

SEGURANÇA CICLOVIÁRIA EM INTERSEÇÕES DE TRÂNSITO: IDENTIFICAÇÃO DE VARIÁVEIS E A PERCEPÇÃO DE CICLISTAS

Diogo Gomes Pereira Batista¹

Angelina Dias Leão Costa²

RESUMO

As interseções viárias são pontos críticos para a segurança dos deslocamentos por bicicleta. O objetivo deste artigo é reconhecer as variáveis que influem na segurança do trânsito cicloviário, com ênfase na avaliação de interseções viárias. Como objetivos específicos, busca-se: (I) identificar os principais indicadores de qualidade de tráfego por bicicletas em interseções viárias; (II) captar a percepção de ciclistas acerca dos conflitos de trânsito vivenciados em interseções viárias. Os procedimentos metodológicos envolveram duas etapas relacionadas com os objetivos específicos: Etapa I - identificação de indicadores; e Etapa II – percepção de ciclistas. Para tanto, utilizou-se, respectivamente, uma revisão sistemática da literatura e a aplicação de um questionário. Os resultados apontaram como indicadores mais utilizados nos modelos de referência: Volume de veículos motorizados, Largura da faixa externa e Sinalização de trânsito. A percepção de ciclistas evidenciou como principais conflitos: “Veículo motorizado tirando fino”, “Necessidade de parar ou desacelerar” e “Ultrapassagem brusca”. Desse modo, busca-se ampliar a compreensão sobre os aspectos que impactam na segurança dos ciclistas, gerando contribuições para futuros métodos de avaliação de desempenho e planejamento cicloviário.

PALAVRAS-CHAVE: Nível de Serviço. Transporte por bicicleta. Desempenho cicloviário. Conflitos de trânsito.

¹ Universidade Federal da Paraíba / Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – Contato: diogo.choia@gmail.com
- Publicado originalmente em: Iniciativas em mobilidade e segurança no trânsito: soluções que transformam v. 2 n. 2 (2023)

² Universidade Federal da Paraíba / Programa de Pós-graduação em Arquitetura e – Contato: angelinadlcosta@yahoo.com.br
- Publicado originalmente em: Iniciativas em mobilidade e segurança no trânsito: soluções que transformam v. 2 n. 2 (2023)

INTRODUÇÃO

O transporte por bicicleta desempenha benefícios de caráter social, ambiental e econômico, fomentando, assim, uma mobilidade urbana mais sustentável. Essas três dimensões, por vezes indissociáveis, são refletidas em benefícios individuais e coletivos, seja para o ciclista, a sociedade, ou o meio ambiente. Isso ocorre devido ao fato de a bicicleta ser um veículo não poluente; ser acessível economicamente, tanto pela adesão, quanto pelo uso e manutenção; proporcionar o acesso à cidade, passível de intermodalidade; gerar saúde e bem-estar para o indivíduo; necessitar de menos uso do espaço e menos custo de infraestrutura, etc. (Andrade *et al.*, 2016; Blue, 2016). Assim, percebe-se a importância do transporte por bicicleta, e, para manter o seu potencial, faz-se necessário compreender a problemática que interfere no seu uso e que consequentemente pode reduzir os seus benefícios.

A problemática dos transportes possui relação direta com a motorização excessiva (WHO, 2018). Com um maior uso de transportes motorizados, verifica-se uma maior emissão de gases poluentes, com diversos impactos para a saúde e meio ambiente. Além disso, os congestionamentos e a maior ocupação, demanda e custo da infraestrutura viária para os automóveis refletem-se em vias conturbadas, geradoras de estresse e conflitos de trânsito, bem como, um custo econômico, sem precedentes, pago por toda a sociedade. Nesse contexto, as vias de trânsito, e em particular as interseções viárias (como cruzamentos e rotatórias), são palco para o acontecimento de sinistros de trânsito (NACTO, 2019). Isso caracteriza um cenário hostil, sobretudo para os mais vulneráveis nas vias, como os ciclistas.

A percepção de segurança dos ciclistas é diretamente afetada pelas características de tráfego, sob diferentes contextos e configurações espaciais. Conforme mencionado, as interseções viárias são pontos críticos da via, e, portanto, necessitam de avaliações como forma de identificar as variáveis que interferem na segurança viária e, a partir disso, serem propostas medidas para uma melhor qualidade de tráfego. Nesse sentido, o Nível de Serviço para Bicicletas (NSB) é uma tradicional metodologia que busca determinar o desempenho de tráfego a partir da

verificação de facilidades, situações de trânsito e do ambiente físico-espacial da infraestrutura viária utilizada por ciclistas. Os métodos de Nível de Serviço para Bicicletas oferecem contribuições para o planejamento, projeto, monitoramento, priorização e gestão cicloviária (Kazemzadeh *et al.*, 2020).

Para este artigo, as interseções viárias sob o uso da bicicleta foram definidas como objeto de estudo. Tais elementos de tráfego são uma das unidades de análise possíveis mediante métodos com abordagem através do NSB. O trabalho de Davis (1987) representa uma referência clássica acerca do tema, onde o autor desenvolveu um modelo precursor de avaliação de desempenho cicloviário, a partir do qual derivaram outros trabalhos. A princípio os modelos de avaliação de NSB foram construídos principalmente nos Estados Unidos (Harkey *et al.*, 1998), mas com o passar dos anos, autores de diversos outros países passaram a incorporar o conceito (Beura *et al.*, 2020). Usualmente, as avaliações de condições viárias para os ciclistas analisam os segmentos viários. De modo contraditório, as interseções são comumente associadas a um fator crítico para a segurança viária, apesar de os estudos na área serem menos presentes na literatura, o que representa uma certa lacuna de estudo.

No Brasil, o planejamento cicloviário ainda necessita de aprimoramentos, sobretudo quando se trata da defasagem da existência de métodos ou modelos de avaliação cicloviária por parte da gestão pública. Algumas das características que trazem insegurança para os ciclistas brasileiros no sistema de trânsito brasileiro tratam-se: da inexistência ou baixa qualidade da infraestrutura cicloviária e outras facilidades; da ocorrência de sinistros de trânsito, com destaque para interseções como pontos críticos; e da alta da motorização e dos conflitos associados (NACTO, 2019). Nesse contexto, percebe-se a importância de reconhecer quais os possíveis indicadores físico-ambientais que interferem no desempenho cicloviário. Assim como, compreender, a partir da perspectiva de ciclistas brasileiros, quais os aspectos que geram conflitos de trânsito e a prevalência dos tipos de sinistros ou hostilidades sofridas, perante o uso das vias.

O objetivo deste artigo¹¹ é reconhecer as variáveis que influem na segurança do trânsito cicloviário, com ênfase na avaliação de interseções viárias. Como objetivos específicos, busca-se: (I) identificar os principais indicadores de qualidade de tráfego por bicicletas em interseções viárias; (II) captar a percepção de ciclistas acerca dos conflitos de trânsito vivenciados em interseções viárias. Além da introdução que ressalta uma contextualização e problemática sobre o tema, bem como os objetivos do presente trabalho; o artigo desenvolve-se através das seguintes seções: Procedimentos metodológicos, a qual define os métodos adotados para a pesquisa; Resultados, evidenciando os principais achados e dados relativos aos objetivos específicos; e, por fim, uma breve discussão e considerações finais, seguido das referências utilizadas.

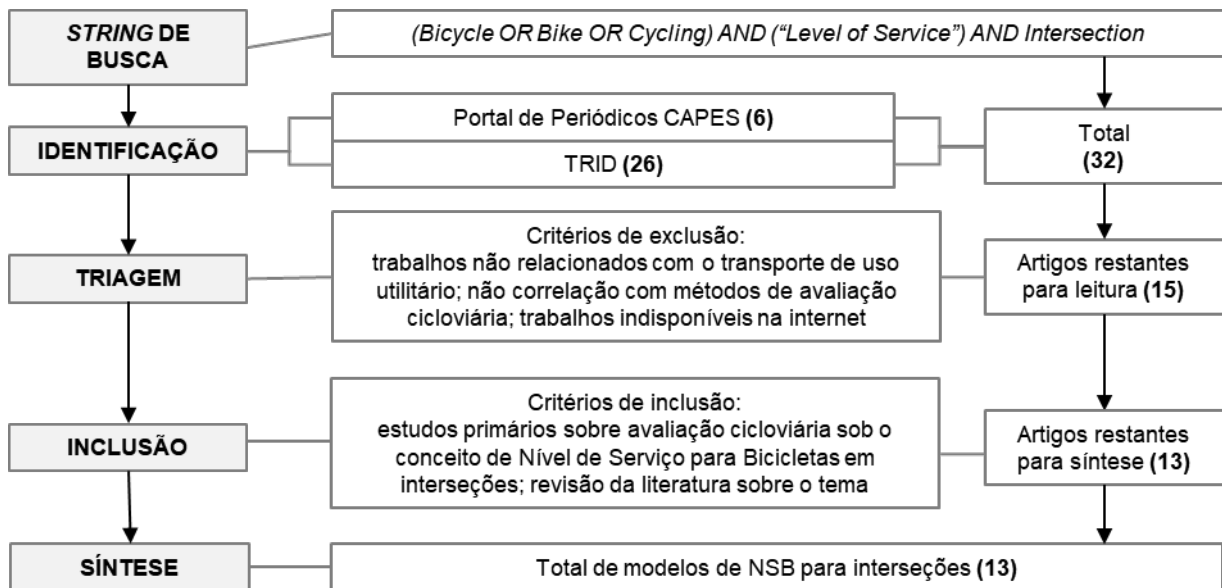
1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos deste artigo foram divididos em 2 etapas de trabalho, segundo ambos os objetivos específicos da pesquisa: Etapa I (identificação de indicadores) e Etapa II (percepção de ciclistas). Em síntese, a Etapa I foi desenvolvida a partir de uma revisão sistemática para traçar os principais estudos que desenvolveram métodos de avaliação da infraestrutura viária para determinar aspectos de segurança do transporte por bicicleta. A busca foi delimitada a partir do conceito de Nível de Serviço para Bicicletas, definindo-se, assim, uma *string* de busca com as palavras-chave sobre o tema em questão. Foram utilizadas duas bases de periódicos (Portal de Periódicos CAPES e TRID, *Transportation Research Information and Documentation*) para captação dos artigos. Em seguida, foram utilizados procedimentos de triagem e critérios de inclusão/exclusão para a escolha dos trabalhos a serem lidos na íntegra. Por fim, realizou-se a identificação dos indicadores chave, de acordo com o objetivo específico I. A busca foi realizada no ano de 2021 e obteve um recorte temporal datado da primeira referência clássica sobre o tema, de

¹¹ Esse trabalho apresenta resultados parciais de tese de doutorado em andamento.

1987, até o ano de 2020. A Figura 1 apresenta um diagrama resumindo os elementos de busca da revisão da literatura.

Figura 1 - Síntese da revisão da literatura sobre Nível de Serviço para Bicicletas em interseções.



Fonte: Elaboração própria (2023).

A Etapa II foi desenvolvida a partir da elaboração e aplicação de um questionário *online* que tratou de identificar quantitativamente quais os tipos de conflitos de trânsito mais recorrentes diante dos deslocamentos por bicicleta em interseções viárias. Para tanto, foi solicitada uma resposta de múltipla escolha para a seguinte questão: “Você já sofreu alguma situação de risco, hostilidade ou ocorrência de trânsito devido a conflitos de trânsito ao usar a bicicleta em interseções viárias (cruzamento ou rotatória)? Se sim, quais?”. Ao participante, também foi permitido, descrever, em resposta textual aberta, sobre quaisquer detalhes ou considerações que julgasse pertinente acerca do tema em questão. Além disso, foram solicitadas questões referentes ao perfil do ciclista respondente, incluindo informações sobre: Gênero; Cor/raça; Faixa etária (em anos); Cidade e estado onde se locomove de bicicleta (como base para detectar a respectiva faixa populacional); Motivo da principal viagem por bicicleta; e o Nível de confiança para pedalar (percepção).

Como pré-requisitos para responder o questionário, o participante deveria possuir 18 anos ou mais e utilizar a bicicleta como transporte ao menos 1 vez por semana. A pesquisa foi realizada no período de maio a junho de 2022. A plataforma de gerenciamento de pesquisas *Google Forms* foi utilizada como base para responder o questionário via internet, escolhida devido a sua simplicidade e facilidade de uso. Os questionários *online* possuem as vantagens de atender usuários de várias localidades, sem custo; anonimato das respostas; flexibilidade de uso; menor chance de erro para questões objetivas; agilidade de tabulação dos dados, etc. Já como desvantagens, pode-se citar a exclusão de pessoas com baixa compreensão de uso da internet; a impessoalidade; a falta de controle do ambiente de resposta e a não adesão ou desconfiança acerca de procedimentos digitais (Torini *et al.*, 2016). A divulgação se deu a partir de *link* para acesso direto, compartilhado em sites e redes sociais afins ao tema, com convite para os próprios respondentes compartilharem a pesquisa.

2 RESULTADOS

2.1 IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES DE SEGURANÇA CICLOVIÁRIA EM INTERSEÇÕES

A revisão da literatura realizada para esse trabalho conduziu à exploração de 13 referências principais, cujo conteúdo tinha como premissa o desenvolvimento de modelos de avaliação através do NSB em interseções. A partir da síntese desses modelos, foram identificados 20 indicadores, os quais foram sistematizados e traduzidos no Quadro 1, que busca apresentar as variáveis utilizadas por cada referência. O referido quadro foi organizado em ordem cronológica das referências e em ordem decrescente para a quantidade de aplicações dos indicadores.

Quadro 1 - Identificação de indicadores de desempenho ciclovial, segundo modelos de avaliação através do Nível de Serviço para Bicicletas em interseções.

Indicadores de desempenho ciclovial para interseções de trânsito	Ano	
	Autor(a)(es)	(Ano)
	Davis	(1987)
	Harkey et al.	(1998)
	Landis et al.	(2003)
	Steinman e Hines	(2004)
	Carter et al.	(2007)
	Dowling et al.	(2008)
	Pan, Zhang e Lu	(2008)
	Mekuria et al.	(2012)
	Jensen	(2013)
	Beura, Khumar e Bhuyan	(2017)
	Beura e Bhuyan	(2018)
	Ledezma-Navarro et al.	(2018)
	Beura et al.	(2020)
Volume de veículos motorizados	X X X X X	
Largura da faixa externa	X	
Sinalização de trânsito	X X X X X	
Presença de cicloestrutura adjacente	X X X X X	
Número de faixas de tráfego	X X X X X	
Acessos laterais com ultrapassagens	X X X X	
Estacionamento adjacente na via	X X X X	
Velocidade de tráfego motorizado	X X X X	
Distância de travessia	X X X X	
Atraso de deslocamento (<i>delay</i>)	X X X X	
Tipo de uso do solo	X X X	
Volume motorizado (acessos laterais)	X X X X	
Raio da curva de interseção	X X X X	
Pontos de conflito	X X X X	
Volume de pedestres na travessia	X X X X	
Condição do pavimento	X X X X	
Restrições de visibilidade	X X X X	
Largura da cicloestrutura	X X X X	
Declividade	X X X X	
Iluminação	X X X X	

Fonte: Elaboração própria (2023).

Os resultados apresentam o Volume de veículos motorizados como sendo a variável de maior aplicabilidade entre os modelos verificados. A presença de veículos motorizados e todas as suas implicações e problemas quanto à velocidade, tamanho, manobras, espaço de infraestrutura, sinalização, são um desafio para a gestão de transportes. O indicador de volume é usualmente utilizado para detectar o seu grau de influência, sobretudo, sob recortes temporais dos horários de pico, período de maior existência de conflitos e sinistros de trânsito.

Em seguida, a Largura da faixa externa e a Sinalização de trânsito foram a segunda e a terceira variável mais aplicada, respectivamente. Para o ciclista, a faixa externa da direita é comumente a mais utilizada, devido a uma maior facilidade de acesso a vias laterais e menor risco em vias compartilhadas com automóveis. Uma maior largura da faixa externa permite um tráfego com maior conforto e segurança. A presença e qualidade de elementos de sinalização de trânsito também fornecem um importante indicador de segurança para os ciclistas, através de elementos de orientação ou direcionamento do fluxo de maneira mais adequada.

Outros indicadores de maior proeminência foram a Presença de cicloestrutura adjacente e o Número de faixas de tráfego. A presença de cicloestruturas/infraestruturas cicloviárias como as ciclovias e ciclofaixas adjacentes representam um indicador de segurança para os ciclistas. Isso ocorre pois o espaço cicloviário é mais evidenciado e reflete-se na interseção através das faixas de marcação para bicicletas ou linha de continuidade, guiando um caminho mais seguro. Com relação ao número de faixas de tráfego há uma associação direta entre um maior volume de veículos motorizados e um maior número de faixas.

A maioria dos indicadores estão associados a efeitos negativos para o desempenho viário, ou seja, quanto mais/menor a sua quantidade/influência, pior o NSB. Os principais exemplos de variáveis negativas são aquelas relacionadas aos veículos motorizados (volume, velocidade, estacionamento) e outras condicionantes físicas que ampliam a zona de risco em interseções como a distância e raio de travessia, acessos laterais, pontos de conflito, restrições de visibilidade e outras. Por outro lado, algumas variáveis possuem efeitos positivos. A segurança cicloviária associa-se com um maior espaço e presença de facilidades para o ciclista (largura, cicloestrutura), bem como, com uma maior qualidade de elementos como a sinalização e pavimentação, melhorando assim o NSB.

Os modelos de avaliação através do NSB em interseções têm em comum a sistematização de variáveis preditoras que influenciam na segurança e conforto do ciclista em deslocamento nas vias. Entretanto, tais modelos também divergem acerca de características como: métodos estatísticos, com prevalência para as análises de regressão (Harkey *et al.*, 1998; Landis *et al.*, 2003; Carter *et al.*, 2007, Downing *et al.*,

2008, Beura; Kumar; Bhuyan, 2017); sistemas de classificação, principalmente através da divisão de A até F (Harkey *et al.*, 1998; Landis *et al.*, 2003, Steinman; Hines, 2004; Downling *et al.*, 2008; Jensen, 2013; Beura; Kumar; Bhuyan, 2017; Beura; Bhuyan, 2018); e abordagens com ciclistas, sobretudo a partir de simulações em vídeo (Harkey, Carter *et al.*, 2007, Downling *et al.*, 2008, Jensen, 2013; Beura; Kumar; Bhuyan, 2017). Nesse contexto, percebe-se a ampla gama de possibilidades analíticas passíveis de serem incorporadas como elementos de diagnóstico e planejamento cicloviário.

Uma das principais diferenças entre o Nível de Serviço para veículos motorizados e bicicletas reside no fato de que, no caso de deslocamentos ciclísticos, há diversas variáveis externas fundamentais, tais como características ambientais e de configuração da via e do tráfego, incluindo outros modos de transporte. Em contraste, para os modos motorizados, o próprio volume de veículos é o fator determinante do nível de serviço, sendo esse volume um fator de impedimento entre os próprios motoristas. Além disso, ao contrário dos modos motorizados, a escolha de rotas de viagem por ciclistas não é definida pela capacidade volumétrica de uma via suportar ciclistas, mas sim por fatores de impedância associados aos riscos de interação com veículos motorizados em contextos de limitadas medidas de segurança para um compartilhamento viário mais harmonioso (Landis *et al.*, 2003). A sensibilidade do modo cicloviário é maior, portanto, há mais parâmetros influentes para análise deste em relação aos modos motorizados.

2.2 PERCEPÇÃO DE CICLISTAS ACERCA DE CONFLITOS DE TRÂNSITO EM INTERSEÇÕES

Em geral, conforme verificado na seção anterior, os modelos de avaliação de desempenho cicloviário estão associados a indicadores físico-ambientais e operacionais de tráfego, como forma de quantificar e coletar dados de influência na segurança do ciclista. Contudo, vale ressaltar que, para além de tais indicadores, há também a ocorrência de sinistros de trânsito, situações que geram risco e ambientes hostis para o ciclista. Mesmo possuindo um outro teor de coleta e quantificação para

ser inseridos em métodos de diagnóstico viário, os tipos de conflitos são passíveis de serem identificados mediante a percepção e experiência dos próprios ciclistas. Esse contexto, serviu de motivação para reconhecer através do questionário do presente trabalho quais são esses fatores e a sua relativa ocorrência mediante uma amostra de 176 ciclistas. A Tabela 1 apresenta o perfil dos participantes.

Tabela 1 - Perfil dos participantes da pesquisa.

Variável	Grupo	Frequência	Percentual
Amostra		176	100,0%
Gênero	Masculino	115	65,3%
	Feminino	61	34,7%
Cor/raça	Branca	107	60,8%
	Preta ou Parda	62	35,2%
	Amarela ou Indígena	7	3,9%
Faixa etária (anos)	18 a 29	32	18,2%
	30 a 39	52	29,5%
	40 a 49	46	26,1%
	50 a 59	33	18,8%
	60 ou mais	13	7,4%
Faixas de população	até 100mil	20	11,4%
	> 100 até 500 mil	32	18,2%
	> 500 até 1 milhão	55	31,3%
	> 1 até 5 milhões	49	27,8%
	> 5 milhões	20	11,4%
Motivo da principal viagem por bicicleta	Trabalho	70	39,8%
	Faculdade / Escola	11	6,3%
	Compras / Serviços	24	13,6%
	Lazer / Social	43	24,4%
	Esporte	28	15,9%
Nível de confiança para pedalar (percepção)	Muito baixo	12	6,8%
	Baixo	25	14,2%
	Regular	42	23,9%
	Alto	61	34,7%
	Muito alto	36	20,5%

Fonte: Elaboração própria (2023).

Os principais resultados relativos ao perfil dos ciclistas participantes indicaram uma maioria do gênero masculino. Sabe-se que há ainda uma menor presença de mulheres ciclistas, o que ocorre, certamente, devido a falta de segurança e desrespeito no trânsito (Andrade *et al.*, 2016). Ao mesmo tempo em que uma maior efetividade no planejamento e na qualidade de execução e manutenção das condições cicloviárias podem induzir a potencial demanda reprimida das mulheres a utilizar a bicicleta como transporte. Outro aspecto evidenciado no perfil, trata-se de uma maioria de cor branca, o que pode sinalizar uma dificuldade de acessar os demais grupos através do método adotado. Quanto as faixas de idade, houve uma relação equilibrada entre os respondentes. Além disso, a maioria indicou ser de cidades de grande porte, com faixa de população de 500 até 1 milhão de habitantes, seguido da faixa de 1 milhão até 5 milhões de habitantes.

As viagens utilitárias são aquelas associadas ao uso da bicicleta como modo de transporte cotidiano para ir ao trabalho, instituições educacionais e outros locais comerciais e de serviço. A maioria dos participantes, 59,7%, corresponde a participantes que afirmaram usar a bicicleta para fins utilitários como principal motivo de viagem. Os demais 40,3% correspondem ao grupo de viagens não utilitárias prioritárias, seja para lazer como para esporte. Finalmente, os ciclistas foram questionados acerca do nível de confiança para pedalar, ao passo em que, a maioria afirmou possuir um alto nível de confiança, associado a uma maior experiência de uso da bicicleta.

Foi perguntado aos participantes da pesquisa se já haviam enfrentado alguma situação de risco, hostilidade ou conflito de trânsito enquanto pedalavam em interseções viárias. Apenas 13 indivíduos afirmaram não ter sofrido tais danos. As respostas foram coletadas por meio de opções de múltipla escolha e espaço livre para relatos de outras possibilidades. A Tabela 2 apresenta os resultados com a frequência dos participantes que relataram ter enfrentado algum tipo de conflito.

Tabela 2 - Quantitativo de sinistros de trânsito e situações de risco sofridas pelos participantes ao pedalar em interseções.

Conflito de trânsito em interseções	Frequência	Percentual
Veículo motorizado tirando fino	160	90,91%
Necessidade de parar ou desacelerar	129	73,30%
Ultrapassagem brusca	115	65,34%
Dificuldade/risco para acessar faixas laterais	105	59,66%
Agressão verbal	102	57,95%
Colisão ou atropelamento	48	27,27%
Invasão de ciclofaixa por veículos ou pedestres	3	1,70%
Assédio	2	1,14%
Tentativa de assalto	1	0,57%
Agressão física	1	0,57%

Fonte: Elaboração própria (2023).

A partir dos resultados da Tabela 2, observa-se que a principal ocorrência se refere à situação em que veículos motorizados passam ao lado do ciclista de maneira abrupta, sem manter um distanciamento seguro. A necessidade de parar ou desacelerar gerando atraso no deslocamento (*delay*) foi ressaltada em segundo lugar. Em terceiro lugar, as ultrapassagens bruscas foram evidenciadas, refletindo uma situação de risco elevado, sobretudo através da configuração de faixas de tráfego onde há a permissão do automóvel cruzar à direita, enquanto o ciclista possui o desejo de manter-se em frente. Metade das opções de conflito foram marcadas por mais de 50% dos respondentes, o que evidencia a variedade de situações às quais o ciclista está exposto no trânsito. Outras opções, inclusive as mais graves, como colisões ou atropelamentos, também foram relatadas, mas com um percentual menor de respostas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo cumpre com o objetivo de reconhecer as variáveis que influem na segurança do trânsito cicloviário, com ênfase na avaliação de interseções viárias. O trabalho ressalta através de um panorama da literatura uma síntese de indicadores chave, comumente utilizados para a avaliação de Nível de Serviço para Bicicletas em interseções. Isso serve como contribuição para futuras modelagens de métodos que busquem medir o desempenho cicloviário, com vistas à segurança dos ciclistas. Além das variáveis físico-ambientais e operacionais identificadas, o trabalho conduziu à verificação, a partir da percepção de ciclistas, dos principais tipos de conflitos de trânsito em interseções viárias.

Como recomendações para futuros trabalhos, ressalta-se: a importância de trabalhar o desenvolvimento de modelos de avaliação cicloviária, utilizando como base o que a literatura dispõe em termos de aplicabilidade; a ampliação do escopo da escala de análise, incorporando outros possíveis indicadores, de acordo com cada contexto; a análise de percepção dos usuários acerca dos indicadores e estudos de caso. Nesse contexto, busca-se ampliar a compreensão sobre os elementos que influem na segurança do transporte por bicicleta, ressaltando esse modal como um veículo que gera benefícios para toda a sociedade e meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, V.; RODRIGUES, J.; MARINO, F.; LOBO, Z. (Orgs.) **Mobilidade por bicicleta no Brasil**. 1 ed. Rio de Janeiro: PROURB/UFRJ, 2016. 292 p.

BEURA, S. K.; BHUYAN, P. K. Quality of Bicycle Traffic Management at Urban Road Links and Signalized Intersections Operating under Mixed Traffic Conditions. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2672, n. 36, p. 145-156, 2018. DOI: 10.1177/0361198118796350

BEURA, S. K.; KUMAR, N. K.; BHUYAN, P. K. Level of Service for Bicycle Through Movement at Signalized Intersections Operating Under Heterogeneous Traffic Flow Conditions. **Transportation in Developing Economies**, v. 3, n. 21, p. 1-16, 2017. DOI: 10.1007/s40890-017-0051-z

BEURA, S. K. et al. Service quality analysis of signalized intersections from the perspective of bicycling. *Journal of Transport & Health*, v. 16, n. 100827, p. 1-13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100827>

BLUE, E. **Bikenomics**: Como a bicicleta pode salvar a economia. Rio de Janeiro: Babilonia Cultura Editora, 2016. 224 p.

CARTER, D. L. et al. Bicyclist Intersection Safety Index. **Transportation Research Record**: Journal of the Transportation Research Board, n. 2031, p. 18-24, 2007. DOI: <https://doi.org/10.3141/2031-03>

DAVIS, J. **Bicycle Safety Evaluation**. Chattanooga, TN, USA: Auburn University, 1987.

DOWLING, R. et al. **Multimodal Level of Service Analysis for Urban Streets**. NCHRP Report 616, National Cooperative Highway Research Program. Washington, D.C., USA: Transportation Research Board of the National Academies, 2008. 122 p.

HARKEY, D. L. et al. **Development of the bicycle compatibility index**: A level of service concept, Final Report. FHWA-RD-98-072, McLean, VA, EUA: FHWA, 1998. 94 p.

JENSEN, S. U. Pedestrian and Bicycle Level of Service at Intersections, Roundabouts and other Crossings. In: ANNUAL MEETING OF TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 92, Washington, DC, United States, 2013. **Proceedings** [...]. Washington: Transportation Research Board, 2013. p. 1-19.

KAZEMZADEH, K. et al. Expanding the Scope of the Bicycle Level-of-Service Concept: A Review of the Literature. *Sustainability*, v. 12, n. 2944, p. 1-30, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12072944>

LANDIS, B. W. et al. Intersection Level of Service for the Bicycle Through Movement. **Transportation Research Record**, n. 1828, p. 101-106, 2003. DOI: <https://doi.org/10.3141/1828-12>

LEDEZMA-NAVARRO, B.; STIPANCIC, J.; ANDREOLI, A.; MIRANDA-MORENO, L. Evaluation of Level of Service and Safety for Vehicles and Cyclists at Signalized Intersections. In: ANNUAL MEETING OF TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 97, Washington, DC, United States, 2018. **Proceedings** [...]. Washington: Transportation Research Board, 2018. p. 1-16.

MEKURIA, M. C.; FURTH, P. G.; NIXON, H. **Low-Stress Bicycling and Network Connectivity**. San José, CA, USA: Mineta Transportation Institute, 2012. 84 p.

NACTO, National Association of City Transportation Officials. **Don't Give Up at the Intersection**: Designing All Ages and Abilities Bicycle Crossings. 2019. 40 p.

Disponível em: <https://nacto.org/publication/dont-give-up-at-the-intersection/> Acesso em: 10 jul. 2021.

PAN, F.; ZHANG, L.; LU, J. Unsignalized Intersection Level of Service Based on Safety. Traffic and Transportation Studies Congress, 2008. **Proceedings** [...]. ASCE, 2008.

STEINMAN, N.; HINES, D. K. Methodology to Assess Design Features for Pedestrian and Bicyclist Crossings at Signalized Intersections. **Transportation Research Record**: Journal of the Transportation Research Board, n. 1878, p. 42-50, 2004. DOI: <https://doi.org/10.3141/1878-06>

TORINI, D.; LIMA, M.; BRITO, M. M. A.; COELHO, V. S. R. P. **Métodos de pesquisa em Ciências Sociais**: Bloco Quantitativo. São Paulo: CEBRAP/SESC, 2016. 99 p.

WHO, World Health Organization. **Global status report on road safety 2018**. Geneva: World Health Organization, 2018. 424 p. Disponível em: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241565684> Acesso em: 11 ago. 2022.