude e longitude) registradas in loco. Assim, os dados vetoriais referentes à rede de transporte da cidade de São Carlos-SP foram obtidos da plataforma de mapeamento colaborativo OpenStreetMap – OSM (OpenStreetMap contributors, 2024).

### 3.4. Identificação de pontos críticos e visitas de campo

A identificação de pontos críticos do sistema viário com relação à ocorrência de sinistros envolvendo ciclistas deve ser fundamentada em uma análise visual dos registros georreferenciados. Essa análise pode ser auxiliada por um Mapa de Densidade de Kernel (“mapa de calor” ou Heatmap), no qual a intensidade pontual de um devido fenômeno dentro da área de estudo é determinada por

interpolação e, em seguida, plotada. Assim, é possível listar os trechos viários e interseções onde ocorreram a maior parte dos sinistros da série histórica.

Os pontos críticos do sistema viário, uma vez identificados, devem ser visitados em campo para registro fotográfico atualizado e levantamento de informações geométricas, operacionais e de seu entorno que possivelmente estejam associadas à ocorrência de sinistros. A depender da data do sinistro, essas informações podem ser “recuperadas” também de imagens da época disponíveis na plataforma Google StreetView (Google, 2024a).

### 3.5. Proposta de ações

A última etapa do método proposto consiste em propor possíveis soluções, isto é, uma ou mais ações pontuais, adequadas a cada ponto crítico (segmento viário ou interseção) previamente identificado, visando aumentar a segurança viária de ciclistas ao trafegarem por eles.

Tabela 1 – Medidas moderadoras do tráfego: resumo dos efeitos e da aplicação

Medida moderadora do tráfego	Faixa de redução de velocidade	Uso do espaço para outros fins	Melhoria da aparência da via	Aplicação			
				L	CS	CP	A
<b>Objetivo: redução de velocidade</b>							
Deflexões verticais	1	X	–	☆	☆	✧	#
Deflexões horizontais	2	✓	✓	☆	☆	✧	#
Restrições na pista	2	✓	✓	☆	☆	✧	#
Rotatórias	2	X	X	✧	✧	✧	✧
Redução do raio de giro	2	✓	–	☆	☆	☆	#
Regulamentação de prioridade	2	X	X	✧	✧	#	#
Marcas viárias	3	X	X	#	#	✧	☆

Medida moderadora do tráfego	Faixa de redução de velocidade	Uso do espaço para outros fins	Melhoria da aparência da via	Aplicação			
				L	CS	CP	A
<b>Objetivo: segurança e apoio</b>							
Largura ótica	3	X	✓	☆	☆	☆	❖
Estreitamento da pista	3	✓	✓	☆	☆	☆	❖
Faixas de alinhamento	3	✓	✓	#	❖	☆	❖
Superfícies diferenciadas	3	X	✓	☆	☆	❖	#
Entradas e portais	3	X	✓	☆	☆	❖	❖
Ilhas centrais	3	✓	✓	#	❖	☆	❖
Espaços compartilhados	3	✓	✓	☆	#	#	#
Extensão de calçadas	3	✓	✓	☆	☆	☆	❖
Vegetação e paisagismo	3	X	✓	☆	☆	☆	☆
Mobiliário e iluminação	3	X	✓	☆	☆	☆	☆
Regulamentação	3	X	X	❖	❖	☆	☆

Fonte: Adaptado de BHTRANS (2013, p. 41-42).

A título de exemplificação, a Tabela 1 apresenta medidas de traffic calming compiladas no manual da Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS, 2013), bem como os respectivos efeitos e possibilidades de aplicação. Com relação às faixas de redução de velocidade, a faixa 1 é aquela que garante que apenas 15% dos motoristas trafeguem acima da velocidade máxima desejada; a faixa 2 é aquela cuja redução de velocidade, embora eficiente, não tem a mesma garantia da faixa 1; e a faixa 3 refere-se a um lembrete/incentivo à redução da velocidade. No que diz respeito aos efeitos das medidas, entende-se X como um efeito negativo; ✓ como positivo; e – como neutro. Já com relação à hierarquia viária das vias onde devem ser aplicadas as medidas moderadoras, L significa via local; CS e CP significam vias

coletoras secundária e primária, respectivamente; e A significa via arterial. Por último, no que se refere à possibilidade de aplicação, ☆ remete a “viável”; ❖ remete a “possível”; e # significa não recomendado. Ademais, não se descarta, nesta etapa da pesquisa, a sugestão de outras medidas como a provisão de ciclofaixas, ciclovias e bike boxes, fiscalização eletrônica da velocidade etc.; embora tais medidas demandem estudos de viabilidade técnica mais apurados (Transport Scotland, 2010).

#### 4. Resultados e Discussão

A seguir, são apresentados e discutidos os principais resultados da pesquisa.

##### 4.1. Diagnóstico da segurança viária de

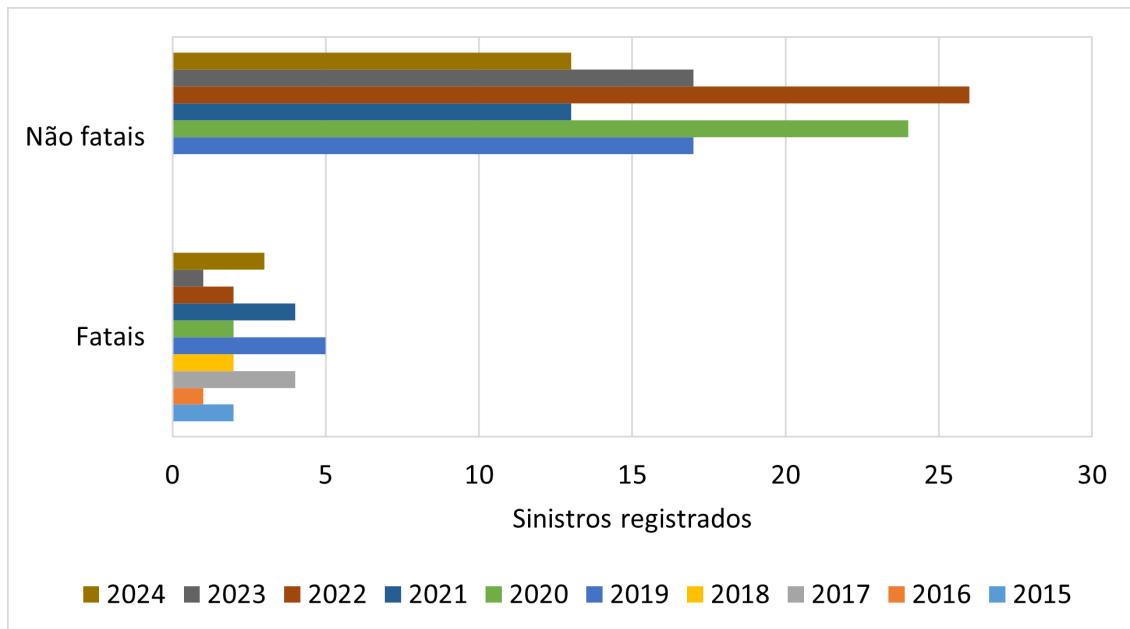
## ciclistas de São Carlos-SP)

Ao filtrar na plataforma INFOSIGA-SP os sinistros envolvendo ciclistas em São Carlos-SP, registrados entre janeiro de 2015 (início da plataforma) e setembro de 2024 (conclusão da presente pesquisa), os seguintes totais foram constatados: 26 sinistros fatais e 110 não fatais. Destaca-se que, para o último caso, os registros mais antigos datam de janeiro de 2019, época em que os sinistros não fatais passaram a ser incorporados à plataforma.

A Figura 1 apresenta os números de sinistros fatais e não fatais, envolvendo ciclistas de São Carlos-

SP, agregados por ano. Em média, na cidade estudada, vêm a óbito cerca de 3 ciclistas por ano em decorrência de sinistros de trânsito, e outros 18 envolvem-se em sinistros não fatais (sendo considerado o período 2019-2024 para esse último caso). Ademais, nota-se que o ano crítico com relação aos sinistros fatais foi 2019, período pré-pandemia (condições normais de fluxo veicular); enquanto os críticos para sinistros não fatais foram 2020 e 2022, possivelmente devido ao aumento da frota de bicicletas e à migração modal durante os períodos de distanciamento social para evitar o contágio no transporte público.

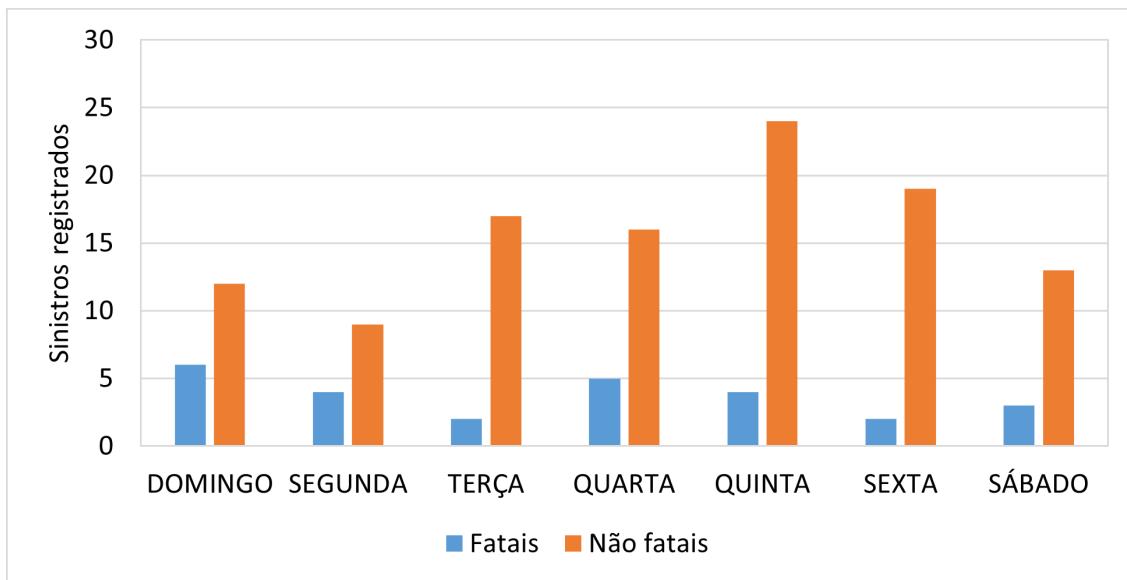
Figura 1 – Ciclistas em São Carlos-SP: sinistros fatais e não fatais agregados por ano



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

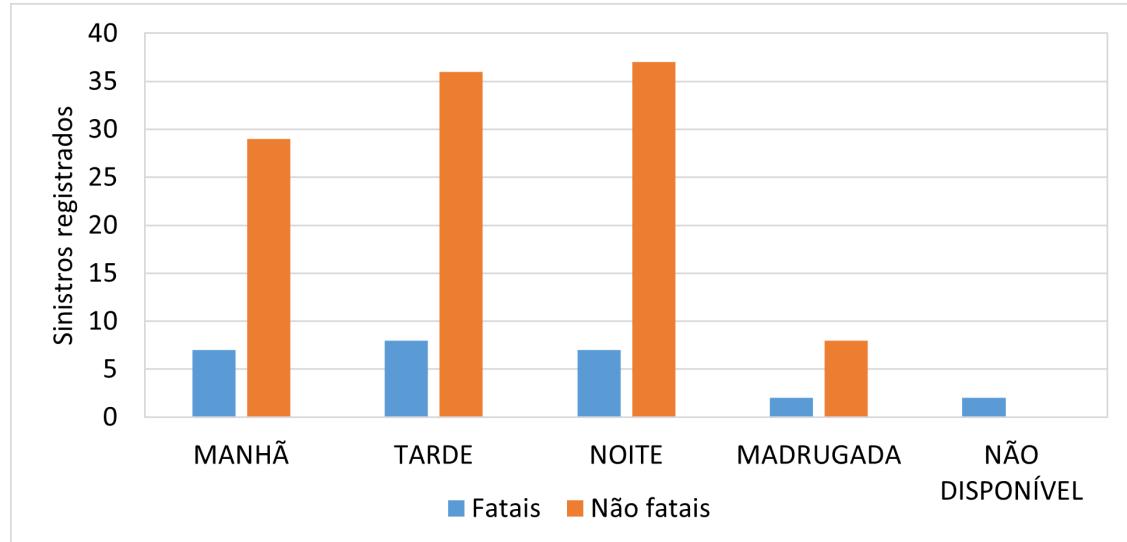
As Figuras 2 e 3 apresentam os números de sinistros fatais e não fatais, envolvendo ciclistas de São Carlos-SP, agregados por dia da semana e por período do dia, respectivamente.

Figura 2 – Ciclistas em São Carlos-SP: sinistros fatais e não fatais agregados por dia da semana



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Figura 3 – Ciclistas em São Carlos-SP: sinistros fatais e não fatais agregados por período do dia



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

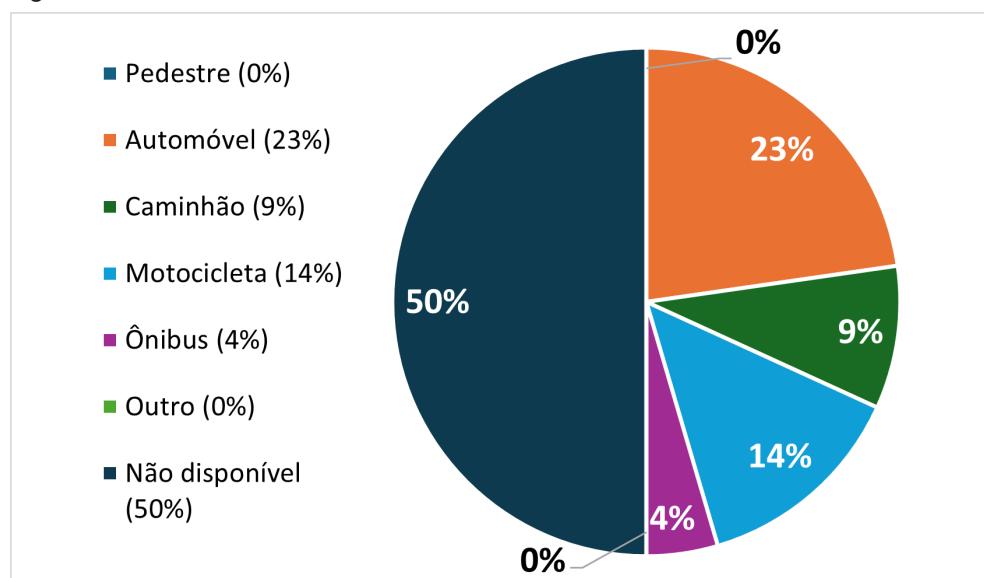
Nota-se que a maior parte dos sinistros fatais ocorreu aos domingos (possivelmente em razão de fatores como o aumento no número de ciclistas inexperientes que pedalam por lazer nesse dia, bem como a maior incidência de motoristas que combinam o consumo de álcool com a direção), enquanto as maiores parcelas de sinistros não fatais remetem às quintas e sextas-feiras. No que diz respeito ao período do dia, os sinistros fatais estão distribuídos de maneira praticamente uniforme entre manhãs, tardes e noites, ao passo que os sinistros não fatais ocorrem majoritariamente à tarde e, sobretudo, à noite (provavelmente devido à maior dificuldade em se avistar os ciclistas nesse último período).

A Figura 4 apresenta os percentuais dos demais veículos envolvidos apenas em sinistros fatais de ciclistas em São Carlos-SP, pois esses dados não são apresentados para sinistros não fatais na plataforma INFOSIGA-SP. Inobstante a isso, é possível evidenciar que, mesmo para sinistros fatais, em metade dos registros, essa informação não está disponível, sinalizando para imprecisões/equivocos no preenchimento dos BOs. Com relação aos registros de fato completos, nota-se

que as maiores porcentagens da Figura 4 remetem a automóveis (23%) e motocicletas (14%), o que não dialoga com os resultados de outras pesquisas que sugerem indícios de influência da composição do tráfego na severidade dos sinistros envolvendo ciclistas (Asgarzadeh et al., 2017).

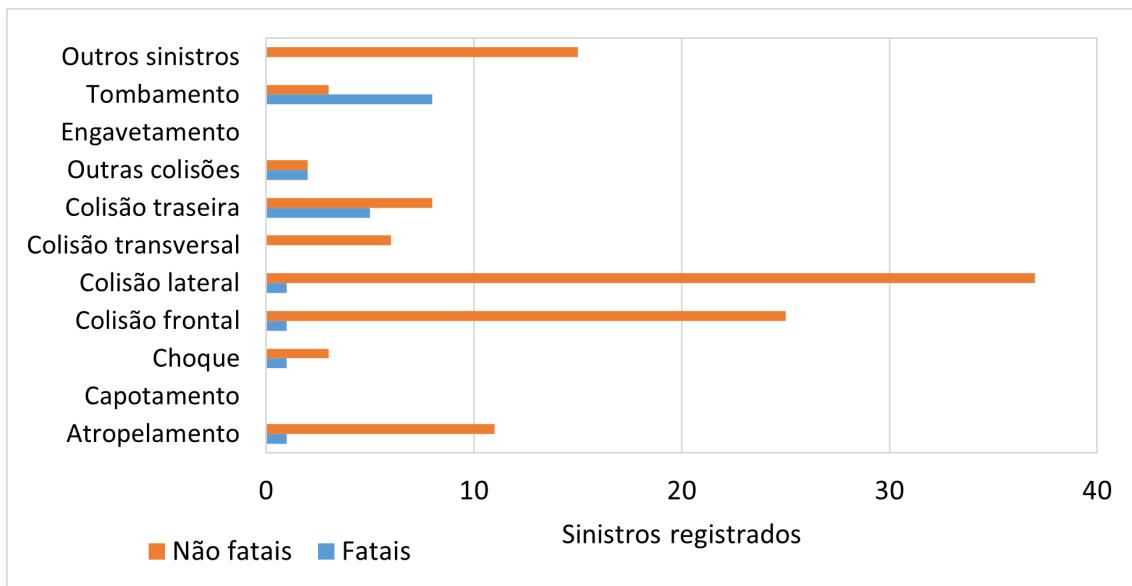
Finalizando o diagnóstico, na Figura 5, apresenta-se os números de sinistros fatais e não fatais, envolvendo ciclistas de São Carlos-SP, agregados por tipo de sinistro. Com relação aos sinistros fatais, nota-se que o tipo mais recorrente foi o “tombamento”, seguido da “colisão traseira”. Isso leva, novamente, a especulações sobre a exatidão/completude do preenchimento dos BOs, visto que, formalmente, um “tombamento” é definido como um “acidente no qual o veículo tomba sobre uma de suas partes laterais, a qual fica em contato com o chão. Pode ocorrer em razão de uma colisão, choque (... )” (Ferraz et al., 2012), o que normalmente é associado a veículos maiores (caminhões, ônibus ou motocicletas em alta velocidade). Já com relação aos sinistros não fatais, a notória maioria dos registros é decorrente de “colisões”, sejam elas laterais (34%), frontais (23%) ou de outro tipo.

**Figura 4 – Demais veículos envolvidos em sinistros fatais de ciclistas em São Carlos-SP**



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

**Figura 5 – Ciclistas em São Carlos-SP: sinistros fatais e não fatais agregados por tipo de evento**



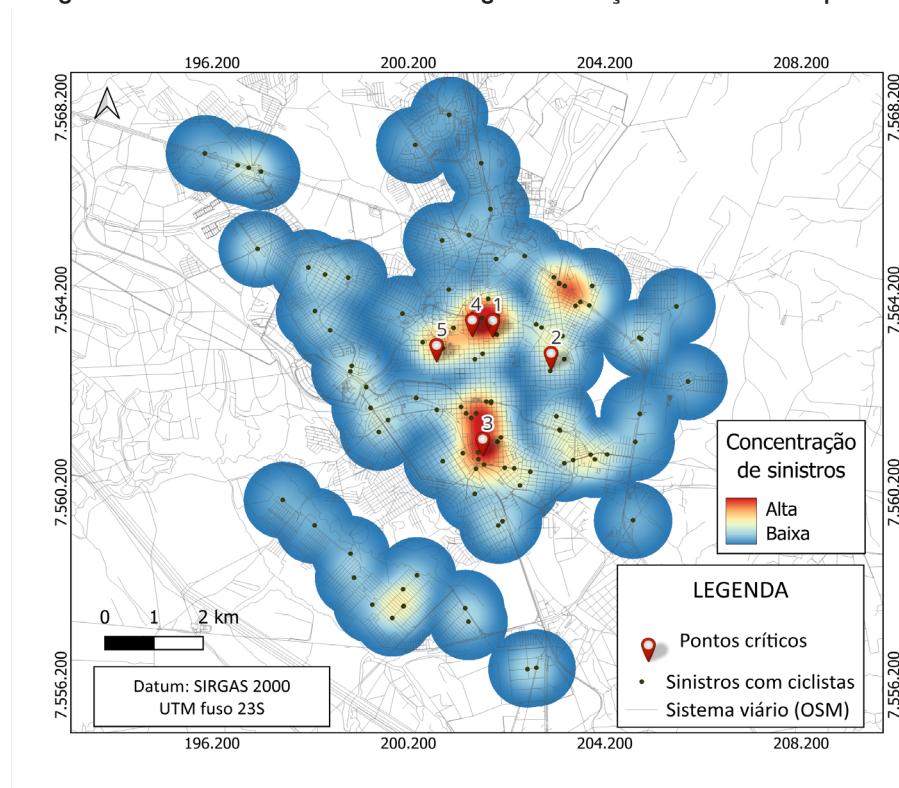
Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

#### 4.2. Pontos críticos: localização e detalhes

De forma a responder a primeira pergunta formulada para a pesquisa, a Figura 6 apresenta a geolocalização dos sinistros (fatais e não fatais) envolvendo ciclistas de São Carlos-SP e os decorrentes 5 pontos críticos selecionados para estudo em função do Mapa de Densidade de Kernel. Os detalhes da localização desses pontos críticos, ou seja, os nomes dos logradouros e as correspondentes hierarquias viárias (Prefeitura de São Carlos, 2023), são apresentados na Tabela 2. Ressalta-se que os hotspots identificados corroboram os achados de Osama e Sayed (2017), os quais apontam para uma maior incidência de sinistros em vias arteriais e coletoras.

É imprescindível destacar que alguns hotspots alheios àqueles elencados, embora devidamente identificados, não foram considerados por fugirem ao escopo da pesquisa. Por exemplo, há um hotspot bastante evidente ao nordeste da região de estudo, que consiste em um ponto de conflito com a Rodovia Washington Luís (SP-310). Assim, apesar de demandar soluções com certa urgência, tal ponto crítico não obedece às premissas para que sejam propostas simples medidas de traffic calming (Tabela 1). Em outras palavras, a maior hierarquia funcional característica da Rodovia incorre na necessidade de mudanças mais complexas, como na própria geometria viária.

**Figura 6 – Ciclistas em São Carlos-SP: geolocalização dos sinistros e pontos críticos**



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

**Tabela 2 – Localização dos pontos críticos**

Ponto	Logradouro 1 (hierarquia viária)	Logradouro 2 (hierarquia viária)
1	Av. Trabalhador São Carlense (A)	Rua Rui Barbosa (CP)
2	Rua Monteiro Lobato (CP)	Rua Bruno Giongo (L)
3	Rua Dona Alexandrina (A)	Rua Raimundo Corrêa (CP)
4	Av. Trabalhador São Carlense (A)	-
5	Rua Miguel Petroni (A)	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

#### **4.3. Proposta e discussão de possíveis ações: localização e detalhes**

A seguir, de forma a endereçar a segunda pergunta formulada para a pesquisa, são apresentadas e discutidas possíveis ações/soluções para cada ponto crítico previamente identificado.

##### **4.3.1. Ponto crítico 1**

As Figuras 7 e 8 apresentam, nessa ordem, a vista em planta e registros fotográficos das visitas de campo no ponto crítico 1, que remete à interseção entre a Av. Trabalhador São Carlense (via arterial, com limite legal de velocidade de 60 km/h, que permite o acesso à rodoviária e ao campus I da

Universidade de São Paulo) e a Rua Rui Barbosa (via coletora primária, com limite legal de velocidade de 40 km/h e que permeia a região central do município), onde foram registrados 2 sinistros não fatais. A hierarquia funcional da primeira via limita a implementação de medidas de traffic calming (ver Tabela 1) e, concomitantemente, requer a provisão de tipologias cicloviárias com maior grau de separação entre ciclistas e automóveis. Na Figura 8a, nota-se que não há controle de tráfego por semáforos, e que é disposta uma ciclovia no canteiro central. Já as Figuras 8b e 8c apresentam, nessa ordem, os espaços reservados para conversões e a aproximação pela Rua Rui Barbosa.

**Figura 7 – Vista em planta do ponto crítico 1**



Fonte: Google (2024b).

Diante das informações apresentadas, as seguintes ações são propostas: i) manutenção da ciclovia já existente, assegurando que ela esteja em boas condições de uso e promovendo a segurança dos ciclistas, e implementação de sinalização horizontal de travessia específica para bicicletas, conforme exemplificado na Figura 9; ii) eventual estreitamento de pista na Av. Trabalhador São Carlense (Figura 8a), servindo como medida de

apoio a outras medidas de redução de velocidade, em particular, às marcas viárias. Ademais, seria interessante a provisão de bike boxes na própria Av. Trabalhador São Carlense, sentido leste-oeste, ao interceptar a Rua Rui Barbosa (ver Figura 7), conforme exemplificado na Figura 10 (alertando-se para as devidas adaptações à geometria viária local e à condição de tráfego misto).

**Figura 8 – Registros fotográficos das visitas de campo no ponto crítico 1**



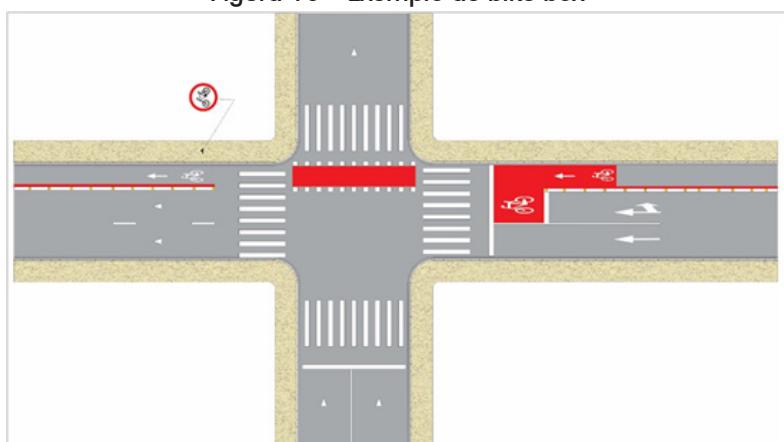
Fonte: elaborada pelos autores (2024).

**Figura 9 – Exemplo de faixa de travessia para ciclistas em Lisboa, Portugal**



Fonte: acervo pessoal dos autores (2024).

**Figura 10 – Exemplo de bike box**



Fonte: CONTRAN (2021).

#### 4.3.2. Ponto crítico 2

A Figura 11 apresenta a vista em planta do ponto crítico 2, que remete à interseção entre as Ruas Monteiro Lobato (via coletora primária, com limite legal de velocidade de 40 km/h) e Bruno Giongo (via local, com limite legal de velocidade de 30 km/h), onde foi registrada em 2019 uma “colisão lateral” não fatal. Especula-se que um possível fator para a ocorrência desse sinistro tenha sido a alta velocidade do outro veículo envolvido, em decorrência do declive acentuado

da Rua Monteiro Lobato entre a Av. Dr. Carlos Botelho e a Rua Bruna Giongo. Nesse contexto, as autoridades locais implementaram, recentemente (pós 2022) e imediatamente antes da interseção crítica, as medidas moderadoras apresentadas na Figura 12 (a: ondulações; b e c: marcas viárias). Desde então, nenhum sinistro envolvendo ciclistas foi registrado tanto no ponto em questão quanto na região de entorno, sinalizando para a eficácia da tomada de decisão.

Figura 11 – Vista em planta do ponto crítico 2



Fonte: Google (2024b).

Figura 12 – Registros fotográficos das visitas de campo no ponto crítico 2 – Medidas já adotadas



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

#### 4.3.3. Ponto crítico 3

A Figura 13 apresenta a vista em planta do ponto crítico 3, que remete à interseção entre as Ruas Dona Alexandrina (uma das principais vias arteriais da cidade, com limite legal de velocidade de 50 km/h e que garante o acesso a diversos Polos Geradores de Viagens – PGVs, como escolas, hospitais, comércios etc.) e Raimundo Corrêa (via coletora primária, com limite legal de velocidade de 40 km/h), onde foram registrados 3 sinistros não fatais envolvendo ciclistas (1 “atropelamento”, em 2022; 1 “choque”, em 2021; e 1 sinistro não devidamente classificado, em 2020).

A Figura 14 mostra a aproximação da interseção pela Rua Dona Alexandrina (a) e os correspondentes movimentos de conversão permitidos (c). Ademais, o cruzamento com a Rua Raimundo Corrêa é um ponto do sistema viário por onde passam algumas das linhas de ônibus da cidade (Figura 14b), potencializando a ocorrência de sinistros de

trânsito em virtude da contestável geometria viária. Já a Figura 15 apresenta a organização viária na Rua Raimundo Corrêa tanto no sentido leste-oeste (a) quanto oeste-leste (b).

O ponto crítico 3 demanda uma análise mais aprofundada do que aquela objetivada neste trabalho para mitigação da violência no trânsito relacionada ao uso da bicicleta. Isso porque a complexidade e a consolidação do sistema viário no entorno pode limitar as propostas/ações a alterações um tanto quanto impopulares, como: i) restrição dos sentidos de circulação, que requer um estudo robusto sobre as novas alocações de fluxo; e/ou ii) alteração dos trajetos das linhas de ônibus, que necessita de esforços ainda mais apurados para redesenho. A curto prazo, recomenda-se a instalação de um semáforo, que pode contribuir com a redução de conflitos entre ciclistas e demais veículos, embora contagens volumétricas sejam requeridas a título de constatação.

Figura 13 – Vista em planta do ponto crítico 3



Fonte: Google (2024b).

Figura 14 – Registro fotográficos das visitas de campo no ponto crítico 3 – Rua Dona Alexandrina



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Figura 15 – Registro fotográficos das visitas de campo no ponto crítico 3 – Rua Raimundo Corrêa



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

#### 4.3.4. Ponto crítico 4

A Figura 16 apresenta a vista em planta do ponto crítico 4, que remete ao trecho da Av. Trabalhador São Carlense (A) que intercepta (em desnível) a Av. São Carlos, e onde foram registrados 2 sinistros não fatais envolvendo ciclistas (1 “colisão lateral”, em 2020; e 1 sinistro não devidamente classificado, em 2021), além de outros sinistros no entorno. Já as Figuras 17 e 18 apresentam, nessa ordem, registros fotográficos do local a nível do solo e de cima do viaduto (Av. São Carlos), no

último caso, para constatação da organização do tráfego e das possíveis conversões.

Assim como para o ponto crítico 3, ressalta-se a necessidade de uma abordagem mais rigorosa para a tomada de decisão assertiva no ponto 4. No entanto, especula-se que há uma necessidade latente pela implantação de uma ciclovia no local, vide hierarquia viária, fluxo e velocidade de tráfego motorizado (60 km/h).

Do ponto de vista técnico, a provisão da ciclovia ao longo do trecho supracitado (Figura 17) é repleta de desafios. Em primeiro lugar, a oeste do ponto crítico em questão, ao invés de um canteiro central íntegro, há a existência de um córrego canalizado, o que limita o espaço disponível à construção de uma tipologia ciclovária contínua e bidirecional. Ademais, a leste do ponto crítico, existe a alça de acesso à Av. São Carlos.

Embora o segmento viário em questão já tenha sido submetido a intervenções geométricas e

operacionais de caráter recente, a ocorrência de sinistros envolvendo ciclistas posterior às intervenções impede afirmar a eficácia das ações implementadas de forma isolada. Assim, como ação corretiva, seria interessante estudar os impactos da redução do limite legal de velocidade de 60 km/h para 40 km/h no trecho da Av. Trabalhador São Carlense (a oeste) imediatamente anterior ao ponto de conflito, medida também consoante com o altíssimo fluxo de pedestres da região que se deslocam até o campus I da USP.

**Figura 16 – Vista em planta do ponto crítico 4**



Fonte: Google (2024b).

**Figura 17 – Registros fotográficos no ponto crítico 4 - Av. Trabalhador São Carlense**



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Figura 18 – Registros fotográficos no ponto crítico 4 – Organização do tráfego e conversões



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

#### 4.3.5. Ponto crítico 5

A Figura 19 apresenta a vista em planta do ponto crítico 5, na Rua Miguel Petroni (via arterial, com limite legal de velocidade de 50 km/h, que abrange diversos comércios, equipamentos públicos e linhas de ônibus municipais), onde foi registrado um sinistro não especificado, em 2019; e uma “colisão lateral,” em 2020, ambos não fatais, além de outros 3 sinistros na região do entorno. Trata-se de um ponto de conflito bastante característico, pois, à época dos sinistros, o limite legal de velocidade era de 50 km/h, o que é dissonante das situações de tráfego misto (exemplificada na Figura 20a); além do desenho do parcelamento do solo no relevo em questão

comprometer a visibilidade dos condutores. Aliado a isso, o ponto crítico está localizado próximo a um portão de entrada e outro de saída de estudantes da USP (Figura 20b).

Em 2024, as autoridades locais implementaram medidas mitigadoras no local em questão, sobretudo alertando para a presença de estudantes e orientando os condutores de veículos motorizados a trafegarem a, no máximo, 30 km/h, conforme Figura 21. Ademais, é possível constatar na Figura 21 a existência de ondulações, faixas de pedestres etc. Desde então, nenhum sinistro envolvendo ciclistas foi registrado no local.

**Figura 19 – Vista em planta do ponto crítico 5**



Fonte: Google (2024b).

**Figura 20 – Registros fotográficos das visitas de campo no ponto crítico 5**



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

**Figura 21 – Registros fotográficos das visitas de campo no ponto crítico 5**



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

## 5. Conclusões

O presente trabalho teve por objetivo investigar os sinistros de trânsito registrados na última década e que envolveram ciclistas da cidade de São Carlos-SP, Brasil, visando identificar locais críticos para se proceder com a proposta de medidas mitigadoras e/ou orientar as autoridades locais sobre a necessidade de condução de estudos específicos. Especula-se que as perguntas formuladas para a pesquisa tenham sido satisfatoriamente respondidas; e que o trabalho em si seja um bom ponto de partida para a condução de diagnósticos mais aprofundados, além de servir de exemplo para outras cidades e regiões empenhadas em diminuir os seus índices de sinistralidade viária, sobretudo relacionados aos usuários mais vulneráveis da via (pedestres e ciclistas).

O estudo de caso baseou-se exclusivamente em dados abertos e em um SIG disponível gratuitamente para download, sugerindo relativa reprodutibilidade. No entanto, é imprescindível destacar que a subnotificação de sinistros de trânsito ainda é comum no Brasil, sobretudo com relação àqueles não fatais, o que limita o impacto de medidas mitigadoras propostas com base em bancos de dados como o INFOSIGA-SP. Assim, trabalhos futuros são encorajados a buscar junto às autoridades locais (secretaria de transportes, polícia militar, prefeitura municipal) outros registros georreferenciados não incluídos na plataforma mencionada.

Finalmente, é importante alertar que, embora lastreado em diretrizes clássicas da literatura, o método da pesquisa voltado à identificação de locais críticos com base no Mapa de Densidade de Kernel não resultou em hotspots que remetem a sinistros fatais da série histórica, sinalizando para uma eventual incerteza sobre o nível de priorização das ações mitigadoras propostas neste trabalho. Assim, trabalhos futuros são estimulados a considerar diferentes pesos para sinistros fatais e não fatais na produção do Mapa de Densidade de Kernel.

## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa Institucional

de ICT da Universidade ... e ao Grupo ... (informações omitidas de propósito devido à avaliação duplo-cega).

## 7. Referências

- ALDRED, Rachel; JUNGNICKEL, Katrina. Why culture matters for transport policy: the case of cycling in the UK. *Journal of Transport Geography*, v. 34, p. 78-87, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.11.004>.
- ANDRADE, Silvânia Suely Caribé de Araújo; JORGE, Maria Helena Prado de Mello. Internações hospitalares por lesões decorrentes de acidente de transporte terrestre no Brasil, 2013: permanência e gastos. *Epidemiologia e Serviços de Saúde: Revista do Sistema Único de Saúde do Brasil*, v. 26, n. 1, p. 31-38, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5123/s1679-49742017000100004>.
- ASGARZADEH, Morteza et al. The role of intersection and street design on severity of bicycle-motor vehicle crashes. *Injury Prevention*, v. 23, n. 3, p. 179-185, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2016-042045>.
- BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte. Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego – Traffic Calming. Belo Horizonte, 2013. 275p. Disponível em: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/images/authenticated%2C%20editor\\_a\\_bhtrans/manual\\_traffic\\_calming.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/images/authenticated%2C%20editor_a_bhtrans/manual_traffic_calming.pdf). Acesso em: 30 out. 2024.
- BÍL, Michal; BÍLOVÁ, Martina; MÜLLER, Ivo. Critical factors in fatal collisions of adult cyclists with automobiles. *Accident Analysis & Prevention*, v. 42, n. 6, p. 1632-1636, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.04.001>.
- BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 jan. 2012. Seção 1, p. 1.
- BRASIL. Lei nº 13.614, de 11 de janeiro de 2018. Cria o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS). Diário Oficial da

União, Brasília, DF, 12 jan. 2018. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Resolução Contran nº 870, de 13 de setembro de 2021. Dispõe sobre o Plano Nacional de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS), instituído pela Lei no 13.614, de 11 de janeiro de 2018. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 set. 2021. Seção 1, p. 42.

BUEHLER, Ralph; PUCHER, John. International Overview: Cycling Trends in Western Europe, North America, and Australia. City cycling, p. 9-29, 2012.

BURBIDGE, Shaunna K. Identifying Characteristics of High-Risk Intersections for Pedestrians and Cyclists: A case study from Salt Lake County, Utah. Utah. Dept. of Transportation. Research Division, 2012.

CASELLO, Jeffrey M. et al. Enhancing Cycling Safety at Signalized Intersections: An Analysis of Observed Behavior. *Transportation Research Record*, v. 2662, n. 1, p. 59-66, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3141/2662-07>.

CAVILL, Nick et al. Economic analyses of transport infrastructure and policies including health effects related to cycling and walking: a systematic review. *Transport Policy*, v. 15, n. 5, p. 291-304, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2008.11.001>.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. Sinalização Cicloviária. Brasília: CONTRAN, 2021. 405p.: il. (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, v. 8).

DETRAN-SP – Departamento Estadual de Trânsito do Estado de São Paulo. INFOSIGA-SP [Data Set]. 2024. Disponível em: <https://www.infosiga.sp.gov.br/>. Acesso em: 30 out. 2024.

EUROPEAN ROAD SAFETY OBSERVATORY. Quantitative Road Safety Targets 2018. 2018. Disponível em: <https://road-safety.transport.ec.europa.eu/system/files/2021-07/ersosynthesis2018-quantitativetargets.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2023.

FERRAZ, Antônio Clovis Pinto et al. Segurança Viária. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2012. 322p. (ISBN 978-85-98156-69-9).

GOOGLE. Google Street View. Disponível em: <https://www.google.com/streetview>. Acesso em: 06 nov. 2024a.

GOOGLE. Imagens do Google Maps: São Carlos-SP, Brasil. 2024b. Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/%C3%A3o+Carlos,+SP/@-22.0198524,-47.9130972,6848m>. Acesso em: 06 nov. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da População. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brazil/sp/sao-carlos/panorama>. Acesso em: 05 mai. 2024.

LANZENDORF, Martin; BUSCH-GEERTSEMA, Annika. The cycling boom in large German cities - Empirical evidence for successful cycling campaigns. *Transport Policy*, v. 36, p. 26-33, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.07.003>.

LEITE, Marcos Esdras; ROSA, Bruna Oliveira; SANTOS NETO, Narciso Ferreira dos. Mapeamento da densidade de acidentes com ciclistas na cidade de Montes Claros/MG. *ACTA Geográfica*, v. 9, n. 21, p. 82-94, 2015.

MACHADO, Leandro Rodrigues. O compartilhamento de informações no setor público brasileiro: um estudo sobre os acidentes de trânsito no município de Canoas/RS. 2017. 66p. Pós-Graduação (Administração Pública Contemporânea). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

MARTÍNEZ-RUIZ, Virginia et al. Risk factors for causing road crashes involving cyclists: An application of a quasi-induced exposure method. *Accident Analysis & Prevention*, v. 51, p. 228-237, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.11.023>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Sistema de Informação sobre Mortalidade – SIM. Brasília, 2022. Disponível em: <http://sim.saude.gov.br/default.asp>. Acesso em: 01 ago. 2025.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Levantamento sobre a situação dos Planos de Mobilidade Urbana. Brasília: Ministério das Cidades, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/mobilidade-urbana/sistema-de-apoio-a-elaboracao-de-planos-de-mobilidade-urbana/levantamento-sobre-a-situacao-dos-planos-de-mobilidade-urbana>. Acesso em: 07 ago. 2024.

OLIVEIRA, Rodrigo Buchianeri Numa; SODELLI, Francielle Calixto; FREITAS, Maria Isabel Castreghini. Sistema de Informação Geográfica no mapeamento de acidentes envolvendo ciclistas e pedestres em Rio Claro/SP. In: 8º Congresso de extensão universitária da UNESP, 2015, Rio Claro. Anais [...], p. 1-6. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/f15c5248-108e-43ea-8475-77af09e13814/content>. Acesso em: 30 out. 2024.

OMS – Organização Mundial da Saúde. Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020. 2011. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2011-2020>. Acesso em: 30 out. 2024.

OMS – Organização Mundial da Saúde. Global Status Report on Road Safety 2023. Genebra, 2018. Disponível em: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/country-profiles/road-safety/road-safety-2023-brazil.pdf?sfvrsn=fa546e1f\\_3&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/country-profiles/road-safety/road-safety-2023-brazil.pdf?sfvrsn=fa546e1f_3&download=true). Acesso em: 01 ago. 2025.

OMS – Organização Mundial da Saúde. Road Traffic Injuries. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>. Acesso em: 01 ago. 2025.

OPENSTREETMAP CONTRIBUTORS. OpenStreetMap. 2024. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org>. Acesso em: 01 ago.

2025. Dados extraídos por meio do plugin QuickOSM no software QGIS, versão 3.34.12.

OSAMA, Ahmed; SAYED, Tarek. Evaluating the Impact of Socio-Economics, Land Use, Built Environment, and Road Facility on Cyclist Safety. *Transportation Research Record*, v. 2659, n. 1, p. 33-42, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3141/2659-04>.

PRATI, Gabriele et al. Gender differences in cyclists' crashes: an analysis of routinely recorded crash data. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, v. 26, n. 4, p. 391-398, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/17457300.2019.1653930>.

PREFEITURA DE SÃO CARLOS. Plano de Mobilidade Urbana de São Carlos. São Carlos, 2023. Disponível em: <http://mobilidadeurbana.saocarlos.sp.gov.br/>. Acesso em: 01 fev. 2024.

REYNOLDS, Conor et al. The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature. *Environmental Health*, v. 8, n. 1, p. 47, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1186/1476-069X-8-47>

ROSAS-SATIZÁBAL, Daniel; RODRIGUEZ-VALENCIA, Álvaro. Factors and policies explaining the emergence of the bicycle commuter in Bogotá. *Case Studies on Transport Policy*, v. 7, n. 1, p. 138-149, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.12.007>.

SANTOS, Pedro Augusto Borges et al. Estabelecimento de metas de redução de mortes no trânsito nos municípios brasileiros. *TRANSPORTES*, v. 30, n. 3, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14295/transportes.v30i3.2704>.

SEGANTINE, Paulo Cesar Lima. Estudo do Sinergismo entre os Sistemas de informação Geográfica e o Posicionamento Global. 2001. 237p. Tese (Livre Docência). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

SOUZA, Carlos Augusto Moreira de; BAHIA, Camila Alves; CONSTANTINO, Patrícia. Análise dos fatores

associados aos acidentes de trânsito envolvendo ciclistas atendidos nas capitais brasileiras. Ciência & Saúde coletiva, v. 21, n. 12, p. 3683-3690, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320152112.24152016>.

TRANSPORT SCOTLAND. Cycling by Design 2010. Transport Scotland - Standards, Traffic and Economics Branch. Glasgow, 2010. Disponível em: [https://www.transport.gov.scot/media/14173/cycling\\_by\\_design\\_2010\\_rev\\_1\\_june\\_2011\\_.pdf](https://www.transport.gov.scot/media/14173/cycling_by_design_2010_rev_1_june_2011_.pdf). Acesso em: 06 nov. 2024.