

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**A PERCEPÇÃO DA SEGURANÇA CICLOVIÁRIA EM  
CRUZAMENTOS URBANOS NÃO SEMAFORIZADOS**

**CLAUDINEI MOREIRA DINIZ**

São Carlos

2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**A PERCEPÇÃO DA SEGURANÇA CICLOVIÁRIA EM  
CRUZAMENTOS URBANOS NÃO SEMAFORIZADOS**

**CLAUDINEI MOREIRA DINIZ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Marcos Antônio Garcia Ferreira

São Carlos

2019

Diniz, Claudinei Moreira

A percepção da segurança cicloviária em cruzamentos urbanos não semaforizados / Claudinei Moreira Diniz. -- 2019.

91 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos

Orientador: Dr. Marcos Antônio Garcia Ferreira

Banca examinadora: Dra. Suely da Penha Sanches, Dr. Antônio Néson Rodrigues da Silva

Bibliografia

1. Engenharia de Transportes. 2. Segurança Viária. 3. Infraestrutura Cicloviária. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Ronildo Santos Prado – CRB/8 7325



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**


Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

---

**Folha de Aprovação**

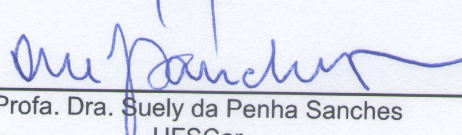
---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Claudinei Moreira Diniz, realizada em 03/04/2019:



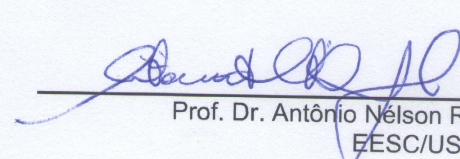
---

Prof. Dr. Marcos Antonio Garcia Ferreira  
UFSCar



---

Profa. Dra. Suely da Penha Sanches  
UFSCar



---

Prof. Dr. Antônio Nelson Rodrigues da Silva  
EESC/USP



## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu coragem e força para finalizar essa jornada de conhecimento.

À minha mãe e irmãos pelo apoio em cada escolha, pela compreensão nos momentos de ausência, pelos conselhos em momentos de dificuldade e pelo amor incondicional.

Ao prof. Marcos, por toda dedicação e paciência durante a orientação e por todo conhecimento e conselhos compartilhados ao decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

À profa. Suely, pelas contribuições e sugestões importantes para a realização das análises estatísticas e pela paciência em responder minhas diversas dúvidas.

Aos membros do grupo de pesquisa NEMS, que se tornaram bons amigos e me acompanharam ao longo do mestrado compartilhando conhecimento.

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e aos demais amigos em São Carlos pela amizade e experiências compartilhadas nestes dois anos de mestrado.

Às diversas comunidades e associações de ciclistas que ajudaram no compartilhamento do questionários desta pesquisa e aos voluntários que se disponibilizaram em responder.

E por fim, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa durante o período do mestrado.

## RESUMO

O aumento do número de acidentes de trânsito nas últimas décadas transformou o sistema viário urbano em um ambiente caótico em termos de segurança viária. Nesse meio, encontram-se os ciclistas, um dos usuários mais vulneráveis do sistema de trânsito, que encontram desafios diários com a falta de infraestrutura dedicada ao ciclismo. Esses desafios imprimem nos ciclistas uma sensação de insegurança que é apontada por diversos autores como uma das principais barreiras para uso da bicicleta nos deslocamentos diários. A percepção de insegurança é intensificada nos cruzamentos urbanos frente ao maior número de conflitos de tráfego e maior probabilidade de ocorrência de acidentes. Desse modo, este estudo tem como objetivo analisar a percepção do ciclista em relação à segurança viária em cruzamentos urbanos não semaforizados, que apresentam ou não infraestrutura cicloviária. Para tal, foi realizada a aplicação de questionário *on-line* para levantamento de dados referente a percepção da segurança em 14 cenários de conflitos em cruzamentos urbanos. Foram coletadas 458 respostas que foram analisadas por técnicas de estatística descritiva e inferencial seguidos de modelagem matemática usando o modelo logit ordenado de chances proporcionais. Os resultados indicaram que os cruzamentos entre vias compartilhadas são percebidos como os mais inseguros e aqueles entre vias com a presença de ciclovia no canteiro central como os mais seguros. A interação com os automóveis se aproximando por trás do ciclista, na mesma direção e sentido, é identificada como a mais insegura. A calibração do modelo mostrou que as variáveis significativas para explicar a percepção de segurança cicloviária nos cruzamentos são: infraestrutura, conflito, iluminação, sexo, idade, posse de Carteira Nacional de Habilitação (CNH) e tipo de usuário. Por fim, foram alcançados os objetivos propostos pelo estudo e os resultados contribuem para o entendimento dos aspectos de segurança viária voltada a ciclistas, mais especificamente em países em desenvolvimento.

**Palavras-chave:** Bicicleta; Infraestrutura Cicloviária; Logit Ordenado; Segurança Viária; Percepção de Segurança.

## ABSTRACT

The increasing number of traffic related accidents has transformed streets into a chaotic environment in terms of safety. In this chaotic environment, cyclists are forced to take their daily commute while being one of the most vulnerable road users. They face several challenges such as the lack of dedicated infrastructure for cycling. This often causes feelings of insecurity in the cyclists, which is considered by several authors as one of the main barriers against riding bicycles in urban commutes. The higher number of traffic conflicts and greater probability of accidents at intersections intensify this feeling of insecurity. Accordingly, the aim of this study is to analyze the cyclist's safety perception at non-signalized urban intersection, with or without cycling infrastructure. To do so, an online survey was used to collect data regarding the perception of safety for 14 different scenarios of traffic conflicts at non-signalized intersections. A total of 458 responses were collected, which were analyzed by descriptive and inferential statistical techniques, and by the application of Ordered Logistic Regression (OLR) of Proportional Odds. Results indicated a tendency to perceive conflicts at intersections with shared lanes as the most insecure scenarios for respondents', while intersections with cycling track in the median as the safest. Conflicts in scenarios with car driver approaching behind the cyclist and turning right or left are identified as the most insecure scenarios. The OLR calibration indicated that the following variables are significant in explaining safety perception: type of infrastructure and conflict, intersection illumination, pavement markings and signalization, gender, age, driver's license possession, and type of bicycle user (utilitarian, leisure, and non-cyclists). In conclusion, the objectives proposed were accomplished and results can contribute to the understanding of road safety for cyclists, especially in developing countries.

**Keywords:** Bicycle; Cycling Infrastructure; Ordered Logistic; Road Safety; Safety Perception.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 - Esquema do conflito tipo 1. _____	43
Figura 4.2 - Esquema do conflito tipo 2. _____	44
Figura 4.3 - Esquema do conflito tipo 3. _____	44
Figura 4.4 - Esquema do conflito tipo 4. _____	45
Figura 4.5 - Esquema do conflito tipo 5. _____	45
Figura 4.6 - Frequências de respostas para o elemento “visibilidade em termos de ver e ser visto”, por tipo de usuário. _____	49
Figura 4.7 - Frequências de respostas para o elemento “iluminação”, por tipo de usuário. ____	50
Figura 4.8 - Frequências de respostas para o elemento “velocidade”, por tipo de usuário. ____	50
Figura 4.9 - Frequências de respostas para o elemento “largura da faixa de rolamento”, por tipo de usuário. _____	51
Figura 4.10 - Frequências de respostas para o elemento “sinalização e pinturas no piso”, por tipo de usuário. _____	51
Figura 4.11 - Frequências de respostas para o elemento “estacionamento nas aproximações de cruzamentos”, por tipo de usuário. _____	52
Figura 4.12 - Box-plot da comparação das respostas do conflito tipo 1. _____	54
Figura 4.13 - Box-plot da comparação das respostas do conflito tipo 2. _____	54
Figura 4.14 - Box-plot da comparação das respostas do conflito tipo 3. _____	55
Figura 4.15 - Box-plot da comparação das respostas do conflito tipo 4. _____	55
Figura 4.16 - Box-plot da comparação das respostas do conflito tipo 5. _____	55
Figura 4.17 - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável infraestrutura. _____	60
Figura 4.18 - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável conflito. _____	61
Figura 4.19 - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável iluminação. _____	61
Figura 4.20 - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável sinalização. _____	62
Figura 4.21 - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável sexo. _____	62
Figura 4.22 - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável posse de faixa etária. _____	63
Figura 4.23 - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável posse de CNH. _____	63
Figura 4.24 - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável tipo de usuário. _____	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Descrição das variáveis investigadas no modelo. _____	37
Tabela 4.1 - Perfil sociodemográfico dos respondentes. _____	41
Tabela 4.2 - Características de perfil e uso da bicicleta. _____	42
Tabela 4.3 - Acidente e frequência de uso da bicicleta dos ciclistas do tipo recreacional e utilitário. _____	42
Tabela 4.4 - Distribuição de frequência de respostas para cruzamento entre vias compartilhadas. _____	46
Tabela 4.5 - Distribuição de frequência de respostas para cruzamento entre vias com presença de ciclofaixa na via principal. _____	47
Tabela 4.6 - Distribuição de frequência de respostas para cruzamento entre vias com presença de ciclovia no canteiro central da via principal. _____	48
Tabela 4.7 - Estimativas dos parâmetros levantados pela modelagem. _____	57
Tabela 4.8 - Razões de chances para as variáveis do modelo. _____	58
Tabela 4.9 - Resumo dos principais resultados observados na regressão para características dos cruzamentos. _____	65
Tabela 4.10 - Resumo dos principais resultados observados na regressão para características do usuário. _____	66

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1 Objetivos	14
1.2 Justificativa	14
1.3 Aspectos Relevantes	15
1.4 Estrutura do Trabalho	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>17</b>
2.1 Sistemas de Infraestrutura Cicloviária	17
2.1.1 Tipos de Infraestrutura Cicloviária nos Cruzamentos	17
2.1.2 Infraestrutura Cicloviária em Aproximações e Saídas de Cruzamentos	18
2.2 Conflitos de Tráfego em Cruzamentos Urbanos	21
2.2.1 Classificação dos Conflitos de Tráfego em Cruzamentos	22
2.3 Percepção de Segurança no Trânsito	24
2.3.1 Fatores que Influenciam a Percepção de Segurança	25
2.4 Aplicação de Métodos de Escolha Ordenada em Transportes	28
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>30</b>
3.1 Determinação e Delimitação da População	30
3.2 Elaboração do Instrumento de Coleta de Dados	30
3.3 Aplicação do Instrumento	32
3.4 Tratamento e Análise dos Dados	33
3.5 Aplicação de Modelagem – Logit Ordenado de Chances Proporcionais	34
3.5.1 Definição das Variáveis	34
3.5.2 Calibração do Modelo de Regressão Logit Ordenado	37
<b>4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>40</b>
4.1 Teste de Adequação do Tamanho da Amostra	40
4.2 Perfil Sociodemográfico dos Respondentes	40
4.3 Distribuição das Respostas sobre Percepção de Segurança para os Conflitos	43
4.4 Distribuição das Respostas sobre a Percepção de Segurança para Elementos Viários	49
4.5 Análise da Percepção de Segurança em Termos de Conflito e Infraestrutura	53
4.6 Comparação de Infraestruturas por Tipo de Conflito	53
4.7 Fatores que Influenciam na Percepção de Segurança Cicloviária em Cruzamentos	56
4.7.1 Interpretação e Discussão dos Resultados da Calibração do Modelo	56
4.7.2 Probabilidade de Ocorrência das Categorias das Variáveis Independentes	59
<b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>70</b>
<b>APÊNDICE A – Questionário Completo</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE B – Teste de Wilcoxon–Mann–Whitney para Comparação em Pares dos 14 Cenários</b>	<b>87</b>

<b>APÊNDICE C – Margem de Erro para as Amostra de Respondentes</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE D – Teste Qui-quadrado (<math>\chi^2</math>) de Associação entre as Variáveis Explicativas e a Percepção de Segurança (Variável Dependente)</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICE E – <i>Ranking</i> dos Conflitos Ordenado pelas Medianas dos 14 Cenários Estudados</b>	<b>91</b>



## 1 INTRODUÇÃO

---

Nos últimos anos foi observado no Brasil uma expansão da frota de veículos motorizados e aumento nas taxas de mortalidade no trânsito. O crescimento de veículos motorizados circulando nas cidades provocou carência no espaço urbano em termos de acomodação do volume de veículos nas vias. Isso resultou, também, na ocorrência de congestionamentos mais intensos em vias dos principais centros urbanos do país (BRASIL, 2010).

Além disso, a expansão da frota de veículos é apontada como um dos fatores responsáveis pelo aumento das taxas de mortalidade por acidentes de trânsito. Segundo Waiselfisz (2013), entre os anos 2000 e 2011 ocorreu um aumento de 43,2% no número de mortes em vias públicas brasileiras. No mundo, morrem cerca de 1,3 milhão de pessoas por ano em decorrência de acidentes de trânsito, número esse que representa atualmente a nona maior causa de mortes (WHO, 2018).

Nesse sentido, faz-se importante a promoção e implementação de sistemas de transporte urbano sustentáveis, tais como o transporte público coletivo e os transportes não motorizados (caminhada e bicicleta). Os sistemas de transporte urbano sustentáveis são abordados na Lei Nº 12.587, de 3 de Janeiro de 2012 (BRASIL, 2012), conhecida como Política Nacional de Mobilidade Urbana. Nessa lei é estabelecida a exigência do planejamento e criação do plano de mobilidade urbana que priorize o transporte não motorizado, bem como um sistema de infraestrutura cicloviária seguro e bem projetado.

A bicicleta, por sua vez, é considerada um modo de transporte do tipo ativo e que proporciona benefícios para a saúde do usuário bem como reduz impactos ambientais gerados pelo uso de transportes motorizados (NG; DEBNATH; HEESCH, 2017). Segundo Dekoster e Schollaert (1999), a bicicleta é um modo de transporte que permite percorrer 5 km confortavelmente, o que corresponde a distância média percorrida por metade dos automóveis que circulam dentro das cidades. Assim sendo, em termos de viagens urbanas de curta distância, a utilização da bicicleta se apresenta como uma alternativa viável para cidades, tanto pelo seu caráter dinâmico e sustentável como pela sua funcionalidade.

No entanto, os ciclistas são um dos usuários mais vulneráveis do sistema de trânsito e, normalmente, sofrem as lesões mais graves em acidentes envolvendo algum meio de transporte motorizado (WEI; LOVEGROVE, 2013; MANTON et al., 2016). Segundo Elvik

(2009), os ciclistas possuem probabilidade até 7,5 vezes maior de sofrer lesões graves em um acidente quando comparados a ocupantes de automóveis.

Os riscos enfrentados pelos ciclistas são intensificados nos cruzamentos, pois nestes pontos os ciclistas necessitam cruzar diretamente as rotas dos automóveis. Diversos estudos já apontaram que os cruzamentos apresentam concentração de pontos de conflitos de trânsito, o que aumenta a probabilidade da ocorrência de acidentes, e consequentemente os acidentes envolvendo bicicletas e automóveis (WACHTEL; LEWISTON, 1994; RASANEM; SUMMALA, 1998; WANG; NIHAN, 2004; ISAKSSON-HELLMAN, 2012).

Além disso, a qualidade da infraestrutura dedicada às bicicletas é apontada como um dos principais fatores que influenciam na percepção de segurança e na escolha de adotar ou não a bicicleta como modo de transporte (DOHERTY; AULTMAN-HALL; SWAYNOS, 2000; LAWSON et al., 2013).

A percepção de segurança é a capacidade de uma pessoa em reconhecer e se preocupar, avaliando e aprimorando seus comportamentos e atitudes de forma a evitar uma exposição ao risco de acidentes. É importante destacar que a percepção de segurança é um fator importante na promoção do uso da bicicleta, uma vez que o risco percebido é uma das barreiras para uso da bicicleta em deslocamentos diários (O'CONNOR; BROWN, 2010; LAWSON et al., 2013).

Dessa forma, é importante a compreensão do papel da percepção ao risco de acidentes em cruzamentos urbanos e sua relação com a presença de infraestrutura dedicada aos ciclistas. Além disso, é importante aprimorar as condições oferecidas aos ciclistas em termos de infraestrutura cicloviária e segurança em interseções não semaforizadas. Essas condições, quando não oferecidas, transmitem aos ciclistas mais riscos de conflitos em um ambiente majoritariamente motorizado.

Por fim, é necessária a validação de teorias e elementos produzidos em estudos de países desenvolvidos, não somente como ferramenta de comparação, mas como elemento representativo do cenário local e avanço do “estado de arte” da segurança viária em países em desenvolvimento, tais como o Brasil.

## 1.1 Objetivos

O objetivo deste estudo é analisar a percepção do ciclista em relação à segurança viária em cruzamentos urbanos não semaforizados, que apresentam ou não infraestrutura cicloviária. Os objetivos secundários são:

- Desenvolver um instrumento de pesquisa capaz de analisar a percepção dos ciclistas frente à segurança viária;
- Analisar as principais interações ocorridas entre bicicletas e veículos motorizados em interseções urbanas não semaforizadas para verificar os riscos assumidos;
- Analisar a percepção do ciclista sobre a seguridade oferecida na infraestrutura viária utilizada para seu deslocamento;
- Identificar fatores positivos e negativos relacionados à infraestrutura oferecida aos ciclistas durante a viagem.

## 1.2 Justificativa

A bicicleta é um tema ainda pouco explorado por pesquisadores na área de segurança viária. Conforme destacado por Digioia et al. (2017), apesar do crescente esforço em melhorar a segurança viária de ciclistas ocorrido nos últimos anos, pesquisas sobre o tema ainda são limitadas e pouco efetivas para essa parcela de usuários. Além disso, segundo Wegman, Zhang e Dijkstra (2012), investigações em torno da percepção de segurança sob a ótica dos ciclistas são ainda mais escassas, principalmente quando se compara aos número de pesquisas de percepção de segurança viária realizadas com os demais usuários do sistema de trânsito.

Assim sendo, é importante a realização de investigações que abordem a percepção e o comportamento de ciclistas em relação à segurança cicloviária em âmbito nacional, bem como a necessidade de desenvolver ações voltadas à promoção da segurança cicloviária, principalmente se considerado o impacto que a sensação de insegurança tem sobre a escolha do modo bicicleta como meio de transporte (WHANNELL; WHANNELL; WHITE, 2012; CHATAWAY et al., 2014).

É importante destacar, também, a necessidade de investigação das condições oferecidas aos ciclistas em termos de infraestrutura cicloviária e condições de segurança em cruzamentos não semaforizados, uma vez que, segundo WHO (2018), a presença de infraestrutura adequada para todos os usuários do sistema de trânsito é essencial para a redução do risco de acidentes, principalmente para usuários mais vulneráveis como os ciclistas.

Do mesmo modo, compreender a percepção da segurança consiste em uma etapa importante para a implementação de infraestruturas que promovam segurança e incentivem o uso de bicicletas como modo de transporte (NG; DEBNATH; HEESCH, 2017). A identificação da percepção de segurança, sobretudo sob a ótica dos ciclistas, permite abordar a segurança cicloviária além do que é desenvolvido em análises puramente baseadas em dados estatísticos oficiais (SCHEPERS, 2011).

### **1.3 Aspectos Relevantes**

A garantia da segurança cicloviária é um importante componente para a promoção da utilização de bicicletas como modo de transporte. Dessa forma, este estudo tem como base analisar o campo da segurança cicloviária com uma ótica voltada ao cenário brasileiro, pois, conforme destacado por Ferraz et al. (2012), iniciativas voltadas à segurança possuem um caráter regional, fazendo com que propostas e resultados elaborados em determinada região ou país possam ser incompatíveis para a realidade encontrada em outras localidades.

A segurança cicloviária precisa ser desenvolvida em nível nacional para que seja possível acompanhar a crescente tendência de estudos neste campo que vem ocorrendo nos últimos anos, principalmente em países desenvolvidos, tais como os Estados Unidos (MINIKEL, 2012), Suécia (GARDER; LEDEN; PULLKINEN, 1998; DOZZA; WERNEKE, 2014; SILVANO; KOUTSOPOULOS; MA, 2016), Austrália (O'CONNOR; BROWN, 2010; NG; DEBNATH; HEESCH, 2017), Dinamarca (MOLLER; HELS, 2008), Irlanda (LAWSON et al. 2013), e Canadá (WEI; LOVEGROVE, 2013), dentre outros.

Além disso, desenvolver um instrumento de pesquisa capaz de verificar a percepção de segurança na ótica dos ciclistas pode servir como uma ferramenta para decisões de implantação de ações mitigadoras de acidentalidade. Isso é relevante principalmente no cenário atual, em que a percepção do usuário não é incluída nos relatórios de segurança viária.

Em termos gerais, os principais indicadores disponibilizados atualmente são baseados majoritariamente em relatórios oficiais de acidentes de trânsito com vítimas. No entanto, estes relatórios apresentam um índice de notificação relativamente baixa pela exclusão de acidentes sem vítimas e, por vezes, nem os acidentes que envolvem vítimas fatais são reportados à polícia, resultando em estimativas finais não coerentes com o cenário real (WEGMAN; ZHANG; DIJKSTRA, 2012).

Por fim, o levantamento de dados referentes ao campo da percepção de segurança é capaz de suprir a incompatibilidade de dados apresentadas pelos três principais instrumentos



oficiais no tocante a segurança de trânsito, que são os Boletins de Ocorrência – BO, Sistema de Informações Hospitalares – SIH, e Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM. Neste sentido, Waiselfisz (2013) afirma que o sub-registro de acidentes e falta de integração entre esses instrumentos oficiais repercute em indicadores discutíveis quanto à segurança cicloviária em território nacional.

#### **1.4 Estrutura do Trabalho**

O presente trabalho está estruturado em 5 capítulos, dos quais o presente capítulo apresenta uma introdução ao tema a ser abordado, bem como as justificativas, os aspectos relevantes e os objetivos.

O Capítulo 2 expõe o referencial teórico do estudo que aborda os principais estudos referentes a elementos de segurança cicloviária, tipos de infraestrutura cicloviária, conceitos sobre pontos de conflitos e os elementos que impactam a percepção de segurança dos ciclistas e aplicação de métodos de escolha ordenada em estudos de transporte.

O Capítulo 3 trata da metodologia utilizada no estudo, a qual foi estruturada em aplicação de questionário online e análise de resultados por meio de estatística descritiva e inferencial e aplicação de modelagem matemática.

No Capítulo 4 constam os resultados das análises desenvolvidas e a modelagem da percepção de segurança em relação ao principais fatores sociodemográfico dos respondentes.

Por fim, no Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais e recomendações para estudos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

---

### 2.1 Sistemas de Infraestrutura Ciclovária

A infraestrutura ciclovária em vias urbanas estimula o uso da bicicleta como meio de transporte, pois quanto maior a presença de infraestrutura maior é o índice de utilização da bicicleta (MENGHINI et al., 2010; KAPLAN; PRATO, 2013; ROSENBERG, 2015). Alguns grupos de ciclistas, tais como os menos experientes, mulheres e determinadas faixas etárias, consideram a existência de infraestrutura ciclovária como um fator muito importante para a utilização da bicicleta como um meio de transporte (HEINEN; VAN WEE; MAAT, 2010)

Welle, Li e Adriazola-Steil (2016) afirmam que elementos de infraestrutura ciclovária funcionam como peças-chave para a circulação mais segura e agradável de ciclistas, principalmente em termos de promoção da sensação de conforto e segurança. No entanto, a escolha do tipo de elemento a ser implementado exige planejamento e cautela devido à existência de diferenças nas preferências e perfis de ciclistas em uma determinada região (HEINEN; VAN WEE; MAAT, 2010). Dessa forma, novos elementos de infraestrutura ciclovária podem não resultar em melhorias em termos de segurança para os ciclistas se não implantados de acordo com as preferências dos ciclistas que irão utilizá-la.

Neste trabalho, os elementos abordados são focados em infraestrutura ciclovária para cruzamentos não semaforizados e são divididos em dois grupos: (1) infraestrutura nos cruzamentos e (2) infraestrutura em regiões de aproximação ou saída de cruzamentos.

#### 2.1.1 Tipos de Infraestrutura Ciclovária nos Cruzamentos

A infraestrutura ciclovária em áreas de conflitos de cruzamento consiste em tratamentos que promovem segurança aos ciclistas ao atravessar um cruzamento. Estes elementos são necessários pela existência de um maior número de conflitos e acidentes dentro da área de cruzamentos (WANG; NIHAN, 2004; ISAKSSON-HELLMAN, 2012; NORDBACK; MARSHALL; JANSON, 2014; DENVER PUBLIC WORKS, 2016).

NACTO (2014) destaca que a infraestrutura ciclovária em cruzamentos deve sempre prezar pela redução de conflitos através do melhoramento da visibilidade e do contato visual entre ciclistas e motoristas, bem como destacar a presença das bicicletas. Ainda segundo a entidade americana, outro elemento importante é a previsão dos principais movimentos dos usuários para reduzir riscos e aumentar o conforto dos ciclistas ao passar por um cruzamento.

Existem diversas possibilidades para o tratamento de interseções, podendo ser destacados para o caso deste estudo a implementação de marcações no pavimento ao longo de interseções, sistemas de restrição de manobras de conversão e a criação de ilhas de refúgio (WEIGAND, 2008; BRASIL, 2010; NACTO, 2014). *Denver Public Works* (2016) cita as ações de tratamento focadas no melhoramento do campo de visão, tais como: eliminação de vagas de estacionamento próximas a cruzamentos, redução do raio de curvatura de esquinas, inclusão de faixas exclusivas para conversão à direita, pinturas e marcações no piso em regiões de pontos de conflitos e extensão de infraestruturas cicloviária ao longo dos cruzamentos.

Summala et al. (1996) identificaram que elementos como marcações (pinturas) no piso destacam a presença dos ciclistas e os colocam no campo de visão do motorista durante a busca visual em conversões nos cruzamentos. Além disso, o estudo destacou que elementos de redução de velocidade, como faixas de cruzamento elevadas, podem ser favoráveis à promoção da segurança para os ciclistas.

Hunter et al. (2000), em um estudo sobre implementação de marcações (pinturas) no piso de cruzamentos da cidade de Portland, nos Estados Unidos, identificaram melhorias na segurança e no comportamento de usuários em vias com este tipo de infraestrutura. Segundo os autores, após a implementação das marcações os ciclistas eram guiados por uma rota mais segura dentro dos cruzamentos e os motoristas melhoraram o comportamento através da redução da velocidade e obediência às regras de prioridade aos ciclistas.

Jensen (2008) realizou um estudo onde foram avaliadas as marcações (pinturas) no pavimento na Dinamarca, e identificou uma redução no número de acidentes e feridos graves na presença de ciclofaixa pintada ao longo de apenas um lado da via. No entanto, essa redução não foi observada quando foram implantadas ciclofaixas pintadas nas duas mãos da via ao longo de cruzamentos com as mesmas características.

### 2.1.2 Infraestrutura Cicloviária em Aproximações e Saídas de Cruzamentos

A infraestrutura nas regiões de aproximação, incluindo entrada e saída de um cruzamento, pode ser classificadas em três tipos principais: (A) vias compartilhadas, (B) ciclofaixas, e (C) ciclovias. A principal diferença entre esses três tipos de infraestrutura cicloviária é o nível de segregação em relação ao tráfego de veículos motorizados. Nos tópicos a seguir são apresentadas as características específicas para cada um destes tipos.

### *(A) Vias compartilhadas*

As vias compartilhadas são vias em que os ciclistas circulam entre os carros, ocupando o mesmo espaço. Em geral, são casos onde o sistema já é adequado para o compartilhamento em função da velocidade de circulação e volume de veículos e, assim, não sendo necessária a realização de modificações na infraestrutura para integrar a bicicleta ao sistema (BRASIL, 2010).

EMBARQ (2015) destaca a importância da implementação de vias compartilhadas por resgatar a circulação livre de bicicletas em um ambiente normalmente dedicado aos automóveis nos dias de hoje. Ainda segundo a instituição, é necessário cautela quanto ao controle de velocidades das vias compartilhadas frente ao risco de promover insegurança para os usuários, principalmente em cruzamentos com vias de maior volume.

Dessa forma, vias compartilhadas, quando bem implementadas, criam um ambiente mais seguro para a circulação de bicicletas nas vias urbanas. Tal afirmativa foi observada em um estudo desenvolvido por Minikel (2012), na cidade de Berkeley, nos Estados Unidos, onde foi identificada uma taxa de acidentalidade de duas a oito vezes menor em vias compartilhadas quando comparadas a vias arteriais paralelas e que estavam em regiões adjacentes às regiões consideradas no estudo.

Outro elemento importante nas vias compartilhadas são as marcações nos pavimentos, pois elas funcionam como um elemento auxiliar na promoção de segurança para os ciclistas. Segundo *Denver Public Works* (2016) as marcações, além de indicar aos ciclistas seu correto posicionamento na via, funcionam como alerta aos motoristas que a via pode apresentar ciclistas, evitando assim a ocorrência de choques laterais entre automóveis e bicicletas. No entanto, a experiência de circular em vias compartilhadas é frequentemente citada por autores como passível de promover sensação de insegurança e alto nível de estresse para os ciclistas menos experientes (KAPLAN; PRATO, 2013; O'CONNOR; BROWN, 2010).

### *(B) Ciclofaixas*

Ciclofaixas consistem na limitação de um espaço dentro das vias para circulação exclusivamente de bicicletas, essa limitação é realizada por meio de pintura de faixas no leito carroçável e sinalização de trânsito. A característica mais relevante desse tipo de infraestrutura, segundo Brasil (2010), é a melhor acomodação dos ciclistas em vias onde circulação em meio ao tráfego motorizado implica em sensação de desconforto e insegurança.

A ciclofaixa oferece um maior destaque à presença dos ciclistas nas vias, ao passo que proporciona uma separação do espaço dedicado a estes usuários. Elvik (2009) cita uma

redução estatisticamente significativa de acidentes com feridos em vias que possuem ciclofaixa. Lusk et al. (2011) e Teschke et al. (2012) corroboram esse resultado ao afirmarem que a ciclofaixa contribui para redução do risco de acidentes entre bicicletas e automóveis.

EMBARQ (2015) destaca que a ciclofaixa, em comparação ao sistema de compartilhamento de vias, distancia os ciclistas das emissões de gases dos automóveis reduzindo a inalação direta destes. Ainda segundo EMBARQ é recomendável a inclusão de elementos de segregação (tachões, meio-fio, elevação, pilares de plástico, etc.) em ciclofaixas localizadas em vias com médio a alto volume de tráfego, atentando-se à regiões de aproximação e saída de interseções onde os elementos de segregação devem ser eliminados para reintegrar os ciclistas ao fluxo de tráfego dos automóveis.

### *(C) Ciclovias*

Ciclovias consistem em espaços destinados exclusivamente aos ciclistas e que são segregados do tráfego motorizado em trechos fora dos cruzamentos. Essa segregação é obtida por canteiros ou barreiras físicas que eliminam a possibilidade de qualquer interação dos ciclistas com automóveis. A implementação desse tipo de infraestrutura normalmente ocorre ao longo de rios, praias, canais, ferrovias (em especial quando desativadas), *campi* universitários e parques (BRASIL, 2010). Ainda segundo o órgão brasileiro, é indesejável uma alternância de trechos com ciclovias e ciclofaixas, pois ao término de um trecho com ciclovia o ciclista pode não estar preparado para interagir com o tráfego motorizado e, conseqüentemente, aumenta-se o potencial de acidentes.

Para EMBARQ (2015), a utilização de ciclovias é recomendável em regiões de maior volume de tráfego por promover uma maior sensação de segurança aos ciclistas. A segregação oferecida pelas ciclovias foi identificada como importante elemento em termos de percepção de segurança entre ciclistas no estudo realizado por Chataway et al. (2014), no qual foram coletados opiniões entre ciclistas de Brisbane, na Austrália, e Copenhagen, na Dinamarca. No entanto, EMBARQ (2015) destaca que esse elemento se mostra desfavorável em interseções por forçar uma reintegração dos ciclistas, nem sempre desejada ou esperada, ao sistema de trânsito na região de conflitos presentes em cruzamentos.

Teramoto e Sanches (2008) destacam que uma segregação entre ciclista e automóveis pode aumentar o risco de acidentes em interseções pela redução de interação com automóveis ao longo de trechos de meio de quadra e, conseqüentemente, redução do estado de alerta necessário para interseções. Dessa forma, uma separação física entre ciclistas e motoristas nas interseções, como no caso de ciclovias, afeta negativamente a promoção de segurança.

Além dos fatores citados anteriormente, diversos autores destacam que a ciclovia também pode criar pontos cegos em regiões de cruzamentos, fator esse associado ao encorajamento de comportamentos inadequados por parte dos ciclistas ao se encontrar circulando por estes pontos específicos (WACHTEL; LEWISTON, 1994; RASANEM; SUMMALA, 1998).

## **2.2 Conflitos de Tráfego em Cruzamentos Urbanos**

Conflitos de tráfego podem ser definidos como duas correntes de movimentos que se cruzam ou se aproximam em condições críticas. Na literatura existem duas abordagens principais para o conceito de conflitos, abordagem estas que são seguidas pelos principais estudos na área até os dias de hoje: (I) conflito de tráfego conceituado em ações evasivas e (II) conflito de tráfego conceituado em proximidade temporal ou espacial (ZHENG; ISMAIL; MENG, 2014).

O conflito de tráfego baseado em ações evasivas foi inicialmente proposto por Perkins e Harris (1968) e consiste em um cenário envolvendo dois ou mais usuários da via em que a ação de um destes exige que o outro realize uma manobra de evasão para evitar uma colisão.

A abordagem de conflito de tráfego conceituado em proximidade temporal ou espacial foi inicialmente proposta por Amundsen e Hydén (1977), e compreende eventos onde dois usuários estão tão próximos espacialmente e temporalmente ao ponto que, caso suas respectivas rotas não sejam modificadas, existe um grande risco de colisão.

Pietrantonio (1991) ressalta que conflitos de tráfego são eventos de natureza comum ao sistema de trânsito e que somente uma anormalidade na frequência destes poderia ser caracterizada como uma existência de problemas relacionados à operação e segurança. Almqvist e Hydén (1994) acrescentam ainda que conflitos de tráfego apenas representam uma junção entre um comportamento ordinário no tráfego (aquele cotidiano) com um comportamento crítico por algum fator externo, junção essa que talvez leve à uma ocorrência de conflito grave ou acidente.

Seguindo estes conceitos, ao longo dos anos, diversos outros autores fizeram adequações na teoria de conflitos em termos de definição. Dentre eles, AASHTO (2010) define conflitos de tráfego como pontos onde ocorre a interação entre dois ou mais usuários da via e em que um dos usuários é forçado a realizar uma manobra evasiva para que seja evitada uma colisão. Ferraz et al. (2012) definem os conflitos de tráfego como uma interação

do tipo anormal envolvendo dois ou mais veículos ou entre um veículo e algum outro usuário do sistema de trânsito, tais como os ciclistas e os pedestres.

### 2.2.1 Classificação dos Conflitos de Tráfego em Cruzamentos

Pietrantonio (1991) inicialmente classifica os conflitos em cruzamentos em três macrocategorias: conflitos de mesma direção; conflitos de conversão à esquerda e fluxo oposto; e conflitos com fluxo de vias transversal à via principal. A partir dessas três macrocategorias o autor subdivide os conflitos em 11 microcategorias de conflitos considerando a natureza de cada movimento:

1. Mesma direção com conversão à esquerda (M/CE);
2. Mesma direção com conversão à direita (M/CD);
3. Mesma direção com veículo lento (M/VL);
4. Mesma direção com veículo mudando de faixa (M/VMF);
5. Conflito com conversão à esquerda com fluxo oposto (O/CE);
6. Cruzamento com conversão à direita da direita (D/CD) - colisão traseira ou angular;
7. Cruzamento com conversão à esquerda da direita (D/CE) - colisão frontal ou angular;
8. Cruzamento com travessia (afastada) da direita (D/TA) - colisão lateral;
9. Cruzamento de conversão à direita (invasão de faixa) da esquerda (E/IF) - colisão frontal;
10. Cruzamento com conversão à esquerda da esquerda (E/CE) - colisão traseira ou angular;
11. Cruzamento com travessia (próxima) da esquerda (E/TP) - colisão angular.

Hauer, Ng e Lovell (1988), com uma abordagem focada especificamente em conflitos envolvendo ciclistas e automóveis em cruzamentos, classificaram os conflitos em três tipos: conflito envolvendo uma bicicleta e um automóvel cruzando uma interseção em linha reta; conflito envolvendo uma bicicleta e um automóvel contornando à esquerda; e conflito envolvendo uma bicicleta e um veículo contornando à direita.

De forma semelhante Hunter, Pein e Stutts (1997) classificaram os conflitos em duas categorias: (I) conflito entre direções paralelas, com automóvel e bicicleta se locomovendo em direções paralelas (mesmo sentido ou sentido oposto); (II) conflitos entre direções cruzadas, com aproximação do automóvel ou da bicicleta vinda de vias que cortam o sentido

principal analisado. Tanto o estudo de Hauer, Ng e Lovell (1988) quanto o de Hunter, Pein e Stutts (1997) subdividem cada uma das categorias de conflitos em subcategorias mais detalhadas, que no entanto não serão abordadas por serem semelhantes às propostas por Pietrantonio (1991).

No Brasil, o DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte) classifica os conflitos com base em um conceito de tipos de movimentos envolvidos. Nessa classificação os conflitos se dividem em três categorias: conflitos de cruzamento, conflitos de convergência, e conflitos de divergência (BRASIL, 2005).

O órgão americano *Federal Highway Administration* – FHWA (2006) estabelece três principais cenários de ocorrência de conflitos e acidentes em cruzamentos urbanos envolvendo especificamente bicicletas e automóveis, que são:

1. Motorista realiza conversão à direita com ciclista seguindo em direção paralela com sentido igual ou oposto ao do motorista;
2. Motorista realiza conversão à esquerda na frente dos ciclistas se locomovendo em direção paralela com sentido igual ou oposto ao do motorista;
3. Motorista falha em dar prioridade ao ciclista em um sinal de parada obrigatória ao cruzar uma via prioritária.

Para este estudo, a classificação dos conflitos será baseada na classificação proposta pela FHWA por questões de conveniência e simplicidade, pois essa classificação resume e integra de forma similar os principais conflitos existentes em cruzamentos urbanos não semaforizados no Brasil.

Entre os principais estudos analisando os conflitos de interseção nos últimos anos, Johnson et al. (2014b), na Austrália, identificaram que quase metade dos acidentes estudados envolviam automóveis realizando conversões ou trocando de faixa em direção à esquerda. Ainda segundo os autores, na maioria dos casos o motorista era o responsável pelo acidente, fato este que evidencia uma forte necessidade de atenção em movimentos de conversões à direita, em especial na presença de ciclofaixas.

No estudo desenvolvido por Boufos et al. (2012) os acidentes envolvendo ciclistas e automóveis se locomovendo em direções opostas se mostraram como os principais responsáveis pelas lesões mais graves. Beck et al. (2016), em um estudo aprofundado das características de acidentes envolvendo ciclistas, identificaram que a maioria dos acidentes entre ciclistas e automóveis ocorrem em aproximações de direção paralela e sentido opostos e onde o automóvel faz uma manobra de conversão em frente ao ciclista. Em seguida estão os



acidentes com aproximações de vias adjacentes (sentido cruzado) e o menos comum é o envolvendo direções paralelas e mesmo sentido.

Diferentemente dos estudos citados anteriormente, um levantamento realizado na cidade de Denver, nos Estados Unidos, não identificou os acidentes com usuários se locomovendo em direções opostas como sendo os mais comuns. Segundo *Denver Public Works* (2016) os acidentes levantados entre os anos de 2008 a 2012 na cidade de Denver mostraram que o conflito mais comum ocorre quando um automóvel se aproxima pela esquerda ou direita da via que corta transversalmente a interseção e resulta em uma colisão perpendicular (conflito transversal).

### **2.3 Percepção de Segurança no Trânsito**

A percepção de segurança é um fator que afeta o nível de risco que cada pessoa tende a assumir na tomada de decisões, em especial no tráfego. Segundo Wilde (2014), uma pessoa tende a aceitar um nível de risco subjetivo em troca de benefícios que possam ser alcançados ao assumir tais riscos. Entretanto, uma pessoa tende a checar e reavaliar de forma recorrente o risco ao qual está exposta e, naturalmente, busca um balanceamento entre o risco percebido e o risco disposto a ser tomado segundo suas necessidades e capacidade pessoal.

A percepção de segurança pode ser utilizada para entender fatores referentes à segurança viária em pontos mais específicos, em especial, onde a obtenção de dados sobre a accidentalidade e condições de tráfego é difícil ou inexistente. Além disso, compreender essa percepção sob a ótica dos ciclistas se mostra como uma ferramenta auxiliar na implementação de infraestruturas que sejam capazes de proporcionar uma maior segurança subjetiva aos ciclistas e, conseqüentemente, incentivar o uso da bicicleta nas cidades (NG; DEBNATH; HEESCH, 2017).

Heinen, van Wee e Maat (2010) estabelecem a questão da percepção ao risco em termos de segurança objetiva e segurança subjetiva. Segundo os autores, a segurança objetiva é a segurança “real” presente no ambiente em questão e é mensurada por números e cálculos de estatística, enquanto que a segurança subjetiva é aquela relacionada à percepção de segurança observada pelo usuário através de experiências pessoais. Dessa forma, o termo segurança está diretamente relacionado ao termo risco e percepção de riscos em vias urbanas.

Fuller (2005) define o risco em três tipos: (1) risco objetivo, (2) avaliação/estimativa de risco subjetivo, e (3) percepção de risco. O risco objetivo consiste na probabilidade de ocorrência de um acidente, sendo essa uma mensuração do risco real através de dados estatísticos e relatórios. A mensuração do risco subjetivo consiste na mensuração do risco por

parte do usuário, sendo esse um resultado oriundo de um processo cognitivo. Por fim, a percepção de risco consiste na reação emocional a uma situação de ameaça ou perigo no trânsito. Estas duas últimas se diferenciam apenas entre ser um processo cognitivo e um processo emocional, no entanto ambas consistem em situações percebidas pelo próprio usuário (FULLER, 2005).

De forma mais resumida, Sanders (2015) define o termo risco em duas categorias: risco real (aquele imposto pelo tráfego) e a percepção do risco (aquele percebido pelo usuário). A primeira categoria é referente a situações onde o ciclista está exposto a perigos inerentes ao tráfego, tais como o risco de um ciclista ser atingido por um automóvel. A segunda é referente à percepção, ou sensação, por parte do ciclista, de que o uso da bicicleta é perigoso frente aos riscos de tráfego a que será exposto.

O risco percebido influencia no comportamento das pessoas, ao passo que o comportamento de um indivíduo tende a ser modificado em termos do risco percebido (FULLER, 2005; AASHTO, 2010; WILDE, 2014). Entretanto, Charlton et al. (2014), destacam que nem sempre o usuário tem a capacidade de perceber adequadamente os riscos a que está exposto, o que faz do comportamento de reação a ser apresentado nem sempre o mais apropriado para a situação de conflito ou risco exposto. Dessa forma, a percepção de risco pode ser relacionada a um evento traumático e é possível que uma percepção ao risco de ser atingido por um carro pode ser um evento tão estressante e traumático para um indivíduo quanto o fato de se envolver no acidente com um carro (MOTT; GRAHAM; TENG, 2012).

### 2.3.1 Fatores que Influenciam a Percepção de Segurança

Segundo Wilde (2014), o nível de risco percebido por um indivíduo é derivado de situações que implicam em reações comportamentais, tais como: experiências passadas em situações rotineira no tráfego, avaliação pessoal do potencial de risco da situação imediata e o grau de confiança quanto à capacidade de executar uma determinada manobra. O autor ainda lista uma série de fatores associados a cada um desses implicantes comportamentais listados no Quadro 2.1.

**Quadro 2.1** - Fatores ambientais associados a implicantes comportamentais.

<b>Implicante Comportamental</b>	<b>Fator</b>
Experiências passadas em situações rotineiras no tráfego	Situações pessoais que provocam medo; Conflitos de tráfego; Quase acidentes; Presenciar acidentes de outras pessoas; Conversar sobre acidentes com outras pessoas; Exposição a estatísticas e relatórios de acidentes.
Avaliação pessoal do potencial de risco da situação imediata	Características físicas da via (clima, geometria, placas e semáforos); Velocidade e direção sendo executada pelo indivíduo; Direção e velocidades dos demais usuários.
Grau de confiança quanto a capacidade de executar uma manobra necessária	Maior em pessoas confiantes quanto a suas habilidades no trânsito; Menor em pessoas que não acreditam ou têm baixa autoestima quanto a habilidades no trânsito.

Fonte: Adaptado de Wilde, 2014.

Chaurand e Delhomme (2013) avaliaram a percepção de segurança na interação entre ciclistas e motoristas ao longo de situações corriqueiras de conflitos no trânsito. No estudo, os autores consideraram a percepção de segurança sob duas óticas, a dos ciclistas e a dos motoristas. Os resultados encontrados indicam que interações de trânsito envolvendo um automóvel tendem a provocar uma maior sensação de insegurança, tanto para casos onde o outro envolvido é um automóvel ou para quando é uma bicicleta.

Chataway et al. (2014) investigaram as diferenças entre a percepção de segurança e comportamento entre usuários de duas cidades com diferentes perfis de infraestrutura, uma com um sistema cicloviário bem estruturado e a outra ainda em processo de desenvolvimento. Os resultados encontrados indicaram uma maior sensação de segurança quanto à configuração de infraestrutura e conforto em relação ao tráfego em cidades com a infraestrutura já desenvolvidas. Essa maior sensação de segurança acaba por incentivar comportamentos menos seguros ao passo que induzem comportamentos de risco que podem ser associados a um excesso de confiança.

Ng, Debnath e Heesch (2017) investigaram qual infraestrutura cicloviária é considerada mais segura em termos de percepção de segurança em interseções urbanas não-semaforizadas. O estudo foi desenvolvido na cidade de Queensland, Austrália, e identificou que ciclistas tendem a preferir infraestrutura em que o direito de passagem é dos automóveis, em especial em situação de manobras de conversão à esquerda ou à direita, uma vez que

nestes casos os ciclistas podem definir o melhor momento, e o mais seguro, para cruzar uma interseção.

Além desses estudos citados acima, diversos outros vêm identificando ao longo dos anos os fatores que influenciam a percepção de segurança entre os ciclistas. Dentre os fatores mais relevantes encontrados na literatura estão o gênero, a idade, a presença de infraestrutura cicloviária, e o volume de tráfego (WACHTEL; LEWISTON, 1994; MOLLER; HELS, 2008). A experiência do ciclista na utilização da bicicleta como meio de transporte é outro fator que afeta diretamente a percepção dos ciclistas, onde os mais experientes tendem a demonstrar diferenças da percepção de segurança em função de experiências prévias com conflitos de tráfego e situações de risco (CHAURAND; DELHOMME, 2013; LAWSON et al., 2013).

O fator experiência é citado também pelo estudo de Sanders (2015). No entanto, para o autor, existe um impacto negativo da percepção de segurança sobre a decisão de andar de bicicleta em casos de ciclistas potenciais e os menos experientes. Nesse contexto, o autor cita que essa influência tende a ser reduzida com um aumento da frequência do uso da bicicleta e, conseqüentemente, uma maior experiência em seu uso.

Por outro lado, ciclistas mais experientes se envolvem em um maior número de acidentes por causa de uma maior expectativa em relação ao direito de passagem na interação com veículos motorizados, ou na expectativa de que os motoristas não irão realizar manobras irregulares ou ilegais (WACHTEL; LEWISTON, 1994).

A percepção de segurança em relação ao controle geral na ocorrência de uma situação de conflito é um tema recorrente em diversos estudos. A sensação de insegurança tende a ser maior em situações em que são baixas a previsão e o controle dos eventos de risco a serem enfrentados, tais como os encontrados em rotatórias e cruzamentos, onde é difícil de prever a rota exata dos automóveis nesses tipos de infraestrutura (MOLLER; HELS, 2008; CHAURAND; DELHOMME, 2013; NG; DEBNATH; HEESCH, 2017).

Landis et al. (2003) no estudo sobre uma metodologia para nível de serviço de bicicletas cruzando uma interseção, identificaram fatores que podem colaborar na mensuração de segurança e conforto de ciclistas em interseções. Dentre os fatores analisados pelo estudo, foram destacados o volume de tráfego, largura da faixa de rolamento da esquerda, e largura total da via que corta a interseção. Esses fatores são tomados como base para o levantamento do nível de serviço e, conforme destacado pelos autores, são relevantes quanto à percepção de segurança.

Nordback, Marshall e Janson (2014) identificaram que o volume de ciclistas pode influenciar no nível de segurança e de riscos, tanto o risco real como o percebido. Ainda

segundo os autores, interseções com volume médio abaixo de 200 ciclistas por dia apresentam alto risco para os ciclistas e interseções com volume médio acima de 600 ciclistas por dia apresentam um risco relativamente baixo. Esse resultado é explicado pelo conceito de segurança em números proposto por Jacobsen (2003). Nele o autor afirma que, quanto maior o número de ciclistas, maior é a segurança do uso da bicicleta, ao passo que um maior volume de bicicletas em uma via coloca os ciclistas em uma posição de destaque em meio ao trânsito de automóveis.

#### **2.4 Aplicação de Métodos de Escolha Ordenada em Transportes**

Propostos por McKelvey e Zavoina (1975), os modelos de escolhas ordenadas são modelos estatísticos que analisam variáveis respostas do tipo categóricas que apresentam algum tipo de ordenação. Dentre os modelos de escolhas ordenadas estão os modelos logit e probit ordenados que, basicamente, fazem o mesmo tipo de análise diferenciando-se somente nos erros admitidos na modelagem.

O logit e o probit ordenados têm como função principal estimar as chances de uma variável resposta estar dentro ou abaixo de uma determinada categoria de resposta, preestabelecida pelo pesquisador. A aplicação deles é indicada em situações em que se pretende modelar uma variável resposta que contenha mais de duas alternativas ordenadas de forma hierárquica, situação essa comum nos casos de pesquisa de satisfação ou pesquisa de opinião (PINDYCK; RUBINFELD, 2004).

Na área de segurança viária estes modelos têm sido usualmente aplicados para analisar fatores que influenciam a severidade de acidentes de trânsito, visto que as categorias de severidade de um acidente seguem um grau sequencial hierárquico, tais como ileso, ferido leve e ferido grave (CHUNG; SONG; YOON, 2014).

Em estudos voltados à avaliação de situações de trânsito com ciclistas, a aplicação de modelos logit e probit ordenados tem sido realizada em diferentes casos. Estudos recentes aplicaram esse tipo de modelagem na identificação do interesse de novos usuários de bicicleta em utilizá-la como modo de transporte e na identificação da percepção de segurança do usuários em relação ao sistema de trânsito.

Feng e Li (2016) aplicaram modelos logit ordenado para analisar o interesse de residentes da cidade de Nanjing, China, em utilizar um sistema público de bicicleta compartilhada. González, Román e Marrero (2018) utilizaram modelos logit ordenado para identificar a propensão de visitantes de um parque nacional na Espanha em utilizar um

sistema de bicicleta compartilhada para locomoção dentro da área do parque. Ling et al. (2017) avaliaram com um modelo logit ordenado o interesse de potenciais consumidores nos Estados Unidos em comprar bicicleta eletrônica futuramente, sendo avaliado segundo as características sociodemográficas, posse de veículos motorizados e experiência de uso da bicicleta.

Para investigar os fatores que influenciam na percepção de segurança dos ciclistas da cidade de Dublin, na Irlanda, Lawson et al. (2013) utilizaram o modelo logit ordenado em que comparou a opinião de respondentes entre andar de bicicleta e dirigir na vias da cidade estudada. No estudo desenvolvido pelos autores, os entrevistados deveriam declarar se andar de bicicleta era mais seguro, tão seguro quanto, ou mais inseguro do que dirigir em vias compartilhadas da cidade.

Wang e Akar (2018) aplicaram o modelo logit ordenado generalizado em uma pesquisa com frequentadores de um campus universitário na cidade de Columbus, nos Estados Unidos, a fim de investigar a percepção de segurança de quatro tipos de ciclistas em relação a configurações e presença de infraestrutura em interseções urbanas. No estudo, os autores observaram que a implementação de infraestrutura e elementos em cruzamentos afeta a percepção dos usuários de forma diferente para cada tipo de ciclista.

### 3 METODOLOGIA

---

Os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho foram delineados para possibilitar a análise da percepção dos ciclistas em relação à segurança viária em cruzamentos urbanos não semaforizados, em termos de presença de infraestrutura cicloviária e conflitos de tráfego. As etapas foram elaborados com base nos estudos realizados por Lawson et al. (2013), Manton et al. (2016) e Ng, Debnath e Heesch (2017). Os procedimentos compreendem as cinco etapas listadas a seguir:

1. Determinação e delimitação da população;
2. Elaboração do instrumento de coleta de dados;
3. Aplicação do instrumento;
4. Tratamento e análise de dados;
5. Aplicação de modelagem – Logit Ordenado de Chances Proporcionais.

#### 3.1 Determinação e Delimitação da População

A amostragem utilizada no estudo foi escolhida por conveniência, sendo que as pessoas buscadas deveriam ter tido algum contato com a bicicleta no meio urbano ou serem associadas às comunidades de ciclistas. A população alvo compreende usuários de bicicleta de três tipos: os auto declarados ciclistas do tipo utilitário (que usam a bicicleta como meio de transporte), os auto declarados ciclistas do tipo recreacional (usam a bicicleta para diversão ou lazer) e indivíduos que se autodeclaram como não ciclistas, mas que tinham alguma experiência de uso da bicicleta no meio urbano.

#### 3.2 Elaboração do Instrumento de Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário on-line. A escolha desse tipo coleta de dados tem se mostrado uma ferramenta eficiente frente à dificuldade de abordagem de ciclistas em centros urbanos, sobretudo nos cruzamentos. Além disso, o questionário no formato *on-line* permite coletar respostas de um maior número de ciclistas em diferentes localidades e regiões e, dessa forma, atinge uma maior variedade de respondentes com diferentes experiências e hábitos no trânsito.

Os dados levantados são dos tipos quantitativos e qualitativos, e foram obtidos usando um levantamento do tipo transversal. Esse tipo de levantamento é caracterizado pela coleta de

dados em um único, ou em um curto, período de tempo (LAKATOS; MARCONI, 2015), condizente com o curto período disponível para a finalização desta pesquisa de mestrado.

As questões presentes no questionário são estruturadas com uma configuração do tipo fechada que facilita o processamento de dados durante as análises. O questionário foi dividido em três blocos: (1) identificação da percepção de segurança nas principais configurações e conflitos encontrados em cruzamentos urbanos não semaforizadas, (2) caracterização de elementos viários que promovem a segurança, e (3) levantamento sociodemográfico e histórico de uso da bicicleta. O bloco de levantamento sociodemográfico foi a última parte a ser respondida para evitar desgaste dos respondentes antes das questões que exigiam maior raciocínio.

O primeiro bloco contém 14 questões que abordam a percepção de segurança em diferentes configurações de conflitos presentes em cruzamentos urbanos não semaforizados. Esses conflitos são apresentados em três tipos de infraestruturas cicloviária: vias compartilhadas, ciclofaixas e ciclovias ao longo de canteiros centrais. As representações dos cenários foram criadas a partir de modelos hipotéticos no formato de imagem em 2D. As respostas possíveis para cada um dos cenários apresentado têm uma configuração multi-item do tipo Likert, em que cada um dos cenários pode ser avaliado em uma escala de 1 a 5, em que 1 representa muito inseguro e 5 representa muito seguro (ver Apêndice A).

O segundo bloco apresenta afirmativas baseadas em um levantamento de elementos que podem interferir na percepção de segurança dos ciclistas. Os elementos tomados como base nas afirmativas são: visibilidade em termos de ver e ser visto, largura das faixas de rolamento, iluminação do cruzamento, velocidade dos automóveis, marcações e pinturas no pavimento, e presença de estacionamento. As respostas para esse bloco têm uma configuração no formato de cinco escalas do tipo Likert com uma classificação de 1 a 5, em que 1 representa discordância total e 5 concordância total com a afirmativa sendo avaliada (ver Apêndice A).

O último bloco aborda questões referentes à caracterização sociodemográfica dos respondentes e contém questões fechadas, com configuração de múltipla escolha e dicotômica que estabelecem uma uniformização das respostas coletadas. As questões incluídas nesse bloco levantam: a localização geográfica do respondente, o gênero, a faixa etária, a escolaridade, a posse de carteira de habilitação, a experiência como motorista de automóvel, o tipo de usuário de bicicleta (utilitário, recreacional e não ciclista), a frequência de utilização de bicicleta, e se o respondente já se envolveu em acidentes ou conflitos graves de trânsito (ver Apêndice A). Essas informações permitem identificar a relação dessas variáveis com a



percepção de segurança dos ciclistas e identificar possíveis influências sobre o comportamento dos ciclistas.

### 3.3 Aplicação do Instrumento

Primeiramente, foi realizada a aplicação de um teste piloto no intuito de ajustar o entendimento e organização das questões propostas. Conforme destacado por Gil (2008), o teste piloto, também conhecido como pré-teste, é importante para verificar e avaliar a funcionalidade do instrumento de pesquisa como ferramenta válida para mensuração do objetivo estabelecido na pesquisa.

Durante o teste piloto, foram coletadas 32 respostas de uma população composta por ciclistas, estudantes e pesquisadores que frequentam o campus da Universidade Federal de São Carlos. Todos os respondentes declararam usar ou já ter usado a bicicleta em algum momento da vida e que, portanto, seriam capazes de colaborar para a configuração final do instrumento de coleta. Com os resultados do teste piloto foi possível identificar os ajustes necessários e o tamanho da amostra para a continuação do estudo. O tamanho da amostra foi estabelecido pela Equação 1, com uma margem de erro de 5% e com 95% de confiança. No processo foram determinados os tamanhos de amostra necessários para cada uma das respostas dos blocos I e II do questionário, que compreendem as primeiras 20 questões. Os tamanhos mínimos das amostras que foram calculados variaram de 137 a 418 respondentes. Assim, para o estudo, foi adotado um tamanho de amostra mínimo de 418 para que fosse possível atingir o tamanho necessário para todas as questões.

$$n = \left( \frac{z_c S}{E} \right)^2 \quad (1)$$

Onde,

n: tamanho da amostra;

$z_c$ : nível de confiança desejado (1,96 para 95% de confiança);

S: desvio padrão amostral (teste piloto);

E: margem de erro aceitável para a amostra.

Após a aplicação do teste piloto e definição do questionário final, foram realizados os primeiros contatos na busca de respondentes. O contato inicial foi realizado via e-mail encaminhado às associações e comunidades de ciclistas. A partir do contato inicial, foi solicitada a divulgação do questionário em sites e páginas de redes sociais dessas associações

e comunidades no intuito de atingir o maior número de ciclistas regulares que não estivessem cadastrados ou associados oficialmente nos grupos inicialmente contatados.

Assim como realizado no estudo de Johnson et al. (2014a), também foi utilizada a estratégia de recrutamento por bola de neve em que os respondentes do estudo foram convidados a indicar mais participantes para a pesquisa através do compartilhamento do link para o questionário.

O meio utilizado para a aplicação do questionário foi a internet com a utilização de formulários on-line (*Google Forms*), disponibilizado pelos pacotes de serviços do Google. A escolha do *Google Forms* foi feita pela sua simplicidade e facilidade associado a um número ilimitado de questões para a coleta de respostas em seu formato gratuito. O link para o questionário foi enviado a cada um dos possíveis respondentes juntamente com uma descrição detalhada dos objetivos da pesquisa.

### **3.4 Tratamento e Análise dos Dados**

Os dados coletados pelo questionário foram tratados e analisados com o auxílio dos softwares *RStudio* e *Excel* com a extensão *Real Statistics*.

O tratamento dos dados foi realizado com a codificação no *Excel* das respostas coletadas em formato numérico para realização dos cálculos e exclusão de respostas inconsistentes ou em branco que podiam tornar um determinado respondente inválido para as análises. As respostas referentes à cidade de origem do respondente foram agrupadas em categorias de porte da cidade, sendo adotados três tamanhos: cidades de grande porte (mais de 500 mil habitantes), cidades de médio porte (de 100 a 500 mil habitantes) e cidades de pequeno porte (até 100 mil habitantes).

Em seguida, foram aplicados métodos de estatística descritiva para analisar, identificar e descrever os resultados encontrados e para destacar possíveis características singulares ou algum padrão relevante de respostas. As respostas para a percepção de segurança, inicialmente classificadas em cinco categorias, conforme descrito no item 3.2, foram reajustadas para três categorias no intuito de simplificar as análises e facilitar o entendimento. As categorias “Muito Inseguro” e “Inseguro” foram agrupadas em uma única categoria de “Inseguro” e as categorias “Muito Seguro” e “Seguro” foram agrupadas em uma categoria “Seguro”. Dessa forma, as respostas referentes à percepção de segurança dos cruzamentos foram avaliadas considerando três categorias (Inseguro, Indiferente e Seguro).

A análise inferencial avaliou as respostas referentes à percepção de segurança e concordância com os elementos viários presentes nos cruzamentos. Nessa etapa foram usados os testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis e o de Wilcoxon–Mann–Whitney.

Para a análise da concordância com as afirmativas referentes aos seis elementos viários foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis no intuito de verificar estatisticamente as diferenças nas tendências de respostas em relação aos três tipos de usuário (utilitário, recreacional e não ciclista).

Para a análise das respostas referentes à percepção de segurança, inicialmente, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis em uma comparação par a par dos 14 cenários levantados no estudo. Nesse teste, a percepção de segurança para cada um dos conflitos foi avaliada por meio de uma matriz de comparação englobando todos os cenários. Em seguida, o mesmo teste foi aplicado para comparar as respostas de um mesmo tipo de conflito em relação aos três tipos de infraestrutura. Posteriormente, o teste de Wilcoxon–Mann–Whitney foi utilizado para comparar em pares quais desses eram estatisticamente diferentes entre si; esse teste foi aplicado como teste *post-hoc* para os resultados encontrados no teste de Kruskal-Wallis anterior.

Com esses testes foi possível estabelecer o perfil dos respondentes e avaliar como suas respostas se distribuíam em relação à percepção de segurança e aos riscos assumidos nas interações ocorridas em cruzamentos urbanos não semaforizados.

Para analisar mudanças pontuais e fatores positivos e negativos no perfil dos respondentes e na característica do cruzamento foi aplicada uma modelagem matemática.

### 3.5 Aplicação de Modelagem – Logit Ordenado de Chances Proporcionais

O modelo Logit Ordenado foi aplicado para identificar as características dos cruzamentos que podem influenciar na percepção de segurança dos respondentes e avaliar como mudanças nas características dos usuários e do ambiente construído se relacionam com a percepção de segurança.

#### 3.5.1 Definição das Variáveis

A estrutura base do modelo logit ordenado é uma equação linear e tem como função a estimação de parâmetros para o cálculo de uma variável latente  $y_i^*$ , conforme descrito na Equação 2:

$$y_i^* = \beta' x_i + \varepsilon_i, \quad i = 1 \dots n, \quad (2)$$

Nessa equação tem-se  $y^*$  como uma variável latente não observada, que se subdivide em uma série de categorias mutuamente excludentes observáveis na variável resposta ( $y_i^*$ ).

Essa divisão pode ser descrita da seguinte forma:

$$y^* = \begin{cases} 1, & \text{se } \mu_0 = -\infty \leq y_i^* \leq \mu_1 \\ 2, & \text{se } \mu_1 \leq y_i^* \leq \mu_2 \\ 3, & \text{se } \mu_2 \leq y_i^* \leq \mu_3 \\ \vdots & \\ j, & \text{se } \mu_{j-1} \leq y_i^* = +\infty \end{cases} \quad (3)$$

Para as equações 2 e 3, tem-se:

- $x_i$ : conjunto de variáveis pressupostas como independentes de  $\varepsilon_i$ ;
- $\beta$ : vetor a ser definido pelo modelo mas que é o objeto de estimação e inferência;
- $n$ : número de observações da amostra;
- $j$ : número de classificações possíveis para a variável latente, que tem uma variância do infinito negativo ao infinito positivo;
- $\mu$ : ponto de corte (*cut-point*) das categorias ordenadas que estabeleça os limites das categorias da variável reposta;
- $\varepsilon_i$ : termo de erro, que é pressuposto convencionalmente como sendo um erro aleatório contínuo.

Nesta pesquisa, a opinião dos respondentes foi observada a partir da percepção de segurança para 14 cenários, em que os respondentes podiam indicar o quão seguro ou inseguro percebiam os conflitos apresentados. As respostas foram classificadas em cinco níveis de segurança percebida. Assim, a variável latente adotada no modelo de regressão foi inicialmente caracterizada da seguinte forma:

$$y^* = \begin{cases} 1, & \text{se } \mu_0 = -\infty \leq y_i^* \leq \mu_1 & \text{(Muito Inseguro)} \\ 2, & \text{se } \mu_1 \leq y_i^* \leq \mu_2 & \text{(Inseguro)} \\ 3, & \text{se } \mu_2 \leq y_i^* \leq \mu_3 & \text{(Indiferente)} \\ 4, & \text{se } \mu_3 \leq y_i^* \leq \mu_4 & \text{(Seguro)} \\ 5, & \text{se } \mu_5 \leq y_i^* = +\infty & \text{(Muito Seguro)} \end{cases}$$

Os limites de cada categoria representados pela letra grega  $\mu_i$  foram estimados na etapa de calibração do modelo e serão discutidos nos parágrafos que seguem.

Para definição das variáveis independentes do modelo foi aplicado o teste Qui-quadrado com tabela de classificação cruzada para verificar a associação entre as variáveis independentes com a variável resposta. O teste foi realizado considerando todas as variáveis levantadas pelo questionário e foram testadas em relação à variável percepção de segurança. Os resultados obtidos mostraram que, com exceção da variável “envolvimento em acidente”, todas as variáveis apresentam associação estatisticamente significativa com relação à variável percepção de segurança ( $p < 0,05$ ). Os resultados do teste podem ser observados no Apêndice D, onde estão apresentados os valores de  $p$  para cada uma das variáveis analisadas.

Dessa forma, inicialmente foi excluída a variável “envolvimento em acidente” devido a sua não associação com a variável resposta. Em seguida, foi realizada uma série de tentativas de combinação no intuito de estabelecer a calibração com o melhor resultado em termos de significância das variáveis explicativas. Ao longo das tentativas foram sendo eliminadas de forma sistemática todas as variáveis não significativas para o modelo, restando no modelo final 8 variáveis, que são: infraestrutura, conflito, iluminação, sinalização, sexo, idade, posse de Carteira Nacional de Habilitação (CNH) e tipo de usuário.

Ressalta-se que durante a calibração do modelo observou-se a necessidade de ajustar a quantidade de categorias de algumas variáveis, que são: percepção de segurança, iluminação, sinalização no pavimento, tipo de conflito e idade. Por esse motivo, a variável percepção de segurança foi reajustada para três categorias: inseguro (integrando as categorias muito inseguro e seguro), indiferente e seguro (integrando as categorias seguro e muito seguro). As variáveis iluminação e sinalização no pavimento foram reajustadas em três categorias: discordo (integrando as categorias discordo totalmente e discordo), indiferente e concordo (integrando as categorias concordo e concordo totalmente). A variável tipo de conflito foi reajustada em conflito de “sentido contrário” (composta pelo conflito do tipo 1), conflito de “sentido transversal” (composta pelos conflitos do tipo 2, 3 e 4) e conflito de “mesmo sentido” (composta pelo conflito do tipo 5). A variável idade foi reajustada para quatro categorias, em que as categorias “18 a 24 anos” e “25 a 34 anos” foram agrupadas em uma única categoria de “18 a 34 anos”.

A descrição das variáveis adotadas no modelo pode ser observada na Tabela 4.1, onde estão apresentados o nome da variável, a sua classificação e os valores assumidos no modelo.

**Tabela 3.1** - Descrição das variáveis investigadas no modelo.

Tipo	Variável	Classificação	Valores Assumidos
Dependente	Percepção de Segurança	Categórica Ordenada	1 – Inseguro
			2 – Neutro
Independente	Iluminação e Sinalização	Categórica	3 – Seguro
			1 – Discordo
			2 – Indiferente
	Idade	Categórica	3 – Concordo
			1 – 18 a 34 anos
			3 – 35 a 44 anos
			4 – 45 a 59 anos
	Sexo	Binária	5 – 60 anos ou mais
			0 – Feminino
	Posse de CNH	Binária	1 – Masculino
0 – Não			
Tipo de Usuário	Categórica	1 – Sim	
		1 – Utilitário	
		2 – Recreacional	
Tipo de Conflito	Categórica	3 – Não Ciclista	
		1 – Sentido Contrário	
		2 – Sentido Transversal	
Tipo de Infraestrutura	Categórica	3 – Mesmo Sentido	
		1 – Compartilhado	
		2 – Ciclofaixa	
			3 – Ciclovía

Fonte: Elaboração própria.

### 3.5.2 Calibração do Modelo de Regressão Logit Ordenado

Para os dados da variável resposta foi assumida uma distribuição do tipo logística e dentre os tipos de modelos de escolha ordenada foi utilizado o modelo logit ordenado. A escolha do modelo logit foi feita em função da simplicidade de aplicação e interpretação que, segundo Greene (2003), apresenta resultados semelhantes ao modelo probit ordenado, que assume distribuição normal dos dados. Ainda segundo o autor, a escolha é puramente baseada em preferências do pesquisador e não modifica significativamente os resultados finais.

Convencionalmente, na normalização dos modelos de escolha ordenada assume-se que a variância do erro aleatório  $\varepsilon_i$  é condicional ao tipo de modelo sendo utilizado. A variância é assumida como  $Var [\varepsilon_i/x_i] = \pi^2/3$ , no caso do modelo logit (distribuição logística).

Os parâmetros  $\beta$  e  $\mu$  do modelo (ver Equações 2 e 3) são identificados a partir de uma função de verossimilhança conhecido como método da máxima verossimilhança. Segundo Cameron e Trivedi (2005), o objetivo da estimativa de máxima verossimilhança em um modelo ordenado é identificar as estimativas para  $\beta$  e  $\mu$  que maximizem a probabilidade de se conseguir os valores observados nas respostas.

A função é obtida de forma simplificada por meio de softwares estatísticos. Dessa forma, uma descrição estatística do método de máxima verossimilhança não será abordada neste texto. A interpretação dos coeficientes obtidos na análise é baseada na interpretação do sinal de cada um dos parâmetros levantados, pois estes indicam o sentido do efeito das variáveis independentes sobre a variável dependente.

A calibração do modelo foi realizada no software *RStudio* versão 1.1.453 e utilizou o pacote MASS versão 7.3-50 (VENABLES e RIPLEY, 2002). Esse pacote possui funções para a modelagem de variáveis do tipo categórica ordenadas. A função utilizada para a modelagem foi a função “polr”, a qual calibra um modelo de regressão logística ou probit para uma resposta do fator ordenado, tendo como padrão a regressão logística de probabilidades proporcionais.

Após a determinação dos parâmetros para o modelo, foram calculadas as probabilidades de ocorrência de cada uma das categorias da variável latente. No modelo Logit Ordenado, é assumida uma função de distribuição acumulada (FDA), representada pela letra grega  $\Lambda$  (lambda), para a distribuição logística previamente assumida no modelo logit. As equações para cálculo das probabilidades podem ser descritas conforme a Equação 4.

$$\begin{aligned}
 P(Y = 1) &= \Lambda(\mu_1 - x_i \beta') \\
 P(Y = 2) &= \Lambda(\mu_2 - x_i \beta') - \Lambda(\mu_1 - x_i \beta') \\
 P(Y = 3) &= \Lambda(\mu_3 - x_i \beta') - \Lambda(\mu_2 - x_i \beta') \\
 &\vdots \\
 P(Y = j) &= 1 - \Lambda(\mu_{(j-1)} - x_i \beta')
 \end{aligned} \tag{4}$$

A análise do ajuste do modelo foi realizada a partir de dois fatores, os valores de  $p$  para as variáveis explicativas e o valor do Critério de Informação de Akaike ( $AIC$ ) do modelo. Esses dois fatores são calculados automaticamente na calibração do modelo realizada no software *RStudio*. Os valores de  $p$  para cada uma das variáveis explicativas permite identificar a significância da variável em explicar a variável dependente (variável resposta). Assim, após a calibração de um modelo, a significância de cada uma das variáveis incluídas no modelo é verificada, e para casos onde o valor de  $p$  de uma variável é maior que 0,05, essa variável é retirada do modelo ou reajustada de forma que melhore sua significância em novas calibrações.

O valor *AIC*, desenvolvido por Akaike (1973), é tomado como base para seleção de um modelo, e à medida que se realizam testes de modelos com diferentes combinações de variáveis explicativas, deve ser escolhido aquele que apresentar o menor valor de *AIC*. Nesta etapa foram realizados diferentes combinações de variáveis e buscou-se adotar a combinação com o menor valor de *AIC* e com o maior número de variáveis sendo significativas para explicar a variável resposta.



## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

---

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos pelas 468 respostas coletadas, o modelo do questionário aplicado pode ser observado no Apêndice A. A aplicação do questionário foi realizada entre os meses de outubro e novembro de 2018. Por motivos de inconsistência no preenchimento das respostas, 10 respondentes foram excluídos do estudo, restando assim um total de 458 respondentes válidos para as análises.

### 4.1 Teste de Adequação do Tamanho da Amostra

A verificação da adequação do tamanho da amostra final foi realizada com a determinação das margens de erro para as questões referentes à percepção de segurança (14 questões) e as referentes aos elementos viários em cruzamentos urbanos (6 questões). O teste foi realizada com aplicação da Equação 1, apresentada no tópico 3.3, a um nível de precisão de 95% para uma população total de 458 respondentes.

As margens de erro estabelecidas nas 20 questões avaliadas variaram entre 1,1% e 5,3%, ressaltando-se que apenas a questão número cinco apresentou margem de erro acima de 5%. Os resultados das margens de erro para cada uma das questões estão apresentados no Apêndice C. Dessa forma, considerando que a maioria das questões apresentou margem de erro de até 5%, o tamanho da amostra da pesquisa pode ser considerado como adequado para o desenvolvimento do estudo.

### 4.2 Perfil Sociodemográfico dos Respondentes

O perfil sociodemográfico dos respondentes pode ser observado na Tabela 4.1. Nela está apresentada a distribuição das categorias referente aos 458 respondentes entrevistados pela pesquisa.

**Tabela 4.1** - Perfil sociodemográfico dos respondentes.

<b>Variável</b>	<b>Categoria</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Porte da Cidade	Pequeno	100	21,8
	Médio	129	28,2
	<b>Grande</b>	<b>229</b>	<b>50,0</b>
Sexo	<b>Masculino</b>	<b>269</b>	<b>58,7</b>
	Feminino	189	41,3
Escolaridade	Ensino Médio Incompleto	7	1,5
	Ensino Médio Completo	50	10,9
	Ensino Superior Incompleto	70	15,3
	<b>Ensino Superior Completo</b>	<b>331</b>	<b>72,3</b>
Faixa Etária	18 a 24 anos	60	13,
	<b>25 a 34 anos</b>	<b>161</b>	<b>35,1</b>
	35 a 44 anos	124	27,1
	45 a 59 anos	85	18,6
	60 anos ou mais	28	6,1

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Linhas em negrito correspondem às categorias com maior porcentagem.

Foi obtido um maior número de respostas de moradores de cidades de grande porte (acima de 500 mil habitantes). Esse maior número é explicado pela facilidade de contato com respondentes de organizações e comunidades de ciclistas localizadas em capitais e grandes centros urbanos, em especial na cidade de São Paulo, o que impactou diretamente no número de respondentes nessa categoria.

Foi obtido um número ligeiramente maior de respostas de indivíduos do sexo masculino (58,7%). A faixa etária com maior frequência de respondentes foi a categoria “25 a 34 anos” (35,1%). A escolaridade da maioria dos respondentes foi “Ensino Superior Completo” (72,3%).

Nas características de uso da bicicleta (Tabela 4.2), a maioria dos respondentes declarou ser ciclista do tipo recreacional (43,4%). Entretanto, um grande número de respondentes declarou ser do tipo utilitário (37,8%). Um maior número de ciclistas que se enquadram nas categorias utilitário e recreacional é importante para o estudo, uma vez que são eles que tendem a utilizar a bicicleta com mais frequência e conhecem melhor os desafios e conflitos encontrados diariamente nas vias urbanas.

**Tabela 4.2** - Características de perfil e uso da bicicleta.

Variável	Categoria	Quantidade	%
Possui CNH	<b>Sim</b>	<b>338</b>	<b>84,7</b>
	Não	70	15,3
Dirige Automóvel Frequentemente	<b>Sim</b>	<b>304</b>	<b>66,4</b>
	Não	154	33,6
Tipo de Usuário	Utilitário	173	37,8
	<b>Recreacional</b>	<b>199</b>	<b>43,4</b>
	Não Ciclista	86	18,8

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Linhas em negrito correspondem às categorias com maior porcentagem.

Para as perguntas sobre posse de CNH e se o respondente dirige automóvel frequentemente foi observada uma maioria de respondentes declarando “Sim” (84,7% e 66,4%, respectivamente). Esse resultado pode indicar um conhecimento por parte dos respondentes sobre as leis de trânsito brasileiras, além de indicar que eles possuem uma visão mais ampla dos riscos enfrentados no trânsito, pois circulam nas vias urbanas tanto de bicicleta como de automóvel.

Para os 372 respondentes (81,2% do total de respondentes) que se autodeclaram como sendo usuários do tipo recreacional ou utilitário, foram aplicadas duas perguntas extras, que investigavam a frequência semanal de utilização da bicicleta e o envolvimento em algum acidente de trânsito ao andar de bicicleta. A distribuição das frequências de respostas para essas duas perguntas pode ser observada na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3** - Acidente e frequência de uso da bicicleta dos ciclistas do tipo recreacional e utilitário.

Variável	Categoria	Quantidade	%
Já se envolveu em acidente de trânsito andando de bicicleta?	Sim	134	36,0
	<b>Não</b>	<b>238</b>	<b>64,0</b>
Frequência de utilização da bicicleta	Esporadicamente	74	19,9
	1 a 2 dias por semana	71	19,1
	2 a 3 dias por semana	67	18,0
	4 a 5 dias por semana	68	18,3
	<b>Mais de 5 dias por semana</b>	<b>92</b>	<b>24,7</b>

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Linhas em negrito correspondem às categorias com maior porcentagem.

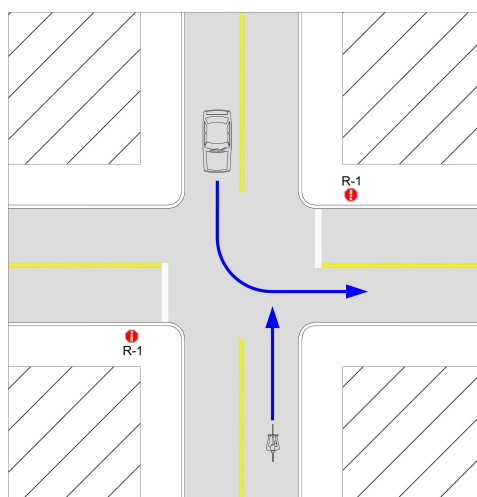
Com essas duas perguntas extras, foi possível identificar a experiência do uso da bicicleta em situações cotidianas no trânsito urbano e o envolvimento em algum evento traumático, aspectos esses que podem influenciar na percepção de segurança (CHATAWAY et al., 2014; WILDE, 2014). Pelas respostas coletados no questionário, foi observada uma maioria de respostas de utilização da bicicleta com frequência, mais de cinco vezes na semana, e que pelo menos um terço dos respondentes já sofreram eventos traumáticos no trânsito circulando de bicicleta.

### 4.3 Distribuição das Respostas sobre Percepção de Segurança para os Conflitos

A apresentação da distribuição das respostas foi realizada separadamente para cada um dos três tipos de infraestrutura: cruzamento entre vias compartilhadas, cruzamento entre vias com ciclofaixa e cruzamento entre vias com ciclovia no canteiro central. As respostas foram agrupadas em três categorias: “seguro”, “indiferente”, e “inseguro”. Os conflitos foram classificados em cinco tipos, com base nas configurações propostas pelo órgão americano FHWA (2006), conforme descrito no item 2.2.2. Resumidamente, estes conflitos foram configurados conforme as descrições a seguir.

- I. Conflito Tipo 1: Motorista realiza conversão à direita em frente ao ciclista seguindo em direção paralela, mas com sentido oposto ao do motorista (Figura 4.1);

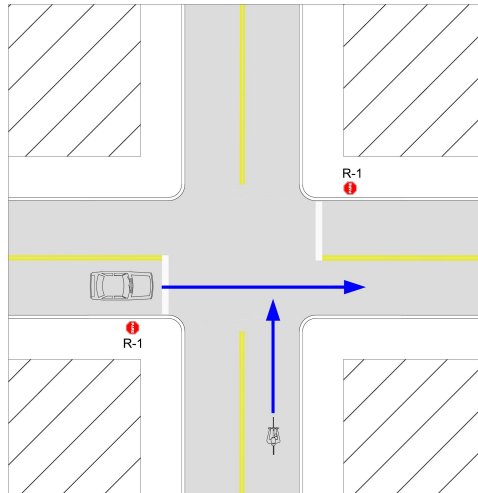
**Figura 4.1** - Esquema do conflito tipo 1.



Fonte: Elaboração própria.

- II. Conflito Tipo 2: Motorista falha em dar prioridade ao ciclista em um sinal de parada obrigatória de via prioritária ao entrar na interseção vindo da esquerda e prestes a cruzar em linha reta na frente do ciclista (Figura 4.2);

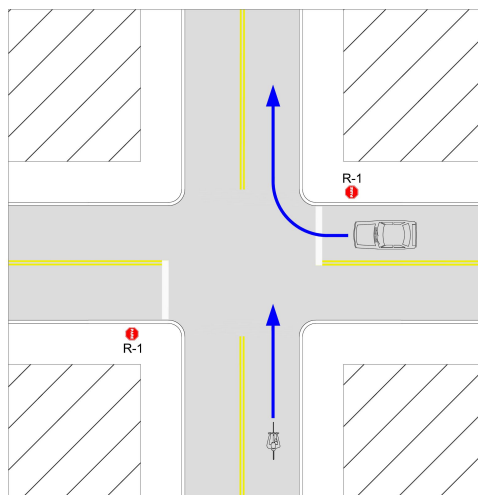
**Figura 4.2** - Esquema do conflito tipo 2.



Fonte: Elaboração própria.

- III. Conflito Tipo 3: Motorista falha em dar prioridade ao ciclista em um sinal de parada obrigatória de via prioritária ao entrar na interseção vindo da direita e prestes a contornar à direita na frente do ciclista (Figura 4.3);

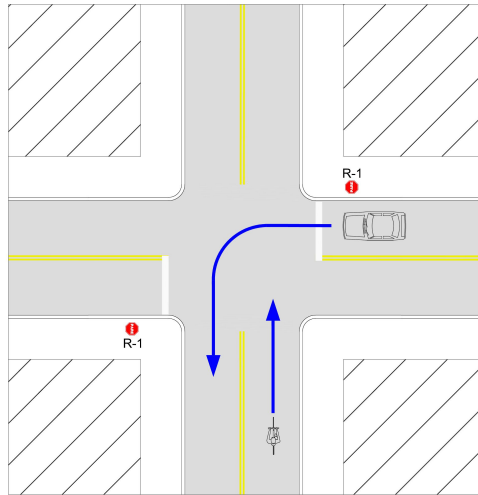
**Figura 4.3** - Esquema do conflito tipo 3.



Fonte: Elaboração própria.

- IV. Conflito Tipo 4: Motorista falha em dar prioridade ao ciclista em um sinal de parada obrigatória ao cruzar em linha reta uma via prioritária, ou contornar à esquerda, na aproximação vindo da esquerda (Figura 4.4);

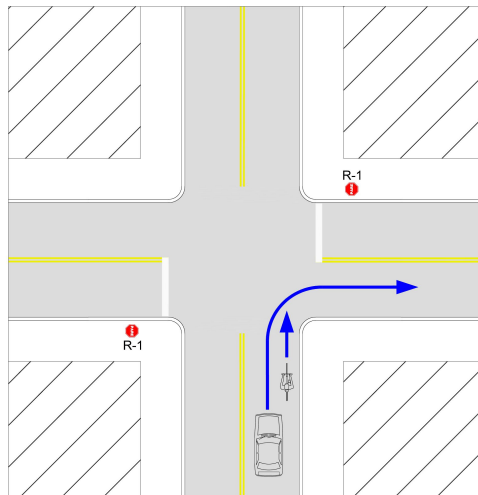
**Figura 4.4** - Esquema do conflito tipo 4.



Fonte: Elaboração própria.

- V. Conflito Tipo 5: Motorista realiza conversão à direita (à esquerda para os cenários de ciclovia no canteiro central) na frente do ciclista se locomovendo em direção paralela e mesmo sentido ao do motorista (Figura 4.5).

**Figura 4.5** - Esquema do conflito tipo 5.



Fonte: Elaboração própria.

Nas Tabelas 4.4, 4.5 e 4.6 estão listadas as frequências de respostas para todos os respondentes e as respostas separadas por tipo de usuário (utilitário, recreacional, e não ciclistas).

**Tabela 4.4** - Distribuição de frequência de respostas para cruzamento entre vias compartilhadas.

		<b>Utilitário</b>	<b>Lazer</b>	<b>Não Ciclista</b>	<b>Todos</b>
		Freq. %	Freq. %	Freq. %	Freq. %
Conflito 1	Inseguro	<b>56,0</b>	<b>66,2</b>	<b>52,2</b>	<b>59,7</b>
	Indiferente	28,0	22,4	27,8	25,5
	Seguro	16,0	11,4	20,0	14,8
Conflito 2	Inseguro	<b>59,4</b>	<b>56,2</b>	<b>58,9</b>	<b>57,9</b>
	Indiferente	26,9	27,4	24,4	26,6
	Seguro	13,7	16,4	16,7	15,5
Conflito 3	Inseguro	<b>54,9</b>	<b>45,8</b>	35,6	<b>47,2</b>
	Indiferente	26,9	30,3	<b>41,1</b>	31,1
	Seguro	18,2	23,9	23,3	21,7
Conflito 4	Inseguro	<b>56,0</b>	<b>52,7</b>	<b>51,1</b>	<b>53,6</b>
	Indiferente	29,1	29,9	27,8	29,2
	Seguro	14,9	17,4	21,1	17,2
Conflito 5	Inseguro	<b>69,7</b>	<b>66,7</b>	<b>63,3</b>	<b>67,2</b>
	Indiferente	14,3	13,9	15,6	14,4
	Seguro	16,0	19,4	21,1	18,4

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Linhas em negrito correspondem às categorias com maior porcentagem.

Os resultados indicam que cruzamentos entre vias compartilhadas, nos quais os ciclistas circulam entre os carros dividindo o mesmo espaço, tendem ser classificados como inseguros. Com exceção do conflito do tipo 3, em que o automóvel se aproxima pela direita e realiza conversão à direita na frente do ciclista, todos os conflitos apresentaram mais de 50% dos respondentes na categoria “Inseguro”, mostrando assim que a infraestrutura compartilhada é percebida como insegura. No conflito do tipo 3, os respondentes do grupo de não ciclista apresentaram uma maioria de resposta na categoria “Indiferente”.

Os resultados nesses cenários indicam uma maior sensação de insegurança para o conflito do tipo 5, conversão à direita em frente ao ciclista seguindo na mesma direção e sentido. Esse conflito pode ter sido apontado como o mais perigoso pelos ciclistas, pois nele o automóvel se aproxima por trás dificultando a visualização dessa aproximação. Esse resultado corrobora o levantamento de acidentalidade realizado por Johnson et al. (2014b), na Austrália, onde os autores identificaram esse mesmo conflito como o responsável pela maioria dos acidentes por eles avaliados.

**Tabela 4.5** - Distribuição de frequência de respostas para cruzamento entre vias com presença de ciclofaixa na via principal.

		<b>Utilitário</b>	<b>Lazer</b>	<b>Não Ciclista</b>	<b>Todos</b>
		Freq. %	Freq. %	Freq. %	Freq. %
Conflito 1	Inseguro	32,6	36,3	28,9	33,5
	Indiferente	<b>33,7</b>	<b>36,8</b>	<b>36,7</b>	<b>35,6</b>
	Seguro	<b>33,7</b>	26,9	34,4	30,9
Conflito 2	Inseguro	<b>37,2</b>	32,3	27,8	33,2
	Indiferente	31,4	<b>36,4</b>	<b>37,8</b>	<b>34,8</b>
	Seguro	31,4	31,3	34,4	32,0
Conflito 3	Inseguro	32,0	32,3	26,7	31,2
	Indiferente	<b>36,0</b>	33,4	33,3	34,3
	Seguro	32,0	<b>34,3</b>	<b>40,0</b>	<b>34,5</b>
Conflito 4	Inseguro	29,7	<b>34,8</b>	32,2	34,1
	Indiferente	<b>36,0</b>	34,4	<b>35,6</b>	<b>35,2</b>
	Seguro	34,3	30,8	32,2	30,7
Conflito 5	Inseguro	<b>49,2</b>	<b>44,8</b>	<b>41,1</b>	<b>45,7</b>
	Indiferente	29,7	29,3	28,9	29,4
	Seguro	21,1	25,9	30,0	24,9

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Linhas em negrito correspondem às categorias com maior porcentagem.

Em cruzamentos entre vias com a presença de ciclofaixa na via principal, foi identificada uma maior dispersão entre as respostas. O conflito do tipo 3, com o motorista se aproximando pela direita na via transversal prestes a realizar uma conversão à direita na frente do ciclista, teve maioria de respostas como sendo da categoria “Seguro”. Essa tendência de perceber o conflito do tipo 3 como mais seguro também foi observada no cenários com vias compartilhadas.

Os conflitos do tipo 1, 2 e 4 foram considerados como “Indiferente” pela maioria dos respondentes entre todos os tipos de usuários. Entretanto, é importante destacar que as respostas ficaram bem distribuída entre as três categorias (“Seguro”, “Indiferente” e “Seguro”) para os três grupos de usuários, não sendo possível estabelecer uma única resposta para representar a opinião dos respondentes.



**Tabela 4.6** - Distribuição de frequência de respostas para cruzamento entre vias com presença de ciclovia no canteiro central da via principal.

		Utilitário	Lazer	Não Ciclista	Todos
		Freq. %	Freq. %	Freq. %	Freq. %
Conflito 1	Inseguro	24,6	21,8	25,6	23,6
	Indiferente	29,7	29,4	27,8	29,2
	Seguro	<b>45,7</b>	<b>48,8</b>	<b>46,6</b>	<b>47,2</b>
Conflito 2	Inseguro	26,9	23,4	26,7	25,3
	Indiferente	34,2	24,4	30,0	29,2
	Seguro	<b>38,9</b>	<b>52,2</b>	<b>43,3</b>	<b>45,5</b>
Conflito 4*	Inseguro	27,4	26,4	25,6	26,6
	Indiferente	33,7	25,8	31,1	29,8
	Seguro	<b>38,9</b>	<b>47,8</b>	<b>43,3</b>	<b>43,6</b>
Conflito 5**	Inseguro	<b>40,0</b>	34,3	31,1	35,8
	Indiferente	30,9	26,4	26,7	28,1
	Seguro	29,1	<b>39,3</b>	<b>42,2</b>	<b>36,1</b>

Fonte: Elaboração própria.

Notas: Linhas em negrito correspondem às categorias com maior porcentagem.

\* é referente ao conflito 3 no questionário apresentado no Apêndice A.

\*\* é referente ao conflito 4 no questionário apresentado no Apêndice A.

Em cruzamentos entre vias com a presença de ciclovia no canteiro central da via principal, a maioria dos respondentes classifica os conflitos como sendo da categoria “Seguro”. No entanto, ocorreu uma exceção com o grupo de ciclistas do tipo utilitário em que a maioria das respostas foi “Inseguro” para o conflito do tipo 5. Esse conflito, nos cenários com ciclovia no canteiros central, ocorre quando o automóvel se aproxima por trás do ciclista prestes a realizar conversão à esquerda, situação essa em que a percepção da aproximação do veículo é difícil para o ciclista. Ressalta-se que esse mesmo conflito foi considerado como o mais inseguro para os cenários com vias compartilhadas.

É possível observar uma maior confiança por parte dos respondentes de que os cruzamentos com a presença de ciclovia no canteiro central oferecem uma maior sensação de segurança. Esse resultado pode ser explicado pelo maior destaque dados aos ciclistas em cruzamentos com a presença de ciclovia e pelo espaço dedicado exclusivamente à circulação de bicicletas, permitindo assim que os ciclistas decidam o melhor momento de atravessar um cruzamento. Conclusão semelhante foi observada no estudo desenvolvido por Ng, Debnath e Heesch (2017) com ciclistas australianos.

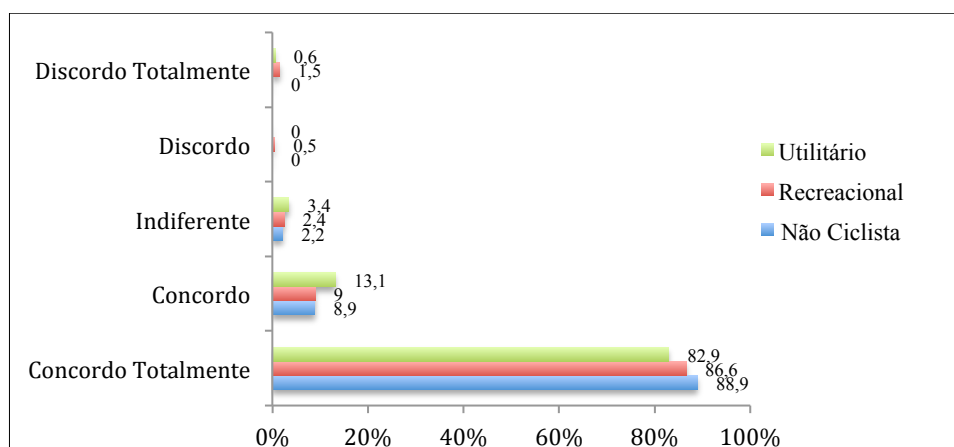
Por fim, é necessário destacar que o conflito do tipo 3 não se aplica para os cenários com cruzamentos entre vias com a ciclovia no canteiros central, pois nesses cenários o automóvel não cruza a rota dos ciclistas ao realizar conversão à direita com aproximação pela

direita. O conflito do tipo 3 é aquele em que o motorista se aproxima pela direita na via transversal preste a realizar uma conversão à direita na frente do ciclista

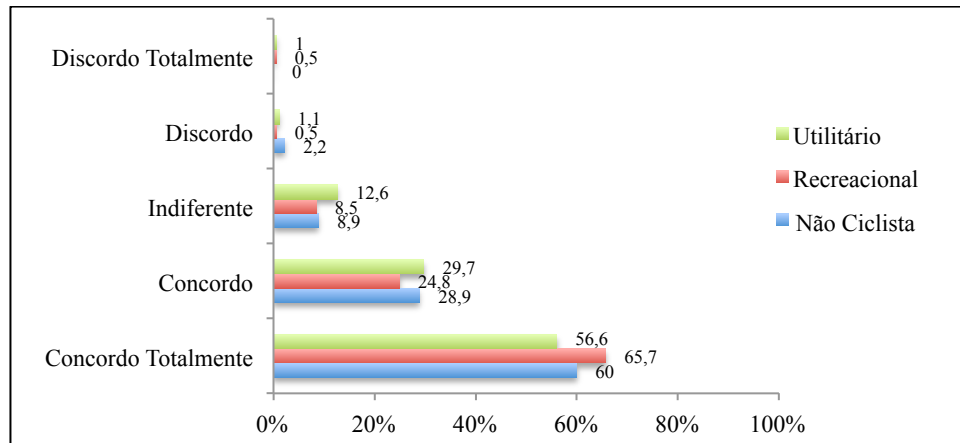
#### 4.4 Distribuição das Respostas sobre a Percepção de Segurança para Elementos Viários

O segundo bloco de perguntas levantou a opinião dos respondentes referente aos elementos viários em cruzamento que podem aumentar a sensação de segurança. Nesta etapa foram investigados seis elementos principais que foram levantados na revisão bibliográfica, que são: visibilidade em termos de ver e ser visto, largura das faixas de rolamento, iluminação do cruzamento, velocidade dos automóveis, marcações e pinturas no pavimento, e presença de estacionamento lateral nas aproximações de cruzamento. Entre os seis elementos investigados, os que apresentaram a maioria das respostas na categoria de “concordo totalmente” foram a visibilidade (no que se refere a ver e ser visto dentro do cruzamento), iluminação no cruzamento e velocidade dos automóveis, Figuras 4.6, 4.7 e 4.8 respectivamente. A questão referente à velocidade dos automóveis, embora apresentada no formato de negação no questionário, teve os valores de respostas invertidos para as análises e gráficos apresentados neste estudo.

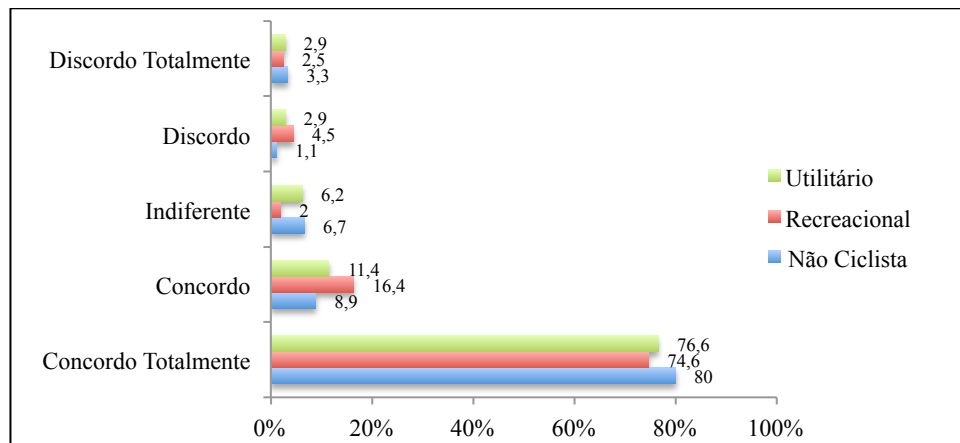
**Figura 4.6** - Frequências de respostas para o elemento “visibilidade em termos de ver e ser visto”, por tipo de usuário.



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 4.7** - Frequências de respostas para o elemento “iluminação”, por tipo de usuário.

Fonte: Elaboração própria.

**Figura 4.8** - Frequências de respostas para o elemento “velocidade”, por tipo de usuário.

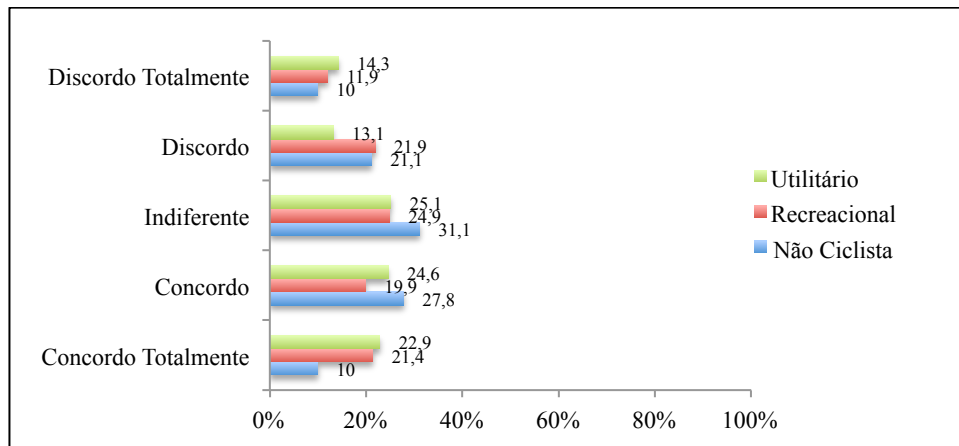
Fonte: Elaboração própria.

Nesses elementos foi possível observar que entre todos os usuários a concordância total com a afirmativa foi predominante e que o número de pessoas que discordaram foi muito baixo, ocorrendo casos em que ninguém discordou totalmente da afirmativa. Entre esses três elementos é possível destacar que o número de respostas para “visibilidade em termos de ver e ser visto” na categoria de concordo totalmente foi acima de 80% para todos os grupos, além disso, o grupo de não ciclista apresentou um total de 88,9% dos respondentes declarando concordar totalmente.

Para o elemento largura da faixa de rolamento (Figura 4.9), ocorreu uma dispersão das respostas, tendo a maioria dos respondentes declarado ser indiferente à afirmativa. Esse resultado, entretanto, é conflitante em relação a resultados de diversos autores que afirmam que a largura das faixas de rolamento influencia na distância a ser percorrida para cruzar uma interseção, impactando diretamente na exposição ao risco de ciclistas em um cruzamento.

Entretanto, notou-se que o entendimento dessa questão pode ter sido dificultado, uma vez que o contexto para o termo largura da faixa de rolamento não foi estabelecido de forma exata e provocou a ocorrência de mais de um tipo de interpretação. Portanto, destaca-se que pode ter ocorrido ruído nos resultados encontrados para as respostas do elemento largura da faixa de rolamento.

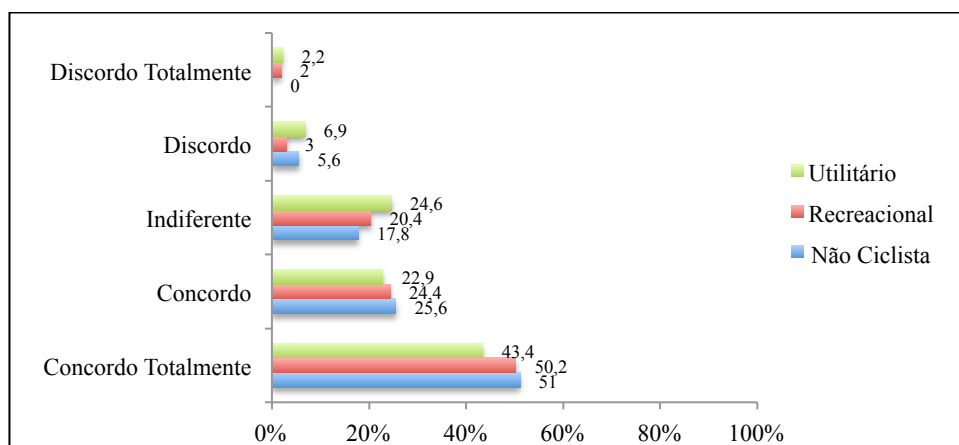
**Figura 4.9** - Frequências de respostas para o elemento “largura da faixa de rolamento”, por tipo de usuário.



Fonte: Elaboração própria.

Para o elemento sinalização e pinturas no pavimento (Figura 4.10), ocorreu uma maioria de resposta nas categorias de concordo ou concordo totalmente. Em especial, para o grupo de ciclistas do tipo recreacional e o grupo dos não ciclistas, mais de 50% de todos os respondentes indicaram concordar totalmente com a afirmativa. Por outro lado, foram poucos os respondentes que indicaram discordar ou discordar totalmente da afirmativa e nenhum dos respondentes no grupo dos não ciclistas declarou discordar totalmente.

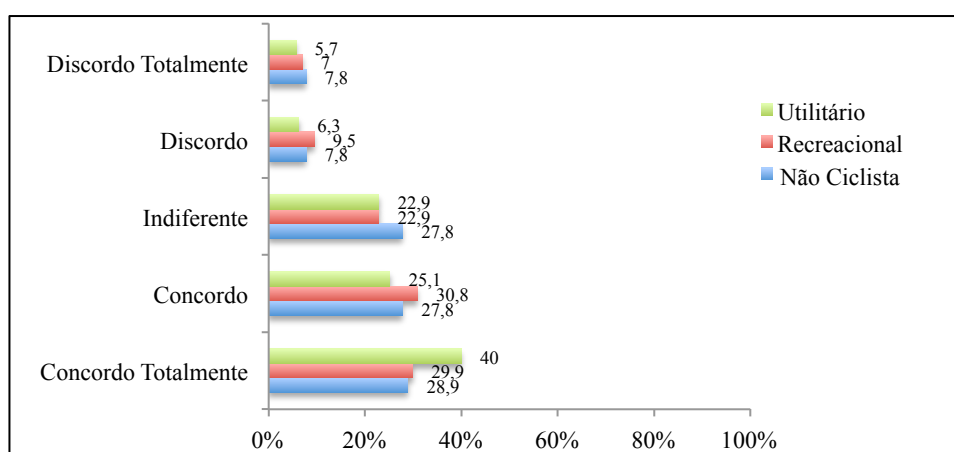
**Figura 4.10** - Frequências de respostas para o elemento “sinalização e pinturas no piso”, por tipo de usuário.



Fonte: Elaboração própria.

No elemento estacionamento nas aproximações de cruzamento (Figura 4.11) as respostas se distribuíram entre todas as categorias. Entretanto, a maioria das respostas foi nas categorias concordo e concordo totalmente. Este resultado, apesar de não indicar uma predominância de respostas concordando com a afirmativa, também não apresentou um grande número de pessoas discordando. Entre os três grupos de usuários, os ciclistas do tipo utilitário foram os que apresentaram o maior número de pessoas concordando totalmente (40%). Esse resultado era esperado, uma vez que esse grupo tende a apresentar um maior conhecimento dos desafios diários no trânsito e, portanto, percebe os elementos que promovem insegurança com maior facilidade. Assim como realizado para a questão referente à velocidade dos automóveis, a questão referente à presença de estacionamento foi apresentada no formato de negação no questionário e teve os valores das respostas invertidos para as análises e geração de gráficos.

**Figura 4.11** - Frequências de respostas para o elemento “estacionamento nas aproximações de cruzamentos”, por tipo de usuário.



Fonte: Elaboração própria.

Por fim, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis para testar estatisticamente as diferenças nas tendências de respostas para os elementos viários em relação aos três tipos de usuários de bicicleta. Entre todos os seis elementos viários analisados, apenas o elemento velocidade dos automóveis apresentou um valor de  $p$  maior que 0,05 ( $p = 0,069$ ), portanto, para esse elemento não se têm evidências para rejeitar a hipótese nula e é provável que não exista diferença na tendência de respostas entre os tipos de usuários de bicicleta. Entretanto, para os demais elementos existe diferença estatisticamente significativa na tendência de respostas, o que indica que, dependendo do tipo de usuário de bicicleta, os elementos são percebidos de forma diferente quanto à promoção de segurança em um cruzamentos urbano.

#### **4.5 Análise da Percepção de Segurança em Termos de Conflito e Infraestrutura**

Nesta etapa, buscou-se identificar se as diferenças observadas na distribuição das respostas por tipo de conflito são estatisticamente significativas. Para tal, foram aplicados os testes de Wilcoxon–Mann–Whitney, dos quais os resultados estão apresentados no Apêndice B. Neste teste foi observado que a maioria dos conflitos é percebida de forma diferente em relação à sensação de segurança, indicando assim que o tipo de conflito é um fator importante para a sensação de segurança dos ciclistas ao passar por um cruzamento. No entanto, é possível destacar algumas exceções, principalmente entre os conflitos em cruzamentos com presença de ciclofaixa e nos cruzamentos com presença de ciclovia no canteiro central.

Nos cruzamentos com presença de ciclofaixa, com exceção do conflito do tipo 5 (automóvel se aproximando por trás do ciclista prestes a realizar conversão à direita em frente ao ciclista que está seguindo na mesma direção e sentido), quando comparados par a par, os conflitos não são percebidos de forma diferente em termos de significância estatística. Assim sendo, quando existe a presença de ciclofaixa, independentemente do tipo de conflito, não se pode afirmar que a percepção de segurança é diferente. A mesma tendência ocorre para os conflitos com a presença de ciclovia no canteiro central, em que não se pode afirmar que os conflitos são percebidos de forma diferente, com exceção apenas do conflito do tipo 5, em que o automóvel se aproxima por trás do ciclista prestes a realizar conversão à direita em frente ao ciclista seguindo na mesma direção e sentido.

Para o conflito do tipo 5 em vias com a presença de ciclovia no canteiro central o resultado não coincide com o que se esperava por não apresentar diferença estatisticamente significativa quando comparado aos conflitos dos tipos 1, 2, 3 e 4 em cruzamentos com a presença de ciclofaixa. Esse resultado é conflitante ao que se esperava por ser uma comparação entre diferentes tipos de conflito e infraestrutura (comparação entre ciclovia e ciclofaixa). Entretanto, foi observado que esse conflito (conflito do tipo 5 em cruzamentos com presença de ciclovia) possui moda e mediana da percepção de segurança semelhantes aos conflitos em cruzamentos com ciclofaixa, o que pode explicar esse resultado.

#### **4.6 Comparação de Infraestruturas por Tipo de Conflito**

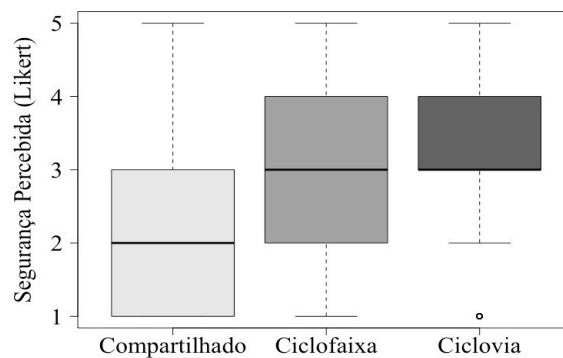
Nesta etapa do desenvolvimento do estudo foi realizada uma comparação de um mesmo tipo de conflito em relação aos três tipos de infraestrutura avaliados na pesquisa (compartilhado, ciclofaixa, ou ciclovia). Essa comparação permite uma melhor visualização

das diferenças de percepção em termos de presença de infraestrutura e foi realizada a partir da geração de gráficos do tipo *box-plot* e comparações por meio testes de estatística inferencial.

O *box-plot*, também conhecido como gráfico de caixa, é uma ferramenta gráfica que permite apresentar visualmente a distribuição dos dados de uma amostra. Nele é possível visualizar intuitivamente as principais informações dos dados estudados, tais como a dispersão, simetria, caudas e *outliers*. No retângulo (ou caixa) a linha superior representa o terceiro quartil, a linha inferior o primeiro quartil, e a linha central a mediana da amostra. A linha vertical tracejada representa a variabilidade dos dados fora dos quartis e se estende do limite inferior até o limite superior dos dados. Os pontos nos extremos representam os valores discrepantes dos dados, também conhecidos como *outliers*.

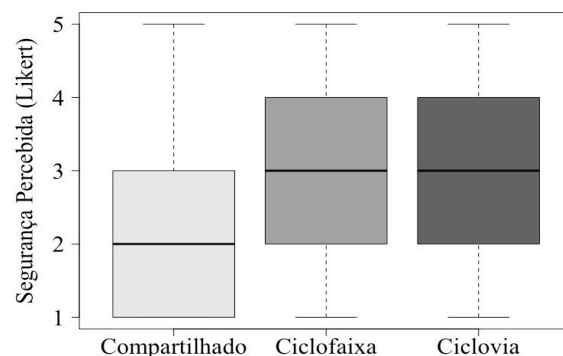
Os gráficos *box-plot* gerados para cada um dos cinco tipos de conflitos podem ser observados nas figuras 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11. Neles é possível identificar que o conflito do tipo 5 foi o considerado como mais inseguro pelos respondentes, assim como já observado nos testes apresentados anteriormente. Essa tendência de perceber o conflito do tipo 5 como o mais inseguro pode ser explicada pela carência de contato visual com o automóvel se aproximando por trás do ciclistas, conforme importância já evidenciada por NACTO (2014).

**Figura 4.12** - *Box-plot* da comparação das respostas do conflito tipo 1.



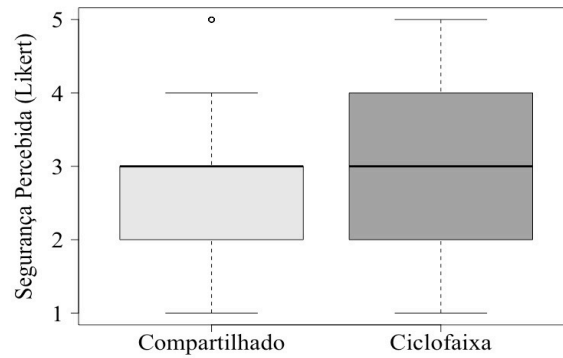
Fonte: Elaboração própria.

**Figura 4.13** - *Box-plot* da comparação das respostas do conflito tipo 2.



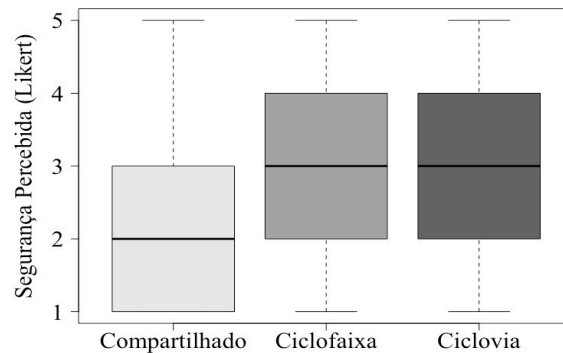
Fonte: Elaboração própria.

**Figura 4.14** - *Box-plot* da comparação das respostas do conflito tipo 3.



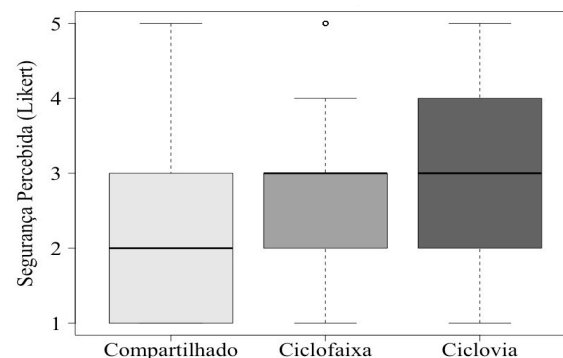
Fonte: Elaboração própria.

**Figura 4.15** - *Box-plot* da comparação das respostas do conflito tipo 4.



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 4.16** - *Box-plot* da comparação das respostas do conflito tipo 5.



Fonte: Elaboração própria.

Referente ao tipo de infraestrutura é possível observar que os conflitos tendem a ser classificados como mais inseguros quando em cruzamentos de vias com infraestrutura compartilhada. Esse resultado corrobora os resultados obtidos por Kaplan e Prato (2013) e por O'Connor e Brown (2010), que identificaram que infraestruturas compartilhadas são percebidas como mais inseguras pelo alto nível de estresse causado pela circulação entre meios motorizados, em especial para usuários menos experientes.



Em seguida, foi testada a percepção de segurança de um mesmo conflito em relação aos três tipos de infraestrutura por meio do teste de Kruskal-Wallis e, posteriormente, os mesmos conflitos foram comparados em pares por meio do teste de Wilcoxon–Mann–Whitney. Para esses testes, conforme já esperado pelos resultados obtidos nos testes anteriores, as percepções de segurança dos conflitos quando comparadas por tipo de infraestrutura são diferentes estatisticamente.

Quando observados apenas os resultados das Figuras 4.13 e 4.15, a distribuição das respostas nos gráficos *box-plot* são semelhantes, mostrando que os conflitos do tipo 2 e 4 se comportam de forma semelhante nos três tipos de infraestrutura estudadas. No entanto, quando comparados por testes de estatística, foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre esses dois conflitos por tipo de infraestrutura, mostrando assim que, apesar da semelhança observada nos quartis, na moda e na mediana, ainda assim os respondentes identificaram estes dois conflitos de forma diferente quanto à percepção de segurança.

#### **4.7 Fatores que Influenciam na Percepção de Segurança Ciclovária em Cruzamentos**

Os resultados obtidos na modelagem foram alcançados após a realização de diversas tentativas de combinação de variáveis. É importante destacar que, ao longo das tentativas, buscou-se o modelo que apresentasse concomitantemente o maior número de variáveis significativas e o menor valor AIC possível para a modelagem. Dentre os diversos resultados, alguns deles apresentaram valor de AIC menor do que o adotado neste estudo, porém, apresentaram um maior número de variáveis que não eram significativas.

##### **4.7.1 Interpretação e Discussão dos Resultados da Calibração do Modelo**

A calibração realizada no modelo utilizou oito variáveis independentes para explicar a variável resposta percepção de segurança. Os coeficientes estimados na calibração do modelo podem ser observados na Tabela 4.7.

Nos coeficientes levantados pela calibração é possível observar inicialmente o relacionamento em termos de associação da variável explicativa com a variável resposta. Ou seja, dependendo do sinal do coeficiente é possível identificar, a partir do coeficiente analisado, o acréscimo ou decréscimo da probabilidade de existir resposta em uma categoria superior ou inferior da variável dependente (Greene, 2003).

**Tabela 4.7** - Estimativas dos parâmetros levantados pela modelagem.

Variável	Coefficiente ( $\beta$ )	Valor de t	Valor de p
Inseguro   Neutro	0,6727	5,6558	< 0,001
Neutro   Seguro	2,0147	16,5979	< 0,001
Infra (ref.= Compartilhada)			
Ciclofaixa	0,8452	14,9003	< 0,001
Ciclovía	1,2187	19,5857	< 0,001
Conflito (ref.= Sentido Contrário)			
Sentido Transversal	-0,0030	-0,0515	0,96
Mesmo Sentido	-0,4617	-5,4127	< 0,001
Iluminação (ref.= Indiferente)			
Discordo	-0,6023	-2,5565	0,01
Concordo	0,3651	4,4058	< 0,001
Sinalização (ref.= Indiferente)			
Discordo	-0,3449	-3,0719	< 0,001
Concordo	0,1809	2,9909	< 0,001
Sexo (ref.=Masculino)			
Feminino	-0,1568	-3,1425	< 0,001
Idade (ref.=18 – 34)			
35-44	-0,2085	-3,6105	< 0,001
45-59	-0,2064	-3,1333	< 0,001
60 ou mais	-0,6146	-5,6871	< 0,001
CNH (ref. = Sim)			
Não	0,1717	2,4400	0,01
Tipo (ref. = Ciclista)			
Recreacional	0,1176	2,1266	0,03
Não Ciclista	0,2685	3,8798	< 0,001
Logit Ordenado de Chances Proporcionais			
Variáveis explicativas : 8			
Variável resposta: 3 classes - “Inseguro” ; “Neutro” ; “Seguro”			
R2 de McFadden: 0,0493			
Desvio Residual: 13.227,65			
AIC: 13.261,65			

Fonte: Elaboração própria.

Entretanto, para a interpretação dos resultados obtidos na calibração foram estabelecidos os índices das razões de chance (do termo em inglês *Odds Ratio*), pois isto permite uma interpretação mais simples dos coeficientes apresentados na Tabela 4.7. Chance é a probabilidade de ocorrência de um determinado evento dividida pela probabilidade de não ocorrência desse evento. A razão de chances é a razão entre as chances de sucesso em um determinado grupo pela chances de sucesso em um outro determinado grupo. A partir da razão de chances, por exemplo, é possível identificar a possibilidade de um tipo de infraestrutura ou conflito ser percebido como mais inseguro quando comparado aos outros. Os valores de razões de chances são estabelecidos a partir da exponencial dos coeficientes

estimados durante a calibração. As razões de chances para as variáveis utilizadas no modelo podem ser observadas na Tabela 4.8.

**Tabela 4.8** - Razões de chances para as variáveis do modelo.

	<b>Razões de Chances</b>	<b>Valor de p</b>
Infra (ref.= Compartilhada)		
Ciclofaixa	2,33	< 0,001
Ciclovia	3,38	< 0,001
Conflito (ref.= Sentido Contrário)		
Sentido Transversal	0,99	0,96
Mesmo Sentido	0,63	< 0,001
Iluminação (ref.= Indiferente)		
Discordo	0,55	0,01
Concordo	1,44	< 0,001
Sinalização (ref.= Indiferente)		
Discordo	0,71	< 0,001
Concordo	1,20	< 0,001
Sexo (ref.=Masculino)		
Feminino	0,85	< 0,001
Idade (ref.=18 – 34)		
35-44	0,81	< 0,001
45-59	0,81	< 0,001
60 ou mais	0,54	< 0,001
CNH (ref. = Sim)		
Não	1,19	0,01
Tipo (ref. = Ciclista)		
Recreacional	1,12	0,03
Não Ciclista	1,30	< 0,001

Fonte: Elaboração própria.

Estes novos índices são apresentados em formato de razões de chances que permitem a comparação entre dois grupos, que para o caso deste estudo é a comparação dos resultados obtidos em uma determinada variável em relação a sua categoria referência. Esta comparação permite estabelecer as chances de uma mudança na categoria de uma variável impactar na percepção de segurança ao se manter constante todas as demais variáveis explicativas.

A interpretação destes novos valores é baseada na comparação da razão de chance em relação a uma razão de chance igual a 1. Assim sendo, uma razão de chance maior que 1 significa que respondentes com características daquela categoria da variável têm mais chances de perceber o cenário apresentado como seguro (categorias mais alta da variável resposta), enquanto que uma razão de chance menor que 1 significa uma maior chance de perceber um

cenário como inseguro (categoria mais baixa da variável resposta). As razões de chances podem ser observadas na Tabela 4.8.

Conforme já esperado pelos resultados discutidos nos tópicos anteriores, o tipo de infraestrutura influencia diretamente no melhoramento da percepção de segurança, principalmente nos casos em que a segregação em relação aos modos motorizados aumenta, conforme observado nas categorias de cruzamentos com ciclofaixa e com ciclovia. A presença de ciclovia no canteiro central aumenta em mais de três vezes as chances de um cenário ser percebido como seguro em relação aos cruzamentos entre vias compartilhadas. Já a presença de ciclofaixa aumenta em mais de duas vezes as chances de um cenário ser percebido como seguro quando comparado aos cruzamento entre vias compartilhadas.

Em relação às variáveis referentes às características dos usuários, é possível destacar o resultado obtido para a variável faixa etária do respondente. A medida em que o respondente se enquadra em categorias de maior idade, as chances de perceber um determinado cenário como seguro reduz. Dessa forma, a categoria com menor chance de perceber um cenário como seguro foi a categoria de 60 anos ou mais.

#### 4.7.2 Probabilidade de Ocorrência das Categorias das Variáveis Independentes

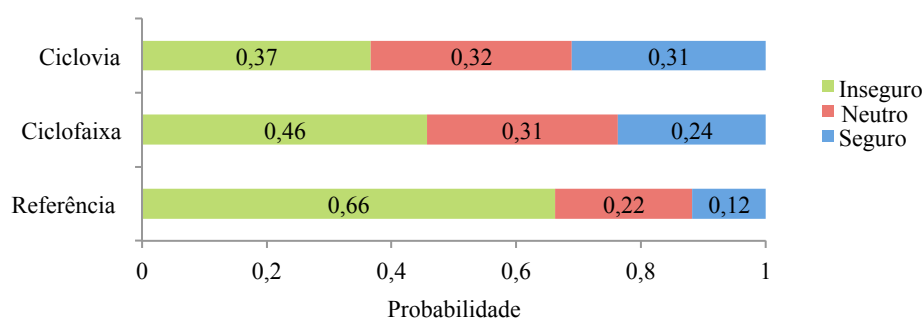
Além da estimativa das razões de chances, foram estabelecidas as probabilidades de ocorrência para cada uma das categorias da variável resposta (inseguro, neutro, e seguro) em relação à uma resposta referência adotada no estudo. Probabilidade é a possibilidade de um determinado evento ocorrer em relação a todos os resultados possíveis e é representada por um número real entre 0 e 1. As probabilidades foram calculadas segundo a Equação 4, item 3.5, e estão apresentadas nos parágrafos que seguem.

A resposta referência foi adotada como o padrão de comparação para os cálculos das probabilidades e é composta pela resposta contendo as seguintes características: infraestrutura compartilhada; conflito de sentido contrário; neutro em relação aos elementos sinalização e iluminação; sexo masculino; idade na faixa etária de 18 a 34 anos; possui CNH; e usuário do tipo ciclista.

As probabilidades mostram um maior equilíbrio entre as três faixas de percepção (seguro, neutro, e inseguro) na categoria ciclovia. Essa categoria foi a que apresentou a maior probabilidade de ser classificada como segura. Esse resultado, no entanto, é conflitante com diversos autores que propõem que a segregação de ciclistas do fluxo de veículos motorizados é percebida negativamente em cruzamentos por forçar uma reintegração nem sempre desejada

(RASANEM; SUMMALA, 1998). Na categoria de cruzamento entre vias com ciclofaixa, a probabilidade de percepção como sendo insegura foi significativamente maior que uma percepção neutra ou segura, entretanto, ainda assim essa categoria apresentou o dobro de probabilidade de ser classificada como mais segura do que a categoria de cruzamento entre vias compartilhadas. Outro fator relevante observado neste resultado é a maior magnitude nos valores de razões de chances para essas duas categorias, o que indica que a variável tipo de infraestrutura é a que mais influencia na percepção de segurança de usuários de bicicleta em cruzamentos. As probabilidades para a variável tipo de infraestrutura podem ser observadas na Figura 4.17.

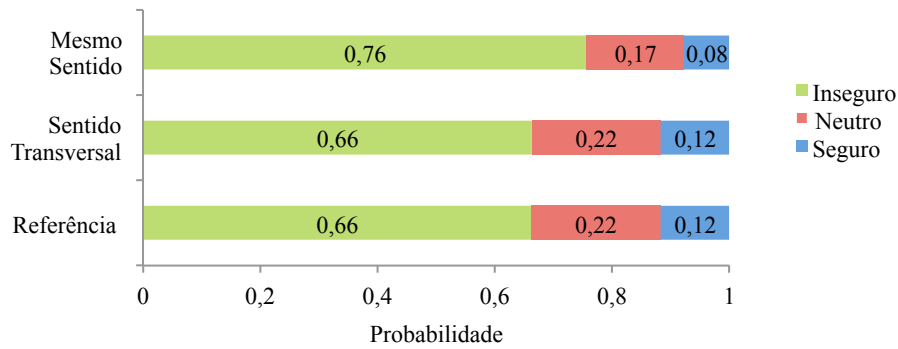
**Figura 4.17** - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável infraestrutura.



Fonte: Elaboração própria.

Em relação à análise por tipo de conflito é possível observar que o conflito de mesmo sentido, já identificado como um dos mais inseguros nas análises anteriores, apresenta menor chance de ser percebido como sendo seguro. Dessa forma, ao se manterem constantes todas as demais variáveis do modelo, os cenários que apresentam o conflito de mesmo sentido tendem a não ser percebidos em categorias seguras. Já a razão de chances observada para o conflito de sentido transversal apresenta chances relativas muito próximas de 1, não demonstrando assim diferença relevante nas chances de percepção como seguro ou inseguro quando comparado ao conflito de sentido contrário, resultado esse já esperado uma vez que o valor de  $p$  não indicou significância estatística na diferença entre estes dois grupos. As probabilidades calculadas para essa variável podem ser observadas na Figura 4.18 e mostram que a maior probabilidade por categorias da variável conflito foi de classificar os cenários como sendo inseguro.

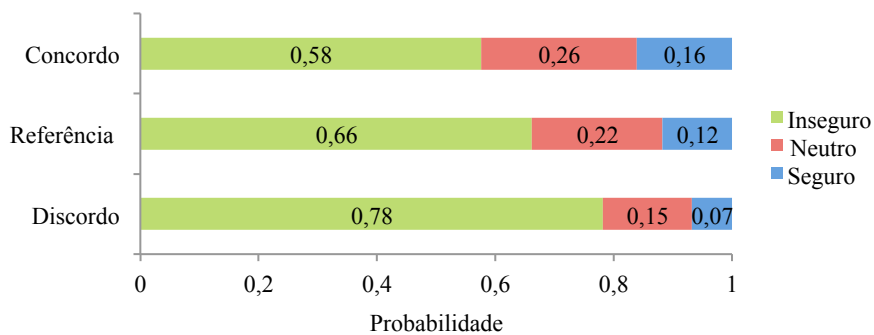
**Figura 4.18** - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável conflito.



Fonte: Elaboração própria.

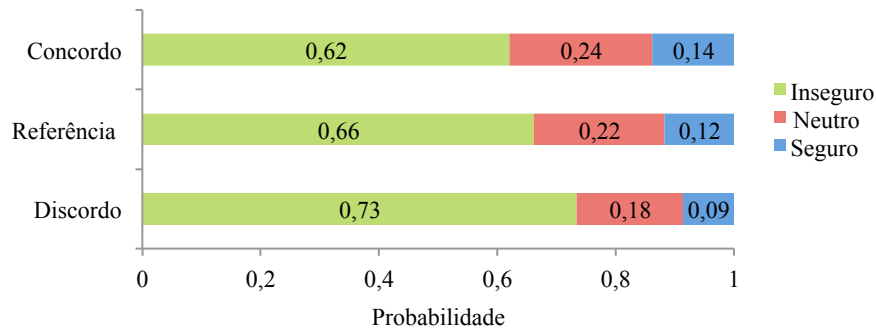
Para as variáveis que analisavam a concordância dos usuários quanto aos elementos viários em cruzamentos foi observado que a iluminação e a sinalização se comportam de forma semelhante. Quando um respondente discorda da afirmação referente a um desses elementos, ele tende a perceber um determinado cenário em categorias inferiores (Inseguro), e quando concorda tende a perceber o cenário em categorias superiores (Seguro). As probabilidades calculadas em relação à variável iluminação, Figura 4.19, e sinalização, Figura 4.20, podem ser observadas abaixo.

**Figura 4.19** - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável iluminação.



Fonte: Elaboração própria.

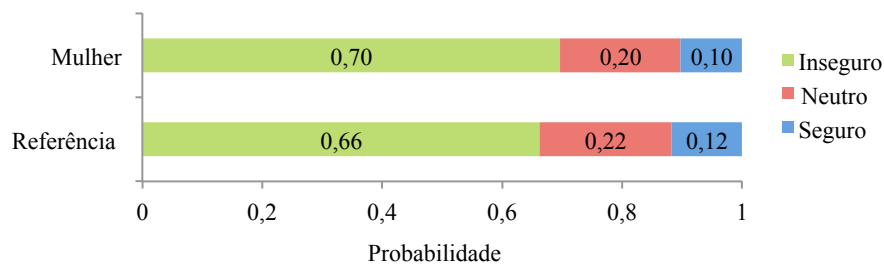
**Figura 4.20** - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável sinalização.



Fonte: Elaboração própria.

Em relação ao sexo, mulheres apresentam menor chance de perceber os cenários avaliados pelo estudo em categorias mais seguras. Dessa forma, os resultados indicam que homens tendem a perceber os cenários avaliados como mais seguros do que as mulheres, resultado esse que corrobora análises realizadas por diversos autores, tais como Pucher, Buehler e Seinem (2011), que identificaram as mulheres mais sensíveis para questões de segurança e, portanto, podem perceber vias como sendo mais inseguras do que os homens. As probabilidades calculadas para essa variável podem ser observadas na Figura 4.21.

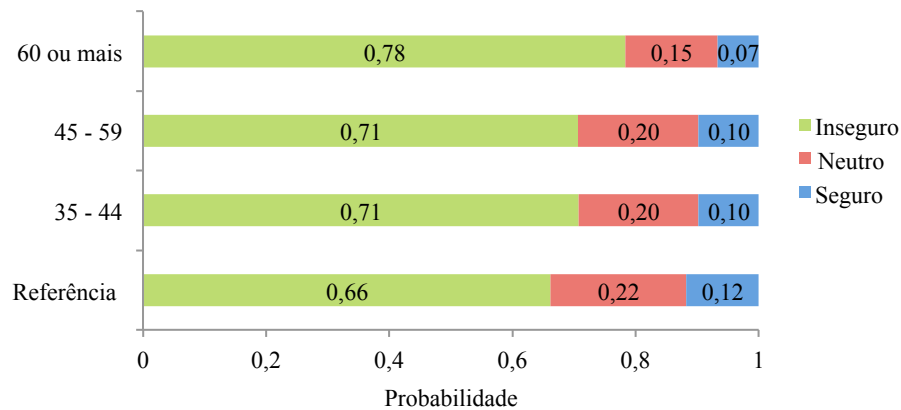
**Figura 4.21** - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável sexo.



Fonte: Elaboração própria.

Os resultados para a variável idade indicam que a medida que um indivíduo fica mais velho, tende a perceber a via como mais insegura. Destaca-se que as categorias de “35 a 44 anos” e de “45 a 59 anos” apresentam razão de chances similares, mostrando assim que a percepção não se modifica entre essas duas faixas de idade. As probabilidades calculadas para a variável idade podem ser observadas na Figura 4.22.

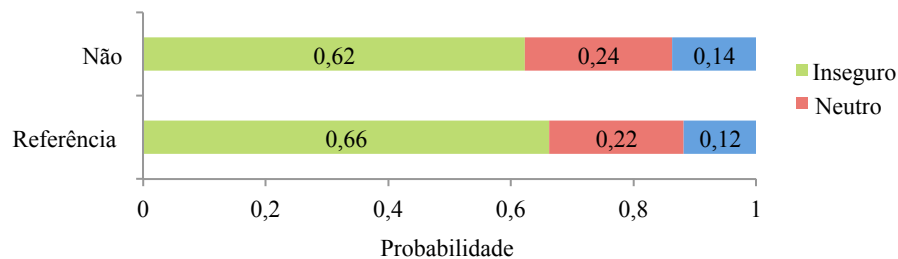
**Figura 4.22** - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável posse de faixa etária.



Fonte: Elaboração própria.

Para as pessoas que não possuem licença para dirigir (CNH), as chances de perceber um determinado cenário em categorias mais seguras em relação às pessoas que possuem CNH é de 1,19. Esse resultado indica que pessoas com menor conhecimento técnico das leis de trânsito percebem os cenários como sendo mais seguros. As probabilidades calculadas para essa variável podem ser observadas na Figura 4.23.

**Figura 4.23** - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável posse de CNH.

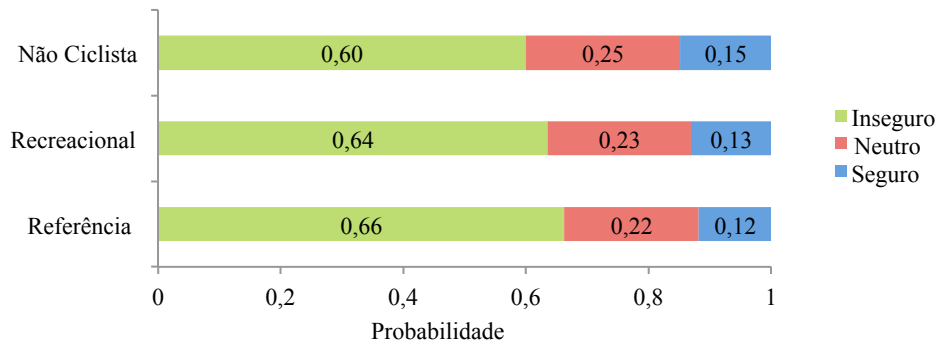


Fonte: Elaboração própria.

A variável tipo de usuário, mostrou que os usuários de bicicleta do tipo utilitário são os que têm menores chances de identificar um cenário como seguro. Este resultado indica que uma menor experiência no trânsito tende a mascarar a percepção dos usuários quanto aos cenários e influenciar na percepção destes como sendo mais seguros. As probabilidades calculadas para essa variável em relação a resposta padrão podem ser observadas na Figura 4.24.



**Figura 4.24** - Probabilidades da ocorrência de cada categoria de percepção de segurança em relação à variável tipo de usuário.



Fonte: Elaboração própria.

Um resumo dos principais resultados obtidos por categoria de resposta e divididos em grupos de variáveis referentes às características dos cruzamentos e características dos usuários podem ser observados nas Tabelas 4.9 e 4.10.

**Tabela 4.9** - Resumo dos principais resultados observados na regressão para características dos cruzamentos.

<b>Variável</b>	<b>Resultados observados</b>
Infraestrutura	Compartilhada Cruzamento entre vias compartilhadas é o que tem mais chance de ser percebido como inseguro;
	Ciclofaixa Cruzamento entre vias com ciclofaixa na via principal apresenta menor chance de ser percebido como inseguro do que os entre vias compartilhadas; e maior chance de ser percebido como inseguro do que o entre vias com ciclovia;
	Ciclovia Cruzamento entre vias com ciclovia no canteiro central tem mais chances de ser percebido como seguro;
Características Relacionadas à Infraestrutura	Sentido Contrário Esse conflito tem menores chances de ser percebido como inseguro quando comparado ao conflito do tipo 5;
	Conflito Sentido Transversal Esse conflito não se mostrou significativo para explicar a percepção de segurança;
Iluminação e sinalização/marcações no pavimento	Mesmo Sentido Esse conflito é o que tem mais chances de ser percebido como inseguro;
	Respondentes que concordam que estes elementos são importantes para a promoção da segurança em cruzamentos apresentam menores chances de considerar um cenário inseguro.

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 4.10** - Resumo dos principais resultados observados na regressão para características do usuário.

<b>Variável</b>	<b>Resultados observados</b>
Sexo	Mulheres tendem a perceber os cenários como mais inseguros e têm mais chances de classificar os cenários em categorias de inseguro do que os homens;
Faixa etária	A medida que os respondente se enquadram em faixas etárias mais velhas eles apresentam mais chances de classificar os cenários como mais inseguros;
Características Relacionadas ao Usuário	
Posse de CNH	Respondentes que não possuem CNH apresentam mais chances de classificar os cenários como mais seguros;
Tipo de Usuário	Os usuários que se autodeclararam não ciclistas são os que têm mais chances de perceber os cenários como seguros, enquanto que por outro lado, os usuários que se autodeclararam como ciclistas do tipo utilitário apresentam as menores chances de classificar um cenário como seguro.

Fonte: Elaboração própria.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

---

O presente estudo teve como objetivo analisar a percepção do ciclista em relação à segurança viária em cruzamentos urbanos não semaforizados, considerando a presença ou não de infraestruturas cicloviárias. Após o desenvolvimento de todas as etapas propostas pelo estudo os objetivos foram alcançados integralmente.

A pesquisa foi baseada inicialmente em um levantamento bibliográfico para estabelecer os principais cenários em que ciclistas enfrentam conflitos de tráfego nos cruzamentos urbanos. Nesta etapa também foi realizado um levantamento dos principais tipos de infraestrutura e tratamentos de cruzamentos de vias urbanas e das principais características que influenciam na percepção de segurança. Esse levantamento foi focado nas principais características e conceitos sobre segurança e risco e nos aspectos que impactam o comportamento de ciclistas no trânsito.

O levantamento de dados foi realizado a partir da aplicação de questionário *on-line* focado em três tipos de usuários: ciclista utilitário, ciclista recreacional, e não ciclista. O questionário foi dividido em três blocos: o primeiro bloco focado em acessar a percepção de segurança para conflitos em cruzamentos entre vias com ciclovia, ciclofaixa e vias compartilhadas; o segundo bloco focou em identificar a concordância dos respondentes em afirmativas relacionadas a elementos viários e tratamento de cruzamentos; e o último bloco abordou as características sociodemográficas dos respondentes.

Com a aplicação do questionário, foram levantadas 458 respostas, juntamente com alguns comentários obtidos no campo disponível para opiniões sobre o entendimento e disposição das perguntas contidas no questionário. Com isso, os dados levantados e os *feedbacks* recebidos dos respondentes permitiram concluir que o instrumento de pesquisa elaborado para o estudo foi capaz de analisar a percepção dos ciclistas em relação à segurança cicloviária nos cruzamentos, cumprindo assim um dos objetivos específicos desta pesquisa.

As avaliações sobre a seguridade oferecida pela infraestrutura cicloviária em cruzamentos não semaforizados indicaram uma tendência dos usuários em classificar os cruzamentos entre vias compartilhadas como os mais inseguros e os cruzamentos entre vias com a presença de ciclovia no canteiro central como os mais seguros. Esse resultado corrobora o entendimento de diversos autores que afirmam que ciclistas tendem a preferir infraestruturas cicloviárias segregadas, bem como ter o controle de situação em termos de decisão do melhor momento de atravessar um cruzamento.

A seguridade da infraestrutura nos cruzamentos também foi analisada em termos de concordância da importância de seis tipos de elementos viários presentes nos cruzamentos. Os respondentes tenderam a concordar totalmente com a importância que a visibilidade (no que se refere a ver e ser visto dentro do cruzamento), iluminação e velocidade dos automóveis têm para a segurança de cruzamentos não semaforizados. Para os demais elementos viários (largura da faixa de rolamento, sinalização e pinturas no pavimento, e estacionamento nas aproximações de cruzamento) houve uma maior dispersão das respostas, embora as respostas ainda assim indicassem concordância com a afirmativa, entretanto com menor intensidade.

A etapa final da pesquisa foi identificar as características e aspectos individuais de cada usuário e infraestrutura que impactam na percepção de segurança cicloviária em cruzamentos urbanos. Para tal, foi utilizada uma modelagem matemática por regressão Logit Ordenada de Chances Proporcionais. A modelagem foi capaz de indicar as influências que as características do ambiente e formato do cruzamento e as características dos ciclistas têm sobre a percepção de segurança para os cenários.

Nos resultados obtidos pela calibração, a variável tipo de infraestrutura é o fator de maior magnitude e, conseqüentemente, a variável que mais influencia na percepção de segurança. Além desse resultado, é possível destacar que usuários de bicicleta que se autodeclararam ciclistas tendem a classificar os cenários estudados como mais inseguros quando comparados aos usuários do tipo recreacional e não ciclistas, e que a medida que um indivíduo fica mais velho ele tende a classificar os cenários como sendo mais inseguros.

Por fim, foi identificado que os cruzamentos entre vias compartilhadas são considerados como o tipo de infraestrutura cicloviária mais inseguro. A interação considerada como mais insegura pelos respondentes ocorre quando os automóveis se aproximam por trás do ciclista e realizam conversão à esquerda ou à direita.

Este estudo apresenta uma contribuição para o desenvolvimento de análises no campo de segurança viária voltada a usuários de trânsito vulneráveis, mais especificamente os ciclistas em países em desenvolvimento. Além disso, faz-se necessário destacar a importância da criação de ferramentas que auxiliem na compreensão de como a percepção ao risco de acidentes é influenciada por comportamento de usuários do trânsito e pela presença de infraestrutura dedicada aos ciclistas. Em especial, este estudo contribui para a validação de teorias e elementos produzidos em estudos realizados em países desenvolvidos em cenários locais, bem como contribui para o “estado de arte” da segurança cicloviária no Brasil.

Por fim, chama-se atenção para algumas limitações em relação à amostra coletada e às imagens utilizadas nos cenários. Quanto à amostra, embora o número de respostas coletadas

tenha sido suficiente, notou-se a necessidade de coletar respostas com respondentes de diferentes regiões do Brasil, uma vez que a segurança viária é influenciada pelas peculiaridades da cultura local. Em relação às imagens, uma das observações recebidas pelo questionário foi que os esquemas de imagens no formato 2D usados para avaliar a percepção de segurança dificultaram a interpretação pelos respondentes.

Assim sendo, recomenda-se que, para futuras investigações, sejam coletadas amostras estatisticamente significativas para cada região do país a fim de identificar as diferenças na percepção de segurança relacionadas à aspectos regionais e não somente aspectos do ambiente construído e do usuário. Além disso, aconselha-se que os esquemas de imagens sejam desenvolvidos no formato 3D para facilitar a visualização dos cenários pelo usuário e, assim, compreender a sua percepção de segurança.

## REFERÊNCIAS

---

AASHTO – American Association of Highway and Transportation Officials. *Highway Safety Manual*. 1 ed. Washington, DC, 2010.

AKAIKE, H. Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. In: *Proceedings of the 2nd International Symposium on Information Theory*. p. 267-281. Budapest: Akademiai Kiado, 1973.

ALMQVIST, S.; HYDÉN, C. Methods for Assessing Traffic Safety in Developing Countries. *Building Issues*, v. 6, n. 1, p. 3-24, 1994.

AMUNDSEN, F.H.; HYDÉN, C. *Proceedings of the 1st Workshop on Traffic Conflicts*, Oslo, Norway, 1977.

BECK, B.; STEVENSON, M.; NEWSTEAD, S.; CAMERON, P.; JUDSON, R.; EDWARDS, E. R.; BUCKNILL, A.; JOHNSON, M.; GABBE, B. Bicycling crash characteristics: An in-depth crash investigation study. *Accident Analysis and Prevention*, v. 96, p. 219-227, 2016.

BOUFOUS, S.; ROME, L.; SENSERRICK, T.; IVERS, R. Risk factors for severe injury in cyclists involved in traffic crashes in Victoria, Australia. *Accident Analysis and Prevention*, v. 49, p. 404-409, 2012.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual de projeto de Intersecções*. 2.ed. - Rio de Janeiro, 2005. 528p. (IPR. Publ., 718 ).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual de projeto geométrico de travessias urbanas*. Rio de Janeiro, 2010. 392p. (IPR. Publ., 740).

BRASIL. Lei Nº 12.587, de 3 de Janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 4 jan. 2012.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics: methods and applications*. [S.l.]: Cambridge university press, 2005.

CHARLTON, S.G.; STARKEY, N.J.; PERRONE, J.A.; ISLER, R.B. What's the risk? A comparison of actual and perceived driving risk. *Transportation Research Part F*, v. 25, p. 50-64, 2014.

CHATAWAY, E. S.; KAPLAN, S.; NIELSEN, T. A. S.; PRATO, C. G. Safety perceptions and reported behavior related to cycling in mixed traffic: A comparison between Brisbane and Copenhagen. *Transportation Research Part F*, n. 23, p. 32-43, 2014.

CHAURAND, N.; DELHOMME, P. Cyclists and drivers in road interactions: A comparison of perceived crash risk. *Accident Analysis and Prevention*, v. 50, p. 1176-1184, 2013.

CHUNG, Y.; SONG, T.; YOON, B. Injury Severity in Delivery-motorcycle to Vehicle Crashes in the Seoul Metropolitan Area. *Accident Analysis and Prevention*, v. 62, p. 79-86, 2014.

DEKOSTER, J.; SCHOLLAERT, U. *Cycling: The way ahead for towns and cities*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1999.

DENVER PUBLIC WORKS. *Bicycle crash analysis: understanding and reducing bicycle & motor vehicle crashes*. Denver, CO: Transportation and Mobility, 2016.

DIGIOIA, J.; WATKINS, K. E.; XU, Y.; RODGERS, M.; GUENSLER, R. Safety impacts of bicycle infrastructure: A critical review. *Journal of Safety Research*, v. 61, p. 105-119, 2017.

DOHERTY, S.T.; AULTMAN-HALL, L.; SWAYNOS, J. Commuter cyclist accident patterns in Toronto and Ottawa. *Journal of Transportation Engineering*, v. 126, n. 1, p. 21-26, 2000.

DOZZA, M.; WERNEKE, J. Introducing naturalistic cycling data: What factors Influence bicyclists' safety in the real world?. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, v. 24, p. 83-91, 2014.

ELVIK, R. An exploratory analysis of models for estimating the combined effects of road safety measures. *Accident Analysis and Prevention*, v. 41, p. 876-880, 2009.

EMBARQ. *Cities Safer by Design: Guidance and Examples to Promote Traffic Safety Through Urban and Streets Design*. World Resources Institute, 2015.

FENG, P.; LI, W. Willingness to Use a Public Bicycle System: An Example in Nanjing City. *Journal of Public Transportation*, v. 19, n. 1, p. 84-96, 2016.

FERRAZ, A. C.; RAIA JR., A.; BEZERRA, B; BASTOS, T.; RODRIGUES, K. *Segurança Viária*, São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2012.

FHWA – FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. *Lesson 3: Pedestrian and Bicyclist Safety*. McLean, VA: Turner-Fairbank Highway Research Center, 2006.

FULLER, R. Towards a general theory of driver behaviour. *Accident Analysis and Prevention*, v. 37, p. 461-472, 2005.

GARDER, P.; LEDEN, L., PULKKINEN, U. Measuring the safety effect of raised bicycle crossings using a new research methodology. *Transportation Research Record*, v. 1636, p. 64–70, 1998.

GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*, 6 ed., São Paulo: Atlas, 2008.

GONZÁLEZ, R. M.; ROMÁN, C.; MARRERO, A. S. Visitors' Attitudes towards Bicycle Use in the Teide National Park. *Sustainability*, v. 10, n. 9, p. 1–18, 2018.



- GREENE, W. H. *Econometric Analysis*, 5 ed., Nova Jersey, EUA: Prentice Hall, 2003.
- HAUER, E.; NG, J. C. N.; LOVELL, J. Estimation of safety at signalized intersections. *Transportation Research Record*, v. 1185, p. 48-61, 1988.
- HEINEN, E.; VAN WEE, B.; MAAT, K. Commuting by Bicycle: An Overview of the Literature. *Transport Reviews*, v. 30, n. 1, p. 59–96, 2010.
- HUNTER, W. W.; PEIN, W. E.; STUTTS, J.C. *Bicycle Crash Types: A 1990's Informational Guide* (Publication No. FHWA-RD-96-104), Federal Highway Administration, Washington, DC, 1997.
- HUNTER, W. W.; HARKEY D. L.; STEWART, J. R.; BIRK, M. L. Evaluation of blue bike-lane treatment in Portland, Oregon. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. n. 1705, p. 107–115, 2000.
- ISAKSSON-HELLMAN, I. A study of bicycle and passenger car collisions based on insurance claims data. In: 56th AAAM Annual Conference, 2012. *Annals of Advances in Automotive Medicine*, v. 56, p. 3-12, 2012.
- JACOBSEN, P. L. Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury Prevention*. v. 9, p. 205–209, 2003.
- JENSEN, S. U. Safety effects of blue cycle crossings: A before-after study. *Accident Analysis and Prevention*, n. 40, p. 742–750, 2008.
- JOHNSON, M.; OXLEY, J.; NEWSTEAD, S.; CHARLTON, J. Safety in numbers? Investigating Australian driver behaviour, knowledge and attitudes towards cyclists. *Accident Analysis and Prevention*, v. 70, p. 148-154, 2014a.
- JOHNSON, M.; CHONG, D.; CARROLL, J; KATZ R.; OXLEY, J.; CHARLTON, J. *Naturalistic Cycling Study: Identifying Risk Factors for Cyclists in the Australian Capital Territory*. Monash University: Accident Research Centre, 2014b.
- KAPLAN, S.; PRATO, C. G. Cyclist–Motorist Crash Patterns in Denmark: A Latent Class Clustering Approach. *Traffic Injury Prevention*, v. 14, n. 7, p. 725–733, 2013.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Técnicas de Pesquisa*. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- LANDIS, B.; VATTIKUTI, V. R.; OTTENBERG, R. M.; PETRITSCH, T. A. Intersection Level of Service for the Bicycle Through Movement. *Transportation Research Record*. v. 1828, p. 101-106, 2003.
- LAWSON, A. R.; PAKRASHI, V.; GHOSH, B.; SZETO, W. Y. Perception of safety of cyclists in Dublin City. *Accident Analysis and Prevention*, v. 50, p. 499-511, 2013.
- LING, Z.; CHERRY, C. R.; MACARTHUR, J. H.; WEINERT, J. X. Differences of Cycling Experiences and Perceptions between E-Bike and Bicycle Users in the United States. *Sustainability*, v. 9, n. 9, p. 1–18, 2017.

LUSK, A. C.; FURTH, P. G.; MORENCY, P.; MIRANDA-MORENO, L. F.; WILLETT, W. C.; DENNERLEIN, J. T. Risk of injury for bicycling on cycle tracks versus in the street. *Injury Prevention*, v. 17, p. 131–135, 2011.

MANTON, R.; RAU, H.; FAHY, F.; SHEAHAN, J.; CLIFFORD, E.. Using mental mapping to unpack perceived cycling risk. *Accident Analysis and Prevention*, v. 88, p. 138-149, 2016.

MCKELVEY, R. D.; ZAVOINA, W. A statistical model for the analysis of ordinal level dependent variables. *Journal of Mathematical Sociology*, v. 4, n. 1, p. 103–120, 1975.

MENGHINI G.; CARRASCO, N.; SCHÜSSLER, N.; AXHAUSEN, K. W. Route choice of cyclists in Zurich. *Transportation Research Part A*, v. 44, p. 754-765, 2010.

MINIKEL, E. Cyclist safety on bicycle boulevards and parallel arterial routes in Berkeley, California. *Accident Analysis and Prevention*, v. 45, p. 241-247, 2012.

MOLLER, M.; HELS, T. Cyclists' perception of risk in roundabouts. *Accident Analysis and Prevention*, v. 40, n. 3, p. 1055-1062, 2008.

MOTT, J. M.; GRAHAM, D. P.; TENG, E. J. Perceived Threat During Deployment: Risk Factors and Relation to Axis I Disorders. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, v. 4, n. 6, p. 587-595, 2012.

NACTO. *Urban Bikeway Design Guide*. 2 ed. Washington, DC: National Association of City Transportation Officials, 2014.

NG, A.; DEBNATH, A. K.; HEESCH, K. C. Cyclist' safety perceptions of cycling infrastructure at un-signalised intersections: Cross-sectional survey of Queensland cyclists. *Journal of Transport & Health*. v. 6, p. 13-22, 2017.

NORDBACK, K.; MARSHALL, W. E.; JANSON, B. N. Bicyclist safety performance functions for a U.S. city. *Accident Analysis and Prevention*, n. 65, p. 114-122, 2014.

O'CONNOR, J. P.; BROWN, T. D. Riding with the sharks: Serious leisure cyclist's perceptions of sharing the road with motorists. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 13, p. 53-58, 2010.

PERKINS, R.S.; HARRIS, J.I. Traffic conflict characteristics - Accident potential at intersections. *Highway Research Record*, v. 224, p. 35-43, 1968.

PIETRANTONIO, H. *Manual de Procedimento de Pesquisa para Análise de Conflitos de Tráfego em Interseções*. São Paulo: Seção de Engenharia de Tráfego e Transporte de Passageiros – IPT, 1991.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Econometria - Modelos e Previsões*. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2004.

PUCHER, J.; BUEHLER, R.; SEINEN, M. Bicycling renaissance in North America? An update and re-appraisal of cycling trends and policies. *Transportation Research Part A*, v. 45, p. 451-475, 2011.

RASANEM, M.; SUMMALA, H. Attention and expectation problems in bicycle-car collisions: An in-depth study. *Accident Analysis and Prevention*, v. 30, n. 5, p. 657-666, 1998.

ROSENBERG, A. *Uso de bicicletas no Brasil: Qual melhor modelo de incentivo?*. Rosenberg Associados: Brasil, 2015.

SANDERS, R. L. Perceived traffic risk for cyclists: The impact of near miss and collision experiences. *Accident Analysis and Prevention*. v. 75, p. 26-34, 2015.

SCHEPERS, P.; KROEZE, P. A.; SWEERS, W.; WÜST, J. C. Road factors and bicycle-motor vehicle crashes at unsignalized priority intersections. *Accident Analysis and Prevention*, v. 43, p. 853 - 861, 2011.

SILVANO, A. P.; KOUTSOPOULOS, H. N.; MA, X. Analysis of vehicle-bicycle interactions at unsignalized crossings: A probabilistic approach and application. *Accident Analysis and Prevention*, v. 97, p. 38 - 48, 2016.

SHORT, J.; CAULFIELD, B. The safety challenge of increased cycling. *Transport Policy*. v. 33, p. 154-165, 2014.

SUMMALA, H; PASANEN, E.; RÄSÄNEN, M.; SIEVÄNEN, J. Bicycle accidents and drivers' visual search at left and right turns. *Accident Analysis and Prevention*, v. 28, n. 2, p. 147-153, 1996.

TERAMOTO, T. T.; SANCHES, S. P. Alternativas de Infraestrutura viária para circulação de bicicletas. *Engenharia*, n. 589, p. 168-175, 2008.

TESCHKE, K; HARRIS, A.; REYNOLDS, C. C. O.; WINTERS, M.; BABUL, S.; CHIPMAN, M.; CUSIMANO, M. D.; BRUBACHER, J. R.; HUNTE, G.; FRIEDMAN, S. M.; MONRO, M.; SHEN, H.; VERNICH, L.; CRIPTON, P. A. Route *Infrastructure* and the Risk of Injuries to Bicyclists: A Case-Crossover Study. *American Journal of Public Health*. v. 102, n. 12, p. 2336-2343, 2012.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. *Modern Applied Statistics with S*. 4 ed. Nova York: Springer, 2002.

WACHTEL, B. A.; LEWISTON, D. Risk factors for bicycle-motor vehicle collisions at intersections. *ITE Journal*, v. 64, n. 9, p. 30-35, 1994.

WAISELFISZ, J. J. *Mapa da Violência 2013: Acidentes de Trânsito e Motocicletas*. Rio de Janeiro: CEBELA. 2013.

WANG, K.; AKAR, G. The perceptions of bicycling intersection safety by four types of bicyclists. *Transportation Research Part F*, v. 59, p. 67-80, 2018.

WANG, Y.; NIHAN, N. L. Estimating the risk of collisions between bicycles and motor vehicles at signalized intersections. *Accident Analysis and Prevention*, v. 36, n. 2, p. 313-321, 2004.

WEI, F.; LOVEGROVE, G. An empirical tool to evaluate the safety of cyclists: Community based, macro-level collision prediction models using negative binomial regression. *Accident Analysis and Prevention*, v. 61, p. 129-137, 2013.

WEIGAND, L. *A Review of Literature: Intersection Treatments to Improve Bicycle Access and Safety*. Portland: Center for Transportation Studies, Portland State University, 2008.

WEGMAN, F.; ZHANG, F.; DIJKSTRA, A. How to make more cycling good for road safety?. *Accident Analysis and Prevention*, v. 44, n. 1, p. 19-29, 2012.

WELLE, B.; LI, W.; ADRIAZOLA-STEIL, C. A. What Makes Cities Safer by Design? A Review of Evidence and Research on Practices to Improve Traffic Safety Through Urban and Street Design. *Transportation Research Board: 95th Annual Meeting Compendium of Papers*, 2016.

WHANNELL, P.; WHANNELL, R.; WHITE, R. Tertiary student attitudes to bicycle commuting in a regional Australian university. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, v. 13, n. 1, p. 34-45, 2012.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Global status report on road safety 2018*. Geneva: World Health Organization; 2018.

WILDE, G. J. S. *Target Risk 3: Risk Homeostasis in Everyday Life*. 3 ed. - versão digital. Toronto: PDE Publications, 2014.

ZHENG, L.; ISMAIL, K. e MENG, X. Traffic conflict techniques for road safety analysis: open questions and some insights. *Canadian Journal of Civil Engineering*, v. 41, p. 633-641, 2014.

## **APÊNDICE A – Questionário Completo**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado a responder um questionário que faz parte de uma pesquisa de mestrado vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos (PPGEU/UFSCar) e que tem orientação do Prof. Dr. Marcos Antônio G. Ferreira.

O objetivo principal do estudo é analisar a percepção do ciclista em relação à segurança viária em cruzamentos urbanos não semaforizados, que apresentam ou não infraestrutura cicloviária.

O questionário contém seções que abrangem os dados sociodemográficos do respondente, o perfil de uso e a percepção da segurança em situações de conflitos de trânsito e em relação a elementos viários. Ao responder o questionário, o(a) senhor(a) contribuirá para uma melhor compreensão da segurança viária em cruzamentos urbanos sob a ótica dos ciclistas, em especial em termos de presença de infraestrutura cicloviária.

O tempo de resposta é de 8 minutos, em média, e sua participação é voluntária, podendo ser interrompida a qualquer momento. A participação na pesquisa não envolve nenhum tipo de risco, a não ser o eventual cansaço e gasto de tempo para responder ao questionário.

Todas as respostas possuem caráter anônimo e confidencial e sua identificação não será solicitada em nenhum momento.

Caso tenha alguma dúvida sobre a pesquisa favor entrar em contato com o pesquisador Claudinei Moreira através do e-mail: [bicicletanems@outlook.com](mailto:bicicletanems@outlook.com) ou do telefone (16) 3306-6585.

Considerando as informações declaradas acima, você tem interesse em continuar sua participação na pesquisa e afirma ter 18 anos ou mais ?

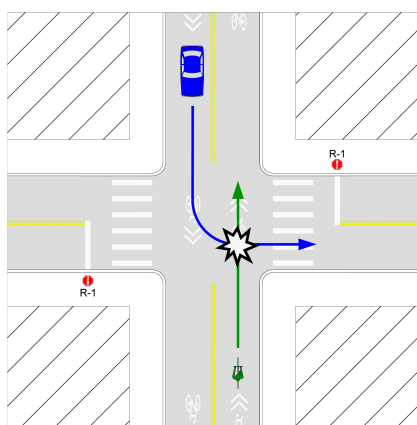
- Sim  
 Não

## BLOCO 1

### Configuração 1 - Vias Compartilhadas

Nos cenários apresentados a seguir, favor classificar a sua sensação de segurança frente a possibilidade de ocorrência dos conflitos mostrado nas imagens. Os cruzamentos são do tipo não-semaforizados dentro de uma zona com limite de velocidade compatível para o uso da bicicleta, lembre-se que **VOCÊ É O CICLISTA** e na situação apresentada **VOCÊ TEM PREFERÊNCIA** (direito de passagem).

#### 1 - Conflito 1.1

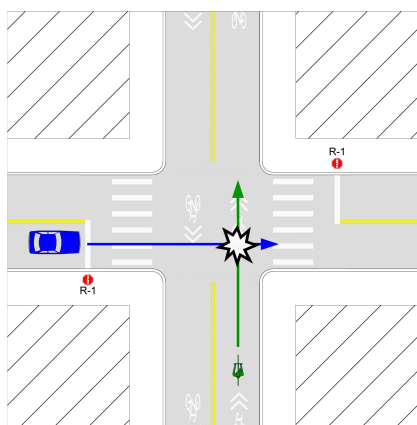


Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

#### 2 - Conflito 1.2

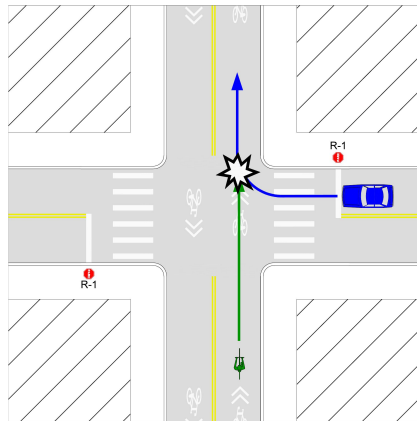


Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

3 - Conflito 1.3

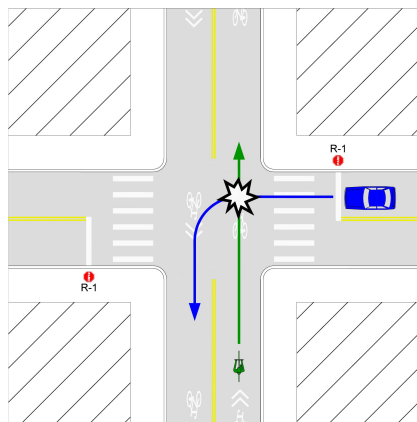


Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

4 - Conflito 1.4

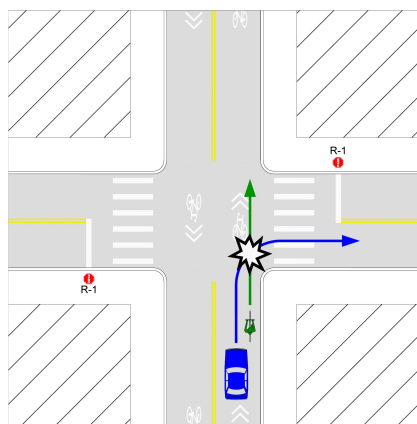


Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

5 - Conflito 1.5



Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

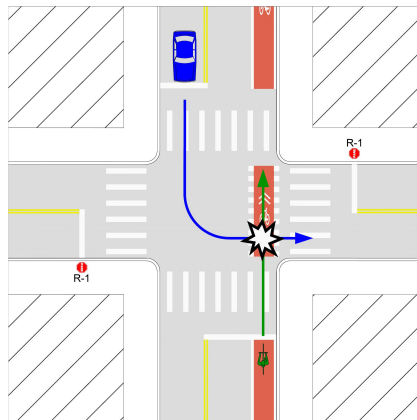
Muito Seguro



### Configuração 2 - Ciclofaixas

Nos cenários apresentados a seguir, favor classificar a sensação de segurança frente a possibilidade de ocorrência dos conflitos apresentados. Os cruzamentos são do tipo não-semaforizados em uma zona com limite de velocidade compatível para o uso da bicicleta, lembre-se que **VOCÊ É O CICLISTA** e na situação apresentada **VOCÊ TEM PREFERÊNCIA** (direito de passagem).

#### 6 - Conflito 2.1

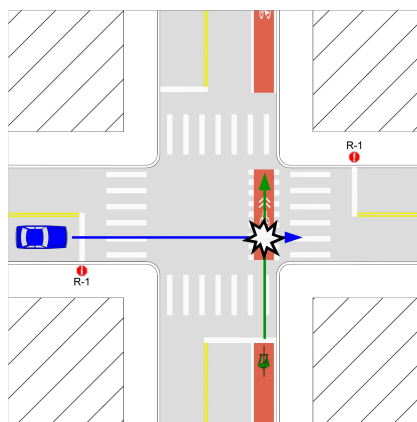


Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

#### 7 - Conflito 2.2

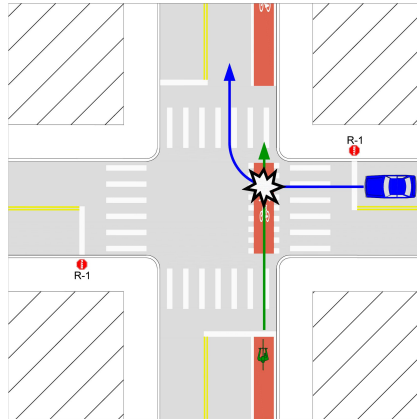


Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

8 - Conflito 2.3

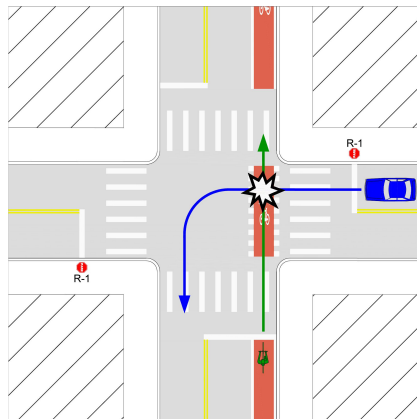


Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

9 - Conflito 2.4

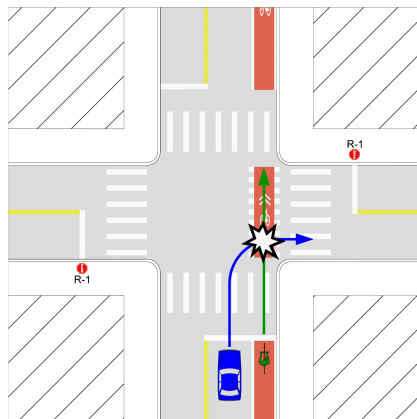


Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

10 - Conflito 2.5



Muito Inseguro

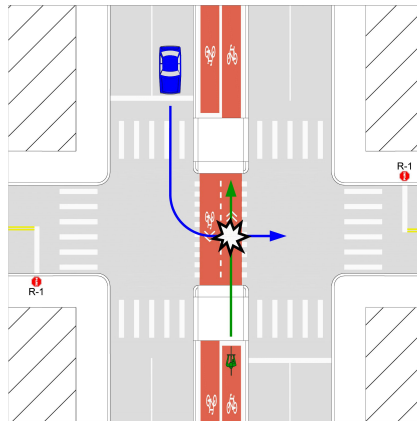
1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

### Configuração 3 - Ciclovias

Nos cenários apresentados a seguir, favor classificar a sensação de segurança frente a possibilidade de ocorrência dos conflitos apresentados. Os cruzamentos são do tipo não-semaforizados em uma zona com limite de velocidade compatível para o uso da bicicleta, lembre-se que **VOCÊ É O CICLISTA** e na situação apresentada **VOCÊ TEM PREFERÊNCIA** (direito de passagem).

#### 11 - Conflito 3.1

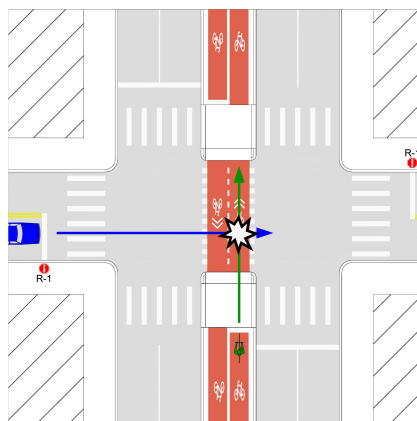


Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

#### 12 - Conflito 3.2

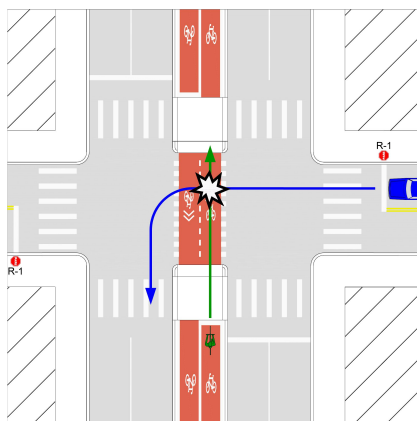


Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

13 - Conflito 3.3

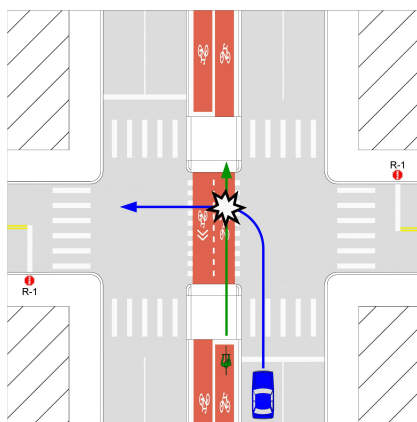


Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

14 - Conflito 3.4



Muito Inseguro

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muito Seguro

**BLOCO 2**

**Elementos do Sistema Viário**

Para as sentenças abaixo, favor declarar o quanto você concorda com as afirmativas.

15 - A visibilidade (em termos de ver e ser visto) em uma interseção é um fator muito importante para minha segurança enquanto ciclista.

DISCORDO  
TOTALMENTE

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONCORDO  
TOTALMENTE

16 - Ao cruzar uma interseção, quanto maior a largura das faixas (pistas) maior é a minha segurança.

DISCORDO  
TOTALMENTE

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONCORDO  
TOTALMENTE

17 - Um cruzamento bem iluminado me faz sentir mais seguro ao circular com minha bicicleta.

DISCORDO  
TOTALMENTE

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONCORDO  
TOTALMENTE

18 - A velocidade dos automóveis não impacta na minha sensação de segurança ao cruzar uma interseção.

DISCORDO  
TOTALMENTE

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONCORDO  
TOTALMENTE

19 - A sinalização horizontal (pinturas demarcadas no piso) é essencial para minha segurança ao atravessar um cruzamento.

DISCORDO  
TOTALMENTE

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONCORDO  
TOTALMENTE

20 - Estacionamentos junto ao meio-fio (guia) não influenciam minha segurança ao atravessar um cruzamento.

DISCORDO  
TOTALMENTE

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONCORDO  
TOTALMENTE

---

### BLOCO 3

#### Dados Sociodemográfico

21 – Qual é sua cidade e estado? (Ex.: São Carlos - SP)

---

22 – Qual é o seu gênero?

- Masculino
- Feminino
- Prefiro não declarar

23 – Qual é a sua faixa etária?

- 18 a 24 anos
- 25 a 34 anos
- 35 a 44 anos
- 45 a 59 anos
- 60 anos ou mais

24 – Qual é a sua faixa etária?

- Sem Escolaridade
- Ensino Fundamental 8ª série (completo ou incompleto)
- Ensino Médio (completo ou incompleto)
- Ensino Superior Incompleto
- Ensino Superior Completo

25 – Você possui Carteira Nacional de Habilitação (CNH)?

- Sim
- Não

26 – Você dirige algum automóvel frequentemente ?

- Sim
- Não

27 – Você se classificaria como sendo um ciclista do tipo:

- Recreacional (uso principal para lazer ou esporte)
- Utilitário (uso principal para meio de transporte/locomoção no dia a dia)
- Não sou ciclista \*(PULE PARA A QUESTÃO 29)

28 – Com qual frequência você utiliza a bicicleta?

- 1 a 2 dias por semana
- 2 a 3 dias por semana
- 4 a 5 dias por semana
- Mais de 5 dias por semana
- Esporadicamente ou raramente

29 – Você já se envolveu em algum acidente de trânsito ao andar de bicicleta?

- Sim  
 Não

30 – Caso tenha alguma dificuldade de entender o questionário ou algum outro tipo de comentário, favor citar na caixa de texto abaixo para que seja possível realizar melhoramentos e adequações.

---

---

---

**Obrigado pela sua participação!**

Colabore com a pesquisa compartilhando o link abaixo para que mais pessoas possam responder.

**NOTA: ESTE QUESTIONÁRIO É INTEIRAMENTE APLICADO PELA INTERNET E ESTE MODELO É UMA CÓPIA DO QUESTIONÁRIO DISPONIBILIZADO NA PLATAFORMA GOOGLE FORMS.**

**APÊNDICE B – Teste de Wilcoxon–Mann–Whitney para Comparação em Pares dos 14 Cenários**



	Cenário 11	Cenário 12	Cenário 13	Cenário 14	Cenário 15	Cenário 21	Cenário 22	Cenário 23	Cenário 24	Cenário 25	Cenário 31	Cenário 32	Cenário 34
Cenário 11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cenário 12	<b>0,9198</b>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cenário 13	0,0002	0,0002	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cenário 14	<b>0,1410</b>	<b>0,1288</b>	0,0269	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cenário 15	0,0010	0,0024	2,5x10 <sup>-10</sup>	9,2x10 <sup>-6</sup>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Cenário 21	5,3x10 <sup>-16</sup>	2,2x10 <sup>-15</sup>	7,2 x10 <sup>-6</sup>	3,6x10 <sup>-11</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	1	-	-	-	-	-	-	-
Cenário 22	3,9x10 <sup>-16</sup>	1,6x10 <sup>-15</sup>	4,2 x10 <sup>-6</sup>	2,3x10 <sup>-11</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	<b>0,8314</b>	1	-	-	-	-	-	-
Cenário 23	<2x10 <sup>-16</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	1,5 x10 <sup>-8</sup>	7,5x10 <sup>-15</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	<b>0,2476</b>	<b>0,3595</b>	1	-	-	-	-	-
Cenário 24	1,1x10 <sup>-15</sup>	4,6x10 <sup>-15</sup>	1,4x10 <sup>-5</sup>	7,8x10 <sup>-11</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	<b>0,8242</b>	<b>0,6647</b>	<b>0,162</b>	1	-	-	-	-
Cenário 25	1,8x10 <sup>-5</sup>	2,1x10 <sup>-5</sup>	<b>0,4651</b>	0,0043	1,4x10 <sup>-11</sup>	0,0003	0,0002	2,5x10 <sup>-6</sup>	0,0006	1	-	-	-
Cenário 31	<2x10 <sup>-16</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	5,2x10 <sup>-7</sup>	2,5x10 <sup>-6</sup>	5,6x10 <sup>-5</sup>	1,2x10 <sup>-7</sup>	2,3x10 <sup>-15</sup>	1	-	-
Cenário 32	<2x10 <sup>-16</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	1,8x10 <sup>-5</sup>	6,5x10 <sup>-5</sup>	0,0011	4,9x10 <sup>-6</sup>	2,6x10 <sup>-13</sup>	<b>0,445</b>	1	-
Cenário 34	<2x10 <sup>-16</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	2,9x10 <sup>-14</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	0,0004	0,0011	0,0118	0,0001	3,0x10 <sup>-11</sup>	<b>0,1491</b>	<b>0,4886</b>	1
Cenário 35	7,7x10 <sup>-16</sup>	2,3x10 <sup>-15</sup>	2,5x10 <sup>-6</sup>	2,2x10 <sup>-11</sup>	<2x10 <sup>-16</sup>	<b>0,5731</b>	<b>0,7273</b>	<b>0,6149</b>	<b>0,4357</b>	0,0001	3,9x10 <sup>-5</sup>	0,0006	0,0059

**Intervalo de Confiança: 95%**

Vias Compartilhadas: Cenários de 11 a 15

Cruzamentos entre vias com ciclofaixa: Cenário de 21 a 25

Cruzamento entre vias com ciclovia: Cenários de 31 a 35

Fonte: Elaboração própria.

### APÊNDICE C – Margem de Erro para as Amostra de Respondentes

Questão	Tópico Abordado	Desvio Padrão	Média	Margem de Erro para as 458 respostas
1	Conflito 1.1	1,095	2,31	4,3 %
2	Conflito 1.2	1,145	2,32	4,5 %
3	Conflito 1.3	1,124	2,58	3,9 %
4	Conflito 1.4	1,126	2,42	4,2 %
5	Conflito 1.5	1,266	2,14	5,3 %
6	Conflito 2.1	1,100	2,90	3,4 %
7	Conflito 2.2	1,132	2,92	3,5 %
8	Conflito 2.3	1,065	2,98	3,2 %
9	Conflito 2.4	1,073	2,87	3,4 %
10	Conflito 2.5	1,185	2,64	4,9 %
11	Conflito 3.1	1,163	3,26	3,2 %
12	Conflito 3.2	1,139	3,21	3,2 %
13	Conflito 3.3	1,157	3,16	3,3 %
14	Conflito 3.4	1,197	2,94	3,7 %
15	Visibilidade	0,577	4,79	1,1 %
16	Estacionamento	1,193	3,73	2,9 %
17	Largura	1,292	3,19	3,7 %
18	Iluminação	0,754	4,47	1,5 %
19	Velocidade	0,910	4,56	1,8 %
20	Sinalização	1,017	4,11	2,2 %

Fonte: Elaboração própria.

**APÊNDICE D – Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) de Associação entre as Variáveis Explicativas e a Percepção de Segurança (Variável Dependente)**

	<i>Percepção de Segurança</i>
	<i>p (<math>\chi^2</math>)</i>
Idade	1,51 x 10 <sup>-13</sup>
Sexo	3,04 x 10 <sup>-6</sup>
Escolaridade	2,2 x 10 <sup>-16</sup>
Tipo de Usuário	9,41 x 10 <sup>-4</sup>
Porte da Cidade	3,26 x 10 <sup>-10</sup>
Posse de CNH	0,001
Dirige Automóvel	0.008
Frequência de Uso	1,18 x 10 <sup>-7</sup>
Envolvimento em Acidente	0,21
Tipo de Conflito	2,2 x 10 <sup>-16</sup>
Tipo de Infraestrutura	2,2 x 10 <sup>-16</sup>
Visibilidade	2,2 x 10 <sup>-16</sup>
Estacionamento	2,2 x 10 <sup>-16</sup>
Largura	2,2 x 10 <sup>-16</sup>
Iluminação	2,2 x 10 <sup>-16</sup>
Velocidade	2,2 x 10 <sup>-16</sup>
Sinalização	2,2 x 10 <sup>-16</sup>

Fonte: Elaboração própria.

**APÊNDICE E – *Ranking* dos Conflitos Ordenado pelas Medianas dos 14 Cenários Estudados**

<i>Posição no Ranking</i>	<i>Cenário</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana (M<sub>d</sub>)</i>	<i>Moda (M<sub>o</sub>)</i>
1 <sup>o</sup>	Compartilhado - Conflito 5	2,14	2	1
2 <sup>o</sup>	Compartilhado - Conflito 2	2,32	2	1
3 <sup>o</sup>	Compartilhado - Conflito 1	2,31	2	2
4 <sup>o</sup>	Compartilhado - Conflito 4	2,42	2	3
5 <sup>o</sup>	Compartilhado - Conflito 3	2,58	3	3
6 <sup>o</sup>	Ciclofaixa - Conflito 5	2,64	3	3
7 <sup>o</sup>	Ciclofaixa - Conflito 4	2,89	3	3
8 <sup>o</sup>	Ciclofaixa - Conflito 1	2,90	3	3
9 <sup>o</sup>	Ciclofaixa - Conflito 2	2,92	3	3
10 <sup>o</sup>	Ciclovía - Conflito 4	2,94	3	3
11 <sup>o</sup>	Ciclofaixa - Conflito 3	2,98	3	4
12 <sup>o</sup>	Ciclovía - Conflito 3	3,16	3	4
13 <sup>o</sup>	Ciclovía - Conflito 2	3,21	3	4
14 <sup>o</sup>	Ciclovía - Conflito 1	3,26	3	4

Fonte: Elaboração própria.