

# Perceção da segurança objectiva dos ciclistas urbanos: uma revisão sistemática da literatura

Ana Karina de Barros Christ<sup>1\*</sup>, Miguel Costa<sup>1,2</sup>, Manuel Marques<sup>2</sup>, Carlos Roque<sup>3</sup>, Filipe Moura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Civil Engineering Research and Innovation for Sustainability, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal

email: anakarinachrist@tecnico.ulisboa.pt

<sup>2</sup> Institute for Systems and Robotics, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal

<sup>3</sup> Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Transportes, Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisbon, Portugal

---

## Sumário

*A segurança é um dos principais fatores para a prática do ciclismo, principalmente relacionado com a falta de infraestrutura adequada. No entanto, a segurança objetiva das infraestruturas cicláveis não é percebida da mesma forma por todos os ciclistas, colocando em risco aqueles que percecionam erradamente a infraestrutura. Assim, analisar a segurança percebida é fundamental para desenvolver políticas de incentivo ao ciclismo urbano. Esta revisão sistemática explora a bibliografia sobre quais as intervenções objectivas de segurança em percursos para ciclistas e como elas podem melhorar a perceção subjetiva dos seus utilizadores.*

---

**Palavras-chave:** Mobilidade Urbana Sustentável; Ciclismo Urbano; Segurança objectiva; Perceção de Segurança; Utentes Vulneráveis; Segurança do Transporte Urbano

## 1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população mundial, prevê-se uma maior pressão no crescimento das cidades. Igualmente, a pressão sobre os meios de transporte em ambientes urbanos irá crescer. Uma possível solução para os desafios subsequentes seria expandir ainda mais a capacidade das rodovias. Com as limitações crescentes de espaço, conjugado com crescentes restrições ambientais, tal hipótese torna-se cada vez mais improvável. Assim, os modos ativos apresentam-se como alternativas mais resilientes, seguras e sustentáveis para ampliar a capacidade de transporte das cidades. Os modos ativos requerem significativamente menos espaço, mas são frequentemente desconsiderados [1, 2]. Um dos alicerces de uma cidade sustentável pode ser o ciclismo, proporcionando benefícios sociais, ambientais e económicos. No entanto, a falta de segurança é uma das principais barreiras à adoção da bicicleta como meio de transporte regular, o que muitas vezes está relacionado com a falta de infraestrutura adequada [3]. Assim, torna-se necessário repensar as cidades e proporcionar aos ciclistas condições e infraestruturas adequadas para tornar a utilização de bicicleta mais segura e atrativa [4]. Embora as infraestruturas dedicadas à bicicleta (por exemplo, pistas e faixas cicláveis) tenham demonstrado reduzir o risco de colisões e lesões, a maioria da investigação sobre segurança ciclável urbana concentra-se em diferentes fatores, como dados sócio-demográficos, ambiente construído, dados meteorológicos e comportamento [5].

No entanto, a segurança ciclável objetiva (ou seja, o risco de acidente) pode não ser percebida da mesma forma pelos ciclistas (segurança subjetiva ou percebida) [6]. Se a infraestrutura não for segura e os ciclistas acharem que estão seguros, eles estão em risco. A perceção de risco é influenciada tanto pela probabilidade de um evento adverso (por exemplo, o risco de um acidente) quanto pela magnitude das consequências (por exemplo, a gravidade da lesão) [7, 8]. A perceção de segurança afeta diretamente as intenções e decisões de usar os modos

---

<sup>1\*</sup> Autor correspondente. Ana Karina de Barros Christ, Tel.: +351-93-323-4457;  
E-mail: anakarinachrist@tecnico.ulisboa.pt

ativos [6]. Assim, a decisão de usar a bicicleta pode ser guiada mais pela percepção do que por dados empíricos [9]. A percepção do risco varia de acordo com características individuais (idade, sexo, educação, e atitudes) de cada pessoa, mas também é influenciada pelas condições e interações culturais e sociais, bem como pelo perigo específico [10]. A percepção do risco pode ter uma influência no incentivo ou desencorajamento do ciclismo, portanto, a percepção deve ser considerada [11]. Portanto, analisar e estudar a segurança percebida é fundamental para desenvolver políticas de incentivo ao ciclismo urbano.

Esta revisão sistemática de literatura analisa a bibliografia acerca das intervenções objectivas de segurança em percursos para ciclistas e como elas interferem na percepção subjetiva dos seus utilizadores. Além disso, investiga quais são os indicadores e fatores que permitem detetar a percepção inconsistente de risco objectivo por parte dos ciclistas e não ciclistas (assumindo que, por hipótese, têm percepções diferentes).

## 2 PROTOCOLO DE REVISÃO DE LITERATURA

O protocolo de revisão aplicado baseia-se nas diretrizes para a realização de revisões sistemáticas da literatura de Kitchenham e Charters [12]. O estabelecimento de um protocolo de revisão visa garantir que a revisão da literatura seja sistemática e minimize o enviesamento da pesquisa. Como tal, a revisão de literatura está centrada num conjunto de questões de investigação que servem o objectivo deste trabalho e derivam das razões que deram início a esta revisão. O protocolo de revisão está organizado tendo por base as questões de investigação que definiram as principais áreas de investigação deste estudo. Na Secção 2.1 são identificadas as referidas questões. A Secção 2.2 define a estratégia de extração de referências, incluindo a lista de bibliotecas pesquisadas e os critérios de inclusão/exclusão.

### 2.1 Perguntas de investigação

Esta revisão sistemática da literatura visa fornecer uma visão geral da investigação relatada no campo da segurança objectiva e subjetiva de ciclistas. Nesta visão geral, pretendemos responder às seguintes questões:

**PI1:** Onde e quando ocorrem acidentes ou quaseacidentes na rede cicloviária?

**PI2:** Quais os indicadores que podem contribuir para a percepção inconsistente de risco objectivo por ciclistas e não ciclistas?

**PI3:** Qual é a relação custo-benefício das medidas corretivas das infraestruturas de segurança cicloviária e a correspondente modificação da percepção de risco por parte dos cidadãos?

**PI4:** Quando é que ciclistas e não ciclistas ajustam a sua percepção de segurança após as intervenções nas infraestruturas cicláveis ou após melhorias de formação e sensibilização?

### 2.2 Estratégia de revisão sistemática

A estratégia para identificar a bibliografia relevante passa por uma pesquisa de palavras-chave em bibliotecas científicas. As bibliotecas científicas incluídas nesta investigação são a Scopus e a Web of Science. De seguida, são extraídas referências de acordo com os grupos de palavras-chave identificados na Tabela 1.. A consulta de referências é mantida intencionalmente simples para que se possa extrair o número máximo de artigos contendo os termos e palavras identificados. O conjunto de referências colecionadas das referidas bibliotecas deve corresponder com o seguinte conjunto de critérios de inclusão:

- A literatura deve abordar a segurança objectiva e subjetiva do ciclismo como área de investigação. Portanto, as palavras-chave “*cycling safety*” (segurança do ciclismo) devem existir como um todo e em pelo menos um dos campos: título, palavras-chave ou resumo. Além disso, composições possíveis das palavras-chave devem ser igualmente consideradas;
- Sejam artigos de investigação, ou seja, publicados em revista científica com revisão por pares, e escritos em inglês;
- Ter um corpo de documento com mais de uma página.

Tabela 1. Termos de pesquisa

Perguntas de Investigação	Grupos de palavras-chave
PI 1	<i>("cycling" OR "cyclist*" OR "bicycle*" OR "bike*") AND ("infrastructure" OR "network") AND ("accident*" OR "quasi-accident*" OR "injury*" OR "crash*" OR "collision*")</i>
PI 2	<i>("indicator*" OR "guideline*" OR "measure*" OR "index") AND ("objective" OR "subjective" OR "perception") AND ("safety" OR "risk") AND ("cycling" OR "cyclist*" OR "non-cyclist*")</i>
PI 3	<i>("cost-effectiveness" OR "cost-benefit analysis") AND ("cycling" OR "cyclist*" OR "bicycle*" OR "bike*") AND ("infrastructure*" OR "network") AND ("training" OR "measure*")</i>
	<i>("cycling" OR "cyclist*" OR "bicycle*" OR "bike*") AND ("infrastructure" OR "network") AND ("training" OR "measure*") AND ("risk" OR "hazard" OR "danger") AND ("perception" OR "understanding" OR "awareness")</i>
PI 4	<i>("correct" OR "accurate" OR "change" OR "modify") AND ("habits" OR "behavior" OR "behaviour" OR "practices" OR "actions" OR "conduct") AND ("cycling" OR "cyclist*" OR "bicycle*" OR "bike*") AND ("infrastructure" OR "network") AND ("training" OR "measure*" OR "intervention*")</i>
	<i>("non-cyclist*" OR "driver*" OR "pedestrian*" OR "motorcyclist*") AND ("correct" OR "change") AND ("habits" OR "behavior" OR "behaviour" OR "practices" OR "actions" OR "conduct") AND ("cycling" OR "cyclist*" OR "bicycle*" OR "bike*") AND ("infrastructure" OR "network") AND ("training" OR "measure*" OR "intervention*")</i>

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, analisamos e identificamos os resultados da revisão de literatura. Esta seção está organizada segundo as perguntas de investigação enumeradas na Seção 2.1. Melhorar a base de conhecimento sobre segurança do ciclismo urbano facilitará o desenvolvimento de intervenções de segurança ciclística mais eficazes que, por sua vez, ajudarão a tornar o ciclismo mais seguro. O objetivo principal desta revisão sistemática da literatura passa por identificar as intervenções que visam a segurança ciclável e como estas melhoram a percepção subjetiva dos ciclistas. Por último, as principais conclusões e implicações da revisão são discutidas.

#### 3.1 Seleção de texto completo

Para obter o corpo de literatura da nossa revisão, aplicamos o protocolo descrito na Seção 2 em Março de 2022. A Tabela 2 mostra os três passos descritos na Seção 2.2, bem como o número de artigos resultantes após cada passo. Após extrair os artigos das bibliotecas científicas, a coleção de artigos contém 3111 artigos. 1045 artigos foram excluídos após a deteção de elementos duplicados e com erros ortográficos. De seguida, mais 1825 artigos foram excluídos após aplicar os critérios de inclusão/exclusão. Um total de 441 estudos foram incluídos na revisão. As referências foram selecionadas quanto à relevância potencial para a segurança do ciclismo urbano.

A inspeção dos resumos forneceu mais informações sobre a relevância do artigo. Através de uma avaliação mais detalhada, foram identificados 4 grandes tópicos de pesquisa dentro da segurança do ciclismo urbano: 1. Classificação/modelagem/características dos acidentes/locais dos acidentes (24%); 2. Avaliação/influência da infraestrutura/medidas de segurança na segurança objectiva/subjetiva (41%); 3. Benefícios/impactos/efeitos do transporte ativo (10%); 4. Mudança/impulsão dos padrões de mobilidade e comportamento dos ciclistas (25%). Dentre os tópicos identificados, retivemos 27 artigos do tópico 2 para uma revisão mais detalhada que se tratasse diretamente de intervenções objectivas de segurança, aumentando a percepção subjetiva de alguma forma. Os critérios gerais para priorização de estudos para análise foram baseados na seguinte diretriz: 1. Meta-análises 2. Estudos mais recentes 3. Alta qualidade dos estudos 4. Número de citações 5. Periódicos revisados por pares. Cada artigo foi classificado em termos de sua relevância para o assunto da revisão, conforme definido acima. As classificações aplicadas foram 'alta', 'moderada' e 'baixa' (onde 'baixa' deve ser distinguida de 'nenhuma').

Tabela 2. Etapas da revisão de literatura e o número de artigos incluídos em cada passo.

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Nº de artigos</b>
1. Coleção de dados	Dados exportados das bibliotecas científicas selecionados	3311
2. Limpeza dos dados	Elementos duplicados	2266
3. Aplicação critérios de inclusão/exclusão I	Critérios gerais para filtrar estudos	441
4. Aplicação critérios de inclusão/exclusão II	Filtragem de estudos por tópicos	27

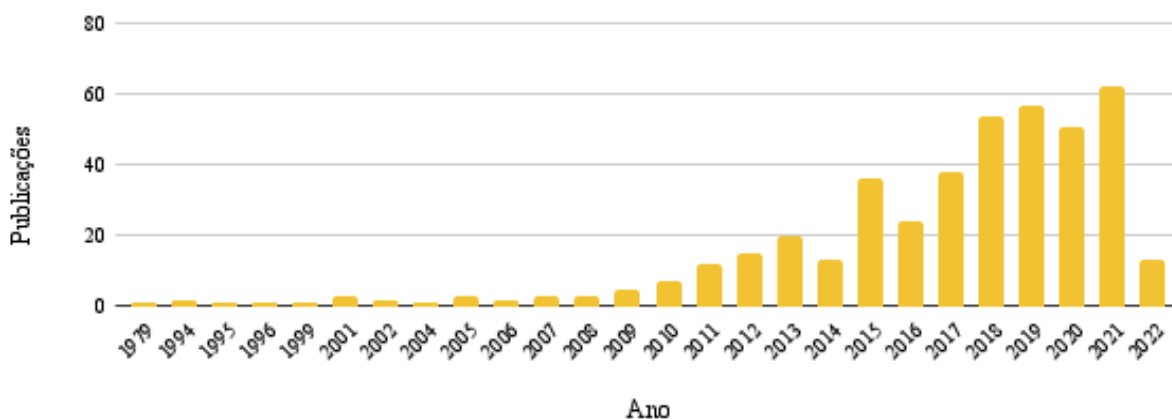
### 3.1.1 Informações de publicação

431 artigos publicados entre 1979-2022 foram incluídos na modelação de tópicos. Alguns dos estudos foram observacionais ou descritivos e incluíram dados provenientes de hospitais, departamentos de polícia, câmaras municipais e institutos de investigação. Outra parte dos artigos concentrou-se na modelagem de acidentes e modelagem de escolha modal. Outras fontes de dados incluíram gravações de vídeo de viagens de bicicleta (experiências naturalistas), bem como pesquisas e questionários, geralmente adquiridos juntamente com dados observacionais.

### 3.1.2 Frequência de publicações por ano

A frequência de publicações de segurança do ciclismo urbano por ano de 1979 a 2022, inclusive, é mostrada na Figura 1. No período entre 2012 e 2022, 383 estudos foram publicados, representando 88% de todos os estudos de segurança do ciclismo urbano nos artigos incluídos nesta revisão. Sabe-se que uma mudança contínua da mobilidade humana para modos de mobilidade ativos e sustentáveis é uma grande preocupação para a sociedade para reduzir a contribuição humana para as mudanças climáticas, bem como para melhorar a vida e saúde nos ambientes urbanos. Sendo assim, fica evidente que nos últimos dez anos aumentaram significativamente os estudos sobre segurança do ciclismo urbano.

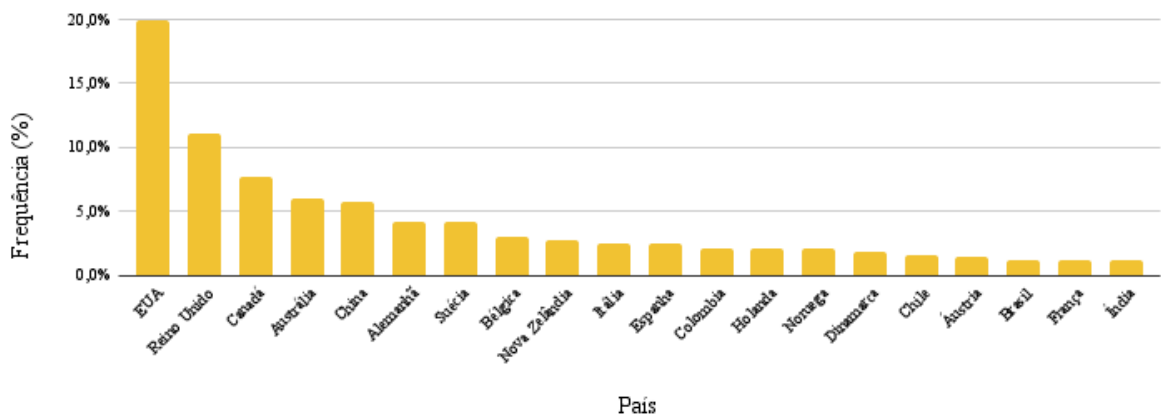
Fig. 1. Frequência de publicações sobre segurança do ciclismo urbano por ano (1979-presente) incluídas nesta revisão da literatura .



### 3.1.3 Caracterização geográfica

A Figura 2 mostra a percentagem de estudos realizados em cada país. A maior proporção de estudos examinou a segurança do ciclismo urbano nos Estados Unidos (20,0%), Reino Unido (11,1%), Canadá (7,7%), Austrália (6,0%), China (5,8%) e Alemanha e Suécia (4,2%).

Fig. 2. País de onde foi investigada a segurança do ciclismo urbano e a percentagem de frequência das publicações finais por país.



### 3.2 Indicadores e fatores que explicam o risco entre os utentes vulneráveis da via

Os estudos identificados investigam, principalmente, três vertentes: características das infraestruturas, a presença e o tipo de infraestrutura para bicicletas e os comportamentos dos peões, ciclistas e condutores. De seguida, analisamos cada um destes três tópicos.

#### 3.2.1 Características das infraestruturas

Como medidas de exposição que aumentam a probabilidade de acidente, os volumes de tráfego são um fator crítico que afetam o desempenho de segurança nas interseções, inclusive para ciclistas urbanos. Além disso, estudos recentes sugerem que diferentes atributos do ambiente físico estão associados à participação em caminhadas e ciclismo sendo realizadas para diferentes propósitos. Adams et al. [13] identificaram, através da avaliação de atributos do ambiente físico e das suas associações com os comportamentos de caminhada e ciclismo, que a escolha da bicicleta como transporte foi associada apenas à existência de conectividade das ruas. Além disso, a bibliografia existente avalia o impacto dos dispositivos de acalmia de tráfego em termos de comportamento de mobilidade e segurança, mas pouco se sabe sobre o seu impacto percebido do ponto de vista das crianças. Torres et al. [14] mencionam a velocidade do veículo como a principal ameaça percebida pelas crianças. Assim, as crianças estão confiantes na eficácia dos dispositivos de acalmia de tráfego, mas estão céticos sobre a eficácia de medidas mais 'informativas', como a marcação rodoviária.

Melhorar o conhecimento dos ciclistas urbanos sobre o risco comparativo dos diferentes tipos de infraestrutura pode reduzir a incidência de lesões, influenciando suas escolhas de rota ou seu comportamento de risco ao usar tipos mais perigosos de infraestrutura ciclável. Winters et al. [15] reportaram a relação entre o risco de lesão percebido e observado, identificando que a maioria dos tipos de rota que foi percebida como de maior risco também era a rota considerada de maior risco de lesões; da mesma forma, a maioria dos tipos de rota percebidos como mais seguros também foram considerados assim. Winters et al. afirmam que as percepções correspondem geralmente à segurança observada, mas não dispensam programas de educação e treino como complementos para garantir a segurança do ciclista urbano.

As ferramentas que promovem a localização de caminhos com base na segurança podem ser extremamente úteis para ajudar os utentes com mobilidade condicionada pela visão e percepção reduzidas, os quais correm o risco de um acidente iminente ou uma colisão com outros veículos em movimento mais rápido nas rodovias. Para facilitar o deslocamento seguro para esses dois tipos de utentes da via, Chandra [16] desenvolveu e validou indicadores de segurança para ruas e cruzamentos considerando: atributos de tráfego, como velocidade e densidade, atributos do condutor, como tempo de percepção-reação e atributos da rua, como comprimento e coeficiente de atrito pneu-estrada. Os indicadores de segurança são úteis para classificar cruzamentos e ruas de uma rede e podem ser usados no planeamento na determinação de locais com alto potencial de acidente.

### 3.2.2 Presença e o tipo de infraestruturas para bicicletas

Projetar interseções amigáveis para bicicletas (como caixas para bicicletas, sinais de travessia de bicicleta e marcações de travessia de interseção) pode melhorar a segurança subjetiva e objectiva do ciclismo, e dessa forma incentivar o uso da bicicleta. Wang and Akar [17] descobriram que a instalação de caixa para bicicleta (“*bike box*”) pode promover os níveis de segurança percebidos de ciclistas urbanos regulares e potenciais. Através da aplicação de uma abordagem que considera medidas subjetivas e objetivas de segurança nas avaliações num estudo antes-depois de uma caixa de bicicleta, Götschi et al. [18] também identificaram que a segurança percebida ao atravessar a interseção é significativamente maior após a marcação de caixa para bicicleta.

### 3.2.3 Comportamentos dos peões, ciclistas e motoristas.

A observação do comportamento dos ciclistas – particularmente as relações entre fatores infraestruturais, humanos e de segurança dos ciclistas – podem melhor informar a nossa compreensão da segurança de diferentes tipos de utentes e suas interações com as características infraestruturais das vias. Um estudo observacional mostrou associações significativas entre fatores de comportamento humano, condições de infraestrutura e acidentes [19]. Ajzen [20] refere que as atitudes, normas sociais e controlo comportamental percebido ajudam a prever a intenção dos ciclistas de adotar um comportamento de risco em determinado contexto. Para obter uma melhor compreensão dos fatores comportamentais humanos, o autor propõe a Teoria do Comportamento Planejado (TCP), que pode explicar e prever as intenções dos ciclistas em adotar comportamentos de risco [20]. Cristea e Gheorghiu [21] elaboraram um estudo que visou obter uma melhor compreensão dos fatores que podem explicar e prever as intenções dos ciclistas de adotar comportamentos de risco (i.e., passar o sinal vermelho e virar à esquerda num cruzamento) em duas situações de risco específicas usando a TCP. Os resultados sugerem que, para comportamentos de risco, o controle comportamental percebido e a atitude foram os melhores preditores da intenção comportamental dos ciclistas urbanos [21].

Por fim, Zhao et al. [22] propõem a aplicação de modelos de sobrevivência para estudar a percepção de risco dos ciclistas. Com isso, conseguiram identificar quais os fatores de tráfego, personalidade e educação do utente influenciam diretamente o comportamento e percepção de risco em utentes vulneráveis.

## 3.3 Dados de pesquisa ou entrevistas sobre percepções e preferências de segurança

Informações sobre percepções subjetivas de segurança e preferências de infraestrutura também podem ser úteis para entender a segurança do ciclismo urbano. As percepções de risco, segurança e conforto podem afetar significativamente a escolha dos ciclistas em usar (ou evitar) certas interseções ou vias, e os projetos podem sinalizar ou orientar os utilizadores da estrada para os comportamentos pretendidos. Os doze estudos que identificamos usaram inquéritos (ou entrevistas) para investigar o conforto, perigo, risco, percepção da infraestrutura e o comportamento dos ciclistas [23-33].

Adicionalmente, os quase-acidentes podem ser usados como medidas substitutas de acidentes, com base na suposição de que eles compartilham causas comuns. Além disso, no domínio do ciclismo, foi sugerido que os incidentes de quaseacidente podem fornecer “alertas precoces” de situações ou comportamentos que podem levar a colisões. Em [23, 24], investigou-se a percepção de risco e o comportamento dos ciclistas urbanos comparativamente à sua competência percebida (ou seja, controle percebido e excesso de confiança), percepção de risco de interações com automóveis, uso de bicicleta, evitar partilhar a estrada com o restante tráfego e experiências recentes de quase-acidentes [23]. Os ciclistas reportaram envolver-se numa variedade de comportamentos de risco que vão desde avaliar erradamente a velocidade de aproximação de veículos, a ignorar semáforos vermelhos ou desvios em torno de pedestres [24].

Avaliar a intervenção de percepção de perigo também pode ser eficaz para melhorar as capacidades de percepção de perigo em ciclistas urbanos. O risco de colisão percebido depende tanto do veículo que a pessoa usa quanto do veículo com o qual ela interage. Os carros são percebidos como causas de maiores riscos de colisão do que as



bicicletas e em proporções que não correspondem às taxas reais de colisão [25]. Além disso, o controle percebido parece ser um fator importante para influenciar o risco percebido. A idade também é outro fator importante a ser considerado percepção de perigo. A intervenção para treinar habilidades de percepção de perigos em crianças é capaz de melhorar a conscientização das crianças e a percepção de perigos para situações potenciais de perigo [30]. Além disso, a percepção dos pais sobre trânsito, perigo e segurança criminal está diretamente relacionada com o transporte ativo de adolescentes, pois múltiplas preocupações de segurança podem motivar os pais a restringir a mobilidade dos adolescentes em modos ativos [27]. Considerar a segurança percebida dos ciclistas no projeto/adaptação da rede e na implementação de mudanças nas políticas para melhorar essas máis percepções teria uma influência positiva no uso da bicicleta [26].

No que se refere ao sexo, há uma tendência geral para uma percepção de risco maior entre ciclistas femininas, com um maior risco de atropelamento percebido [23]. Os ciclistas que se identificam como mulher também estão mais preocupados com a segurança em geral, pois reportaram mais preocupações relacionadas ao abuso verbal (bullying), e com a forma como outros motoristas interagem com os ciclistas [28]. Contudo, [29] sugere que, apesar das questões de sexo, as motivações pessoais têm um papel muito menos importante no julgamento do risco.

Há amplas evidências de que a infraestrutura de ciclismo adequada aumenta a segurança dos ciclistas. No entanto, há menos pesquisas na forma como as pistas de ciclismo afetam a segurança subjetiva. Em [31] identificou-se que as ciclovias são percebidas como mais seguras do que as ciclofaixas, que por sua vez são preferidas ao ciclismo na rua. Por outro lado, as separações físicas, uma maior largura da via e uma superfície colorida contribuem para uma maior segurança subjetiva das vias cicláveis. Já o estudo [32] identificou que mudanças que minimizem as interações com veículos automóveis, como fases de sinais luminosos totalmente separadas e interseções protegidas, são avaliados como mais seguros. No entanto, o estudo [33] constatou que a segurança nas rotundas para pessoas que andam de bicicleta é de grande preocupação. Apesar das rotundas geralmente reduzirem os acidentes de trânsito no geral, as rotundas podem aumentar a frequência de acidentes de bicicletas [33].

### **3.4 Modelação estatística sobre percepções e preferências de segurança**

A percepção subjetiva do risco para ciclistas urbanos foi investigada, na maioria dos casos, através de inquéritos. No entanto, dados mais recentes permitiram ampliar a investigação e a compreensão dos fatores subjacentes a este risco. Utilizando modelos de regressão linear, Branion-Calles et al. [34] demonstraram que um aumento da disponibilidade de instalações para bicicletas através da expansão de redes de bicicletas, pode resultar num aumento da percepção de segurança. Além disso, Nevelsteen et al. [35] constataram que a segurança objectiva e subjetiva relativa ao tráfego é directamente influenciada pelas características da infraestrutura. Um estudo de Manton et al. [36] indica que o desenho da infraestrutura pode reduzir a percepção de risco através de um mapeamento mental, sendo este uma ferramenta útil para avaliar percepções com forte aspecto visual e geográfico. Ao incorporar uma ferramenta para medir proativamente os problemas de percepção de segurança, é possível definir melhor as localizações em que as pessoas mais podem beneficiar de melhorias de segurança, facilitando assim os andar a pé e de bicicleta [37].

A percepção de risco subjetivo num determinado local pode divergir significativamente do risco objectivo. Segundo von Stülpnagel e Lucas [38], a percepção de risco em vias com ciclovias cujo trânsito circula em sentido oposto não corresponde ao risco objectivo aí existente. A crescente disponibilidade de sistemas de informação geográfica código aberto, que agregam informações sobre o risco percebido por ciclistas, prometem novas possibilidades para a investigação e compreensão dos fatores determinantes do risco percebido por ciclistas. Segundo von Stülpnagel e Krukar [39], os dados extraídos destes sistemas, bem como de fontes de dados autoritários, podem ser representativos para a formulação de indicadores válidos para o risco percebido em locais específicos. Aliado a isto, o mapeamento dos movimentos oculares de ciclistas pode ser usado para conectar a percepção de risco com a atenção dos ciclistas. Um estudo do Reino Unido [40] constatou relações directas entre a atenção e as avaliações e comportamentos de risco. No geral, os ciclistas dedicaram a maior parte de sua atenção ao lado mais próximo dos veículos, e perceberam a passagem mais distante do passeio como

mais arriscada [38].

### 3.5 Limitações do estudo

Duas limitações desta revisão da literatura foram identificadas. Primeiro, embora uma estratégia de procura de referências tenha sido usada, o foco foi apenas em artigos de revistas com revisão por pares. Consequentemente, artigos publicados em conferências e capítulos de livros não foram incluídos. Esses artigos devem ser considerados por investigadores e profissionais que querem aprender mais sobre a segurança objectiva e percebida no ciclismo. Segundo, estudos que não estavam disponíveis em inglês também foram excluídos da revisão. Por fim, os resultados de estudos realizados em contextos geográficos e culturalmente diversos podem ter sido negligenciados. Esta limitação deve ser considerada para generalizar os resultados da revisão para além dos países e publicações de língua inglesa.

## 4 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Esta revisão identificou várias lacunas nos estudos existentes que tratam da segurança objectiva e subjetiva para os utilizadores de bicicleta. O estado da arte revela que não sabemos como as intervenções objectivas de segurança influenciam a percepção subjetiva. Como é amplamente aceito, o ciclismo tende a produzir benefícios para a saúde e reduzir a poluição do ar. O Estado incentiva as pessoas a usar bicicletas através da melhoria das infraestruturas e do desenvolvimento de sistemas de partilha de bicicletas. Os conflitos no trânsito condicionam as viagens de ciclistas e peões, impedindo que os potenciais utilizadores obtenham plenamente os benefícios do transporte ativo. A disponibilização de infraestruturas adequadas e seguras para ciclistas é um fator de sucesso fundamental na promoção do ciclismo como modo de transporte. No entanto, mesmo que a infraestrutura seja construída, as pessoas podem não se sentir seguras o suficiente para circular nelas. Além disso, é necessário avaliar o custo-eficácia e a aceitabilidade dessas intervenções. Mais estudos são necessários para examinar quais as intervenções objectivas de segurança que contribuem para a percepção subjetiva dos utentes, bem como a relação custo-benefício e a aceitabilidade dessas intervenções. Uma das principais conclusões deste estudo é que a segurança dos ciclistas urbanos deve ser abordada como um problema complexo que requer uma abordagem sistémica multifacetada. Isso significa que vários intervenientes em diferentes níveis do sistema de transporte devem cooperar e coordenar seus esforços.

## REFERÊNCIAS

1. A. R. Lawson, B. Ghosh, and V. Pakrashi. Quantifying the perceived safety of cyclists in dublin. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Transport*, (Vol. 168, No. 4, pp. 290-299) 2015.
2. P. Nilsson, H. Stigson, M. Ohlin, and J. Strandroth. Modelling the effect on injuries and fatalities when changing mode of transport from car to bicycle. *Accident Analysis Prevention*, 100, 30-36, 2017.
3. R. Félix, F. Moura, and K. J. Clifton. Typologies of urban cyclists: Review of market segmentation methods for planning practice. *Transportation Research Record*, 2662(1), 125-133, 2017.
4. R. Félix, P. Cambra, and F. Moura. Build it and give ‘em bikes, and they will come: The effects of cycling infrastructure and bike-sharing system in lisbon. *Case Studies on Transport Policy*, 8(2), 672-682, 2020.
5. J. Vanparijs, L. I. Panis, R. Meeusen and B. de Geus. Exposure measurement in bicycle safety analysis: A review of the literature. *Accident Analysis & Prevention*, 84:9–19, 2015
6. E. Heinen, K. Maat, and B. van Wee. The role of attitudes toward characteristics of bicycle commuting on the choice to cycle to work over various distances. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16(2), 102-109, 2011.
7. W. Leiss and C. Chociolko. *Risk and responsibility*. Montreal Kingston: McGill-Queen’s University Press, 1994.
8. P. SLOVIC. *Perception of risk*. Science, Washington, DC, 1987.
9. J. Dill and K. Voros. Factors affecting bicycling demand: Initial survey findings from the Portland, Oregon, region. *Transportation Research Record*, 2031(1), 9-17, 2007.
10. L. Sjøberg, B. Moen, and T. Rundmo. Explaining risk perception. an evaluation of the psychometric paradigm in risk perception research. 84, 55-76, 2004.



11. R. B. Noland. Perceived risk and modal choice: Risk compensation in transportation systems. *Accident Analysis Prevention*, 27(4), 503-521, 1995.
12. B. Kitchenham and S Charters. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering, 2007
13. E. J. Adams, A. Goodman, S. Sahlqvist, F. C. Bull and D. Ogilvie. Correlates of walking and cycling for transport and recreation: factor structure, reliability and behavioural associations of the perceptions of the environment in the neighbourhood scale (PENS). *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 10(1), 1-15, 2013
14. J. Torres, M. S. Cloutier, J. Bergeron and A. St-Denis. 'They installed a speed bump': children's perceptions of traffic-calming measures around elementary schools. *Children's geographies*, 18(4), 477-489, 2020
15. M. Winters, S. Babul, H. J. E. H. Becker, J. R. Brubacher, M. Chipman, P. Crompton, ... and K. Teschke. Safe cycling: how do risk perceptions compare with observed risk?. *Canadian journal of public health*, 2012
16. S. Chandra. Safety-based path finding in urban areas for older drivers and bicyclists. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 48, 143-157, 2014
17. K. Wang and G. Akar. The perceptions of bicycling intersection safety by four types of bicyclists. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 59, 67-80, 2018
18. T. Götschi, A. Castro, M. Deforth, L. Miranda-Moreno and S. Zangenehpour. Towards a comprehensive safety evaluation of cycling infrastructure including objective and subjective measures. *Journal of Transport & Health*, 8, 44-54, 2018
19. S. Useche, L. Montoro, F. Alonso and O. Oviedo-Trespalacios. Infrastructural and human factors affecting safety outcomes of cyclists. *Sustainability*, 10(2), 299, 2018
20. I. Ajzen. From intentions to actions: A theory of planned behavior. In *Action control* (pp. 11-39). Springer, Berlin, Heidelberg, 1985
21. M. Cristea and A. Gheorghiu. Attitude, perceived behavioral control, and intention to adopt risky behaviors. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 43, 157-165, 2016
22. D. Zhao, S. Zhang, B. Zhou, S. Jiao and, L. Yang . Risk perception sensitivity of cyclists based on the cox risk perception model. *Sustainability*, 12(7), 2613, 2020
23. G. Bösehans and G. M. Massola. Commuter cyclists' risk perceptions and behaviour in the city of São Paulo. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 58, 414-430, 2018
24. V. M. Puchades, F. Fassina, F. Fraboni, M. De Angelis, G. Prati, D. de Waard and L. Pietrantonio. The role of perceived competence and risk perception in cycling near misses. *Safety science*, 105, 167-177, 2018
25. N. Chaurand and P. Delhomme. Cyclists and drivers in road interactions: A comparison of perceived crash risk. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 1176-1184, 2013
26. A. R. Lawson, B. Ghosh and V. Pakrashi. Quantifying the perceived safety of cyclists in Dublin. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport*, (Vol. 168, No. 4, pp. 290-299) 2015
27. I. Esteban-Cornejo, J. A. Carlson, T. L. Conway, K. L. Cain, B. E. Saelens, L. D. Frank, ... and J. F. Sallis. Parental and adolescent perceptions of neighborhood safety related to adolescents' physical activity in their neighborhood. *Research quarterly for exercise and sport*, 87(2), 191-199, 2016
28. M. Graystone, R. Mitra and P. M. Hess. Gendered perceptions of cycling safety and on-street bicycle infrastructure: bridging the gap. *Transportation research part D: transport and environment*, 105, 103237, 2022
29. A. K. Huemer and F. M. Strauß. Attitude vs. infrastructure: Influences on the intention to overtake bicycle riders. *Transportation research interdisciplinary perspectives*, 10, 100397, 2021
30. L. H. Zeuwts, G. Cardon, F. J. Deconinck and M. Lenoir . The efficacy of a brief hazard perception interventional program for child bicyclists to improve perceptual standards. *Accident Analysis & Prevention*, 117, 449-456, 2018
31. R. von Stülpnagel and N. Binnig. How safe do you feel? A large-scale survey concerning the subjective safety associated with different kinds of cycling lanes. *Accident Analysis & Prevention*, 167, 106577, 2022
32. C. M. Monsere, N. W. McNeil, and R. L. Sanders. User-rated comfort and preference of separated bike lane intersection designs. *Transportation research record*, 2020
33. N. Poudel and P. A. Singleton. Bicycle safety at roundabouts: a systematic literature review. *Transport reviews*, 41(5), 617-642, 2021
34. M. Branion-Calles, T. Nelson, D. Fuller, L. Gauvin and M. Winters. Associations between individual characteristics, availability of bicycle infrastructure, and city-wide safety perceptions of bicycling: A

- cross-sectional survey of bicyclists in 6 Canadian and US cities. *Transportation research part A: policy and practice*, 123, 229-239, 2019
35. K. Nevelsteen, T. Steenberghen, A. Van Rompaey and L. Uyttersprot. Controlling factors of the parental safety perception on children's travel mode choice. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 39-49, 2012
  36. R. Manton, H. Rau, F. Fahy, J. Sheahan and E. Clifford. Using mental mapping to unpack perceived cycling risk. *Accident Analysis & Prevention*, 88, 138-149, 2016.
  37. N. N. Ferenchak and W. E. Marshall. Equity analysis of proactively-vs. reactively-identified traffic safety issues. *Transportation research record*, 88, 138-149, 2019
  38. R. von Stülpnagel and J. Lucas. Crash risk and subjective risk perception during urban cycling: Evidence for congruent and incongruent sources. *Accident Analysis & Prevention*, 142, 105584, 2020
  39. R. von Stülpnagel and J. Krukar. Risk perception during urban cycling: An assessment of crowdsourced and authoritative data. *Accident Analysis & Prevention*, 121, 109-117, 2018
  40. D. Frings, J. Parkin and A. M. Ridley. The effects of cycle lanes, vehicle to kerb distance and vehicle type on cyclists' attention allocation during junction negotiation. *Accident Analysis & Prevention*, 72, 411-421, 2014