

Nível de serviço para bicicletas: uma revisão sistemática da literatura sobre metodologias e indicadores de adequabilidade cicloviária

Bicycle level of service: a systematic literature review on methodologies and indicators of bicycle suitability

Diogo Gomes Pereira Batista*, Angelina Dias Leão Costa**

*Universidade Federal da Paraíba, Brasil, diogo.choia@gmail.com

**Universidade Federal da Paraíba, Brasil, angelina.costa@academico.ufpb.br

usjt

arq.urb

número 37 | maio - ago de 2023

Recebido: 20/04/2023

Aceito: 24/07/2023

DOI: [10.37916/arq.urb.vi37.657](https://doi.org/10.37916/arq.urb.vi37.657)



Palavras-chave:

Mobilidade ativa.
Planejamento cicloviário.
Qualidade de serviço.

Keywords:

Active mobility.
Cycling planning.
Quality of Service.

Resumo

As avaliações do Nível de Serviço para Bicicletas (NSB) tratam do desempenho viário e suas múltiplas condições de segurança e conforto para ciclistas. O objetivo deste artigo é apresentar o levantamento e a sistematização de características metodológicas e indicadores de adequabilidade cicloviária que envolvem as avaliações através de modelos de NSB. Os procedimentos metodológicos foram realizados a partir de uma revisão sistemática da literatura, considerando a definição de bases de dados, critérios de triagem, de inclusão e síntese, contando com 42 modelos de referência, datados entre 1987 e 2021. Os resultados apresentam um panorama conceitual e metodológico, caracterizando os tipos de medidas, análises, classificações, abordagens de percepção, indicadores proeminentes e discussão. A adequabilidade para bicicletas é a principal medida de NSB para segmentos e interseções viárias. O Volume de veículos motorizados foi a variável de efeito negativo com maior destaque, enquanto a Largura da faixa externa a de maior efeito positivo para o NSB. As aplicações em potencial do NSB abrangem a coleta de dados, projeto, análise operacional, predição de sinistros, processos participativos entre outros. Nesse contexto, busca-se uma maior compreensão acerca dos métodos de NSB e suas contribuições para o planejamento cicloviário.

Abstract

Bicycle Level of Service (BLOS) evaluations deal with road performance and the multiple safety and comfort conditions for cyclists. The aim of this article is to present the survey and systematization of methodological characteristics and indicators of cycling suitability that involve evaluations through BLOS models. The methodological procedures were carried out based on a systematic literature review, considering the definition of databases, screening criteria, inclusion and synthesis, comprising 42 reference models, dated between 1987 and 2021. The results present a conceptual and methodological overview, characterizing the types of measures, analyzes, classifications, perception approaches, prominent indicators and discussion. Bicycle suitability is the main BLOS measure for road segments and intersections. The volume of motorized vehicles was the most significant negative-effect variable, while the width of the outer lane was the most significant positive-effect variable for BLOS. Potential BLOS applications include data collection, design, operational analysis, accident prediction, participatory processes, among others. In this context, a greater understanding of BLOS methods and their contributions to cycle planning is sought.

Introdução

O uso da bicicleta possibilita uma série de benefícios ambientais e socioeconômicos, gerando saúde e qualidade de vida para as pessoas, além de promover uma maior sustentabilidade urbana (ANDRADE *et al.*, 2016). A mobilidade cicloviária pode ser analisada em três escalas distintas (LOWRY *et al.*, 2012). Na macroescala, os estudos de afinidade cicloviária (*bicycle friendliness*) abordam diversos aspectos relacionados ao incentivo do uso da bicicleta, como leis e políticas de segurança cicloviária, medidas educativas e a aceitação social desse meio de transporte (e.g. COPENHAGENIZE.EU, 2019). Esses e outros fatores refletem a eficiência de um sistema cicloviário urbano de modo abrangente. Já na mesoescala, os estudos de ciclabilidade ou pedalabilidade (*bikeability*) procuram analisar a rede ou malha cicloviária em termos de sua conveniência, conectividade e facilidades promotoras de acessibilidade urbana (e.g. LOWRY *et al.*, 2012). Por fim, na microescala, a adequabilidade cicloviária (*bicycle suitability*) refere-se à avaliação das condições de segurança e conforto em seções viárias delimitadas, incluindo segmentos/corredores e interseções (e.g. MAJUMDAR; MITRA, 2018).

Ao considerar o espaço viário como base para descobertas de condições múltiplas de segurança e conforto para o tráfego de ciclistas, foram desenvolvidos os modelos de avaliação de Nível de Serviço para Bicicletas (NSB). Na literatura acerca da avaliação do desempenho ou qualidade das viagens por bicicleta se destacam as pesquisas na microescala que incorporam o conceito de NSB e variações afins (e.g. Nível de Serviço Cicloviário). O NSB é classificado como um subconjunto das métricas de avaliação de adequabilidade cicloviária (PRITCHARD; FRØYEN; SNIZEK, 2019).

O NSB representa os resultados quantitativos do desempenho de medidas e da qualidade de serviço para transporte nas vias (KAZEMZADEH *et al.* (2020). As medidas são os indicadores que definem o nível de serviço, enquanto a qualidade de serviço se refere à perspectiva do usuário sobre a operação do ambiente viário e facilidades para o deslocamento por bicicletas (PETRITSCH *et al.*, 2007). Para a determinação do NSB, é necessário um modelo de medição ou medida de eficácia (*measure of effectiveness*) (HARKEY *et al.*, 1998). Os diferentes modelos baseados na perspectiva teórico-metodológica do NSB podem ser classificados em três grupos de medição relacionados a: Medidas de Estresse, de Capacidade e de

Adequabilidade (TURNER; SHAFER; STEWART, 1997). A Figura 1 apresenta um diagrama que classifica os conceitos adotados no presente trabalho.

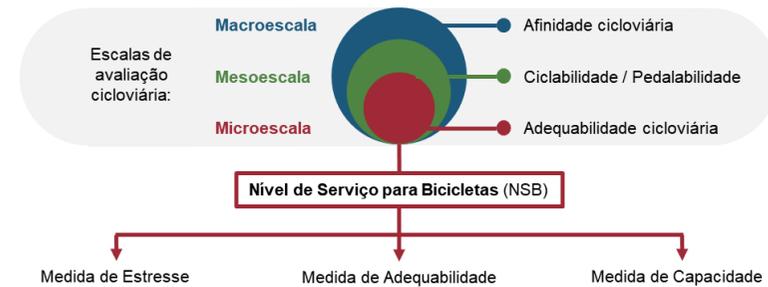


Figura 1. Classificação das escalas de avaliação cicloviária e medidas de Nível de Serviço para Bicicletas. Fonte: Acervo dos Autores.

A elaboração da maioria dos modelos de NSB se baseou na realidade urbana de países do hemisfério norte, como Estados Unidos e países europeus, que possuem um histórico mais estabelecido de planejamento e gerenciamento de transportes. No entanto, cerca de 80% da população mundial reside em países em desenvolvimento, incluindo a maioria das pessoas da América Central e do Sul, África e Ásia (WORLDDATA, 2023). Nesses lugares, a mobilidade ativa, incluindo a bicicleta, corresponde a grande parte das viagens realizadas, apesar dos problemas existentes. A insegurança viária é apontada como o principal impedimento ao uso da bicicleta, como evidenciado em estudos na Índia (MAJUMDAR; MITRA, 2018), no Brasil (ANDRADE *et al.*, 2016) e na China (CHEN *et al.*, 2017). Além disso, a oferta de facilidades para deslocamentos por bicicleta é insuficiente e inadequada (BEURA; SRIVASTAVA; BHUYAN, 2021). Nesse contexto, ressalta-se a importância de uma sistematização de métodos de análise do NSB, como um referencial para um planejamento cicloviário mais eficiente, sobretudo para países em desenvolvimento.

O presente artigo partiu das seguintes questões de pesquisa: Quais métodos e técnicas são usados para avaliar o NSB? Quais são as variáveis mais frequentemente usadas nesses estudos e quais delas são mais relevantes para indicar um melhor desempenho cicloviário? A percepção dos ciclistas é um fator importante para validar essas variáveis? O objetivo deste artigo é apresentar o levantamento e a

sistematização de características metodológicas e indicadores de adequabilidade cicloviária que envolvem as avaliações através de modelos de NSB. Dessa forma, busca-se fornecer uma perspectiva mais profunda dos métodos de NSB, suas contribuições para o planejamento cicloviário e os aspectos que afetam a qualidade da mobilidade por bicicleta.

O artigo está estruturado a partir de uma contextualização introdutória, seguindo com a descrição dos procedimentos metodológicos adotados. Os resultados e discussão são apresentados adiante, abrangendo a existência de modelos de NSB, suas medidas, unidades de análise, classificações e outras abordagens metodológicas. Além disso, o artigo explora os principais indicadores de adequabilidade cicloviária e discute brevemente seus efeitos, juntamente com as potenciais contribuições das avaliações por meio do NSB.

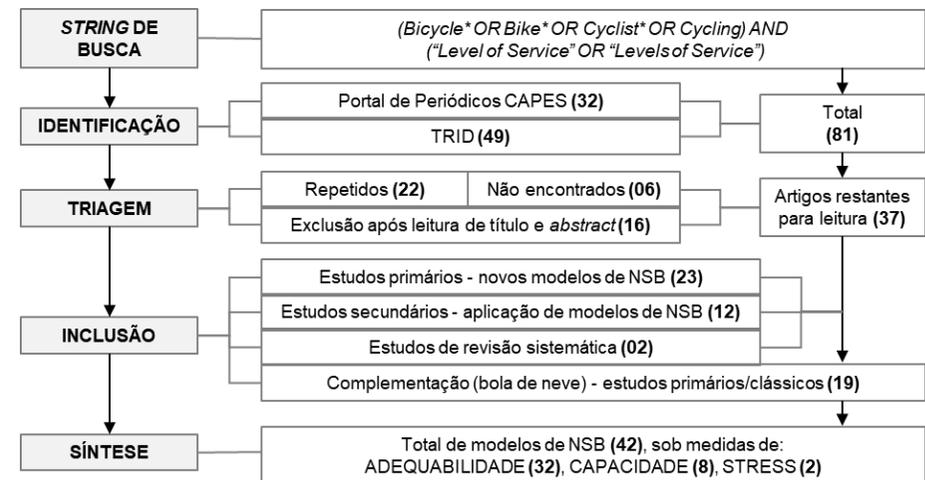
Procedimentos metodológicos

Uma revisão sistemática é um processo científico que busca se aprofundar em um tema específico, a fim de identificar, selecionar, sintetizar e avaliar as evidências relevantes que tratam de determinados problemas (MUNN *et al.*, 2018). Este artigo busca cumprir seu objetivo a partir de uma revisão sistemática da literatura. Para tanto, duas bases de dados científicas foram definidas para a seleção de pesquisas a serem revisadas: (I) TRID (*Transportation Research Information and Documentation*), que possui ênfase em trabalhos da área de transportes; e (II) Portal de Periódicos CAPES, que possui um amplo acervo científico disponibilizado à comunidade acadêmica brasileira.

Os estudos foram buscados no idioma inglês, considerando sua abrangência internacional. Como critério de qualidade dos estudos primários, os trabalhos deveriam ter sido publicados em periódico científico revisado por pares. Contudo, exceções foram abertas para publicações consideradas referências de impacto ou clássicas, as quais foram selecionadas a partir do método adaptado de “bola de neve”. Tal método consistiu em utilizar os estudos apreciados mediante a busca inicial para, a partir desses, selecionar outros estudos, notadamente referenciados pelos autores em geral e que atendessem aos critérios da presente pesquisa. A revisão contempla o estado da arte sobre NSB, de acordo com o período datado da primeira referência clássica sobre o assunto, do ano de 1987, até o ano de 2021.

Como critérios de inclusão para síntese foram considerados estudos primários referentes a modelagem (construção) de métodos de avaliação cicloviária incorporados ao conceito de NSB. Além disso, foram incluídos para leitura outros estudos de revisão da literatura sobre NSB e trabalhos de aplicação dos modelos de NSB já estabelecidos. Como critérios de exclusão foram desconsiderados os trabalhos de avaliação da mobilidade cicloviária que não contemplavam o transporte de uso utilitário, os que não apresentavam correlação com o conceito de NSB ou adequabilidade cicloviária e aqueles que não estavam disponíveis integralmente na internet.

O processo de seleção dos estudos foi realizado a partir da definição de uma *string* de busca cujos termos foram escolhidos a partir de um critério de objetividade quanto ao tema. Ademais, a busca foi configurada para encontrar os termos contidos no título, para qualquer data até o ano de 2021. A submissão às bases de dados foi realizada em fevereiro de 2022. Em síntese, foram definidos 56 artigos para leitura na íntegra, servindo de base para a sistematização de dados de 42 modelos diversos de NSB (Figura 2).



Nota: Valores entre parêntesis correspondem ao quantitativo de artigos selecionados.

Figura 2. Organograma com resumo do protocolo da revisão sistemática da literatura. Fonte: Acervo dos Autores.

Resultados e Discussão

Os modelos de NSB costumam apresentar dois tipos de unidades de análise: o segmento viário e a interseção viária, as quais podem ser avaliadas tanto de forma independente, quanto de modo misto (integrado). De modo geral, os segmentos viários são as partes da via entre as interseções, que por sua vez, referem-se as junções onde duas ou mais vias se encontram ou cruzam. A busca realizada revelou a existência de 42 evidências científicas de modelos de NSB desenvolvidos desde 1987 até 2021 (Figura 3). As pesquisas sobre NSB vêm sendo desenvolvidas há pouco mais de três décadas, destacando-se o trabalho de Davis (1987) como uma referência embrionária que serviu de base para vários outros estudos clássicos na área, sobretudo na década de 90 (e.g. EPPERSON, 1994; HARKEY *et al.*, 1998).

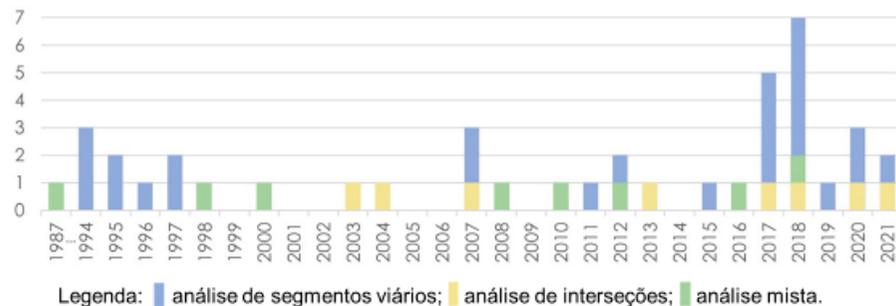


Figura 3. Gráfico com histórico de modelos de Nível de Serviço para Bicicletas (quantitativo x ano) ilustrando suas correspondentes unidades de análise. Fonte: Acervo dos Autores.

A partir de avanços teóricos e metodológicos sobre NSB, diversos trabalhos foram desenvolvidos, verificando-se uma maior representatividade nos últimos 5 anos. À princípio, a maior parte dessas referências foram elaboradas nos Estados Unidos. Com o passar do tempo, autores de vários países passaram a incorporar a teoria do NSB, com destaque para Índia e China, além de Holanda, Dinamarca; e de modo menos expoente, Grécia, País de Gales, Coreia do Sul, Canadá, Colômbia e Brasil. Mediante a classificação dos tipos de medidas (estresse, capacidade e adequabilidade) dos modelos de NSB, verifica-se que a adequabilidade ciclovária é a

abordagem mais frequentemente utilizada nos estudos encontrados na literatura revisada (Figura 4). Apesar de variações nas nomenclaturas, as propostas têm em comum a incorporação de um sistema de classificação baseado em indicadores chave para segmentos ou interseções viárias, fornecendo assim, uma escala de NSB para fins de planejamento ciclovário. Em seguida, apresenta-se uma breve contextualização sobre a tipologia dos modelos, com maior aprofundamento dos estudos de adequabilidade ciclovária, considerando a sua maior abrangência.

NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS	REFERÊNCIAS por unidade de análise		
	Segmentos	Interseções	Misto
Medição de ESTRESSE para bicicletas	Sorton e Walsh (1994).		Mekuria, Furth e Nixon (2012).
Medição de CAPACIDADE para bicicletas	Botma (1995); Liang, Xie e Jia (2017); Zhang, Liang e Huang (2020); Nikiforiadis, Basbas e Garyfalou (2020).	Ledezma-Navarro <i>et al.</i> (2018).	TRB (2000, 2010, 2016).
Medição de ADEQUABILIDADE para bicicletas	Epperson (1994); Landis (1994); Davis (1995); Dixon (1996); Landis, Vattikuti e Brannick (1997); Turner, Shafer e Stewart (1997); Petritsch <i>et al.</i> (2007); Jensen (2007); Providelo (2011); Kang e Lee (2012); Foster <i>et al.</i> (2015);	Chen <i>et al.</i> (2017); Bai <i>et al.</i> (2017); Beura e Bhuyan (2017); Beura <i>et al.</i> (2018); Majumdar e Mitra (2018); Shu <i>et al.</i> (2018); Xie e Spinney (2018); Griswold <i>et al.</i> (2018); Okon e Moreno (2019); Liang <i>et al.</i> (2021).	Landis <i>et al.</i> (2003); Steinman e Hines (2004); Carter <i>et al.</i> (2007); Jensen (2013); Beura, Kumar e Bhuyan (2017); Beura <i>et al.</i> (2020); Beura, Srivastava e Bhuyan (2021).

Figura 4. Lista das referências dos modelos de Nível de Serviço para Bicicletas por tipo de medição e tipo de unidade de análise. Fonte: Acervo dos Autores.

Medidas de Estresse para bicicletas

Os ciclistas, ao avaliarem uma rota de viagem, requerem a redução não apenas de esforço físico, mas também da carga de estresse mental decorrente de conflitos de trânsito. O espaço em torno de um ciclista em movimento é sensível a uma série de fatores externos presentes no ambiente de tráfego. Qualquer interferência nesse espaço pode alterar a percepção e o estado emocional do indivíduo, podendo gerar

riscos e sensação de ansiedade. As medidas de níveis de estresse para bicicletas servem para quantificar variáveis de tráfego que impactam no conforto do ciclista, causando preocupações e tensão durante os deslocamentos urbanos (TURNER; SHAFER; STEWART, 1997).

O *Bicycle Stress Level* de Sorton e Walsh (1994) e o *Levels of Traffic Stress* de Mekuria, Furth e Nixon (2012) são os principais modelos de medição de níveis de estresse para bicicletas encontrados na literatura. O conceito de nível de estresse é apropriado para o desenvolvimento de instrumentos de NSB, na medida em que busca determinar a compatibilidade das vias para o uso de bicicletas, inclusive investigando a correlação entre indicadores e a qualidade do serviço viário para diferentes tipos de ciclistas.

Medidas de Capacidade para bicicletas

As medidas de níveis de capacidade da via para comportar deslocamentos por bicicleta buscam, de modo geral, estabelecer um quantitativo (volume possível diante de diferentes condições de tráfego) para determinar a qualidade de trânsito para ciclistas. O *Highway Capacity Manual* (HCM) é um modelo clássico de avaliação de nível de serviço baseado em medidas de capacidade de fluxo viário. Desde a sua primeira edição, de 1950, houve mais cinco edições, em 1965, 1985, 2000, 2010 e 2016. Nas edições anteriores ao quarto HCM (TRB, 2000), as menções ao transporte por bicicleta eram restritas a breves recomendações sobre o volume máximo de ciclistas em ciclovias ou ciclofaixas. A partir de então, obtiveram-se avanços quanto à incorporação de indicadores mais representativos para avaliar o NSB, assim como, procedimentos envolvendo situações viárias diversificadas.

O principal indicador dos estudos de níveis de capacidade refere-se ao volume de ciclistas ou a uma medida quantitativa de usuários que uma determinada via suporta de forma eficiente e segura. Liang, Xie e Jia (2017) buscaram avaliar o fluxo de ciclistas em ciclovias a partir de uma gradação de densidade de acordo com a escala de NSB, medida em bicicletas/m². Ou seja, quanto menor a densidade, maior o conforto para ultrapassagens “livres”; já quanto maior o fluxo, maior a chance de conflitos e atraso no deslocamento (*delay*). Contudo, o NSB não se detém a medir a capacidade de fluxo veicular, como ocorre de maneira convencional para modos de transportes motorizados.

Certos modelos de NSB com medida de capacidade buscam destacar outras variáveis relevantes, para além do volume de bicicletas (LEDEZMA-NAVARRO *et al.* (2018). Os modelos de nível de serviço para passeios compartilhados entre ciclistas e pedestres passaram a ser desenvolvidos a partir de trabalhos como o de Botma (1995) que utiliza o conceito de *hindrance* para descrever os eventos que geram restrições de movimento experienciadas. As interações que ocorrem no raio de 1 metro são definidas como um evento (NIKIFORIADIS; BASBAS; GARYFALOU, 2020), já a frequência de diferentes tipos de eventos define o indicador de *hindrance* total como estimativa para análise (ZHANG; LIANG; HUANG, 2020). Diante do exposto, infere-se que os estudos de fluxo (capacidade) possuem a importância particular de ajudar a entender o movimento dos ciclistas e como isso afeta as condições de qualidade de tráfego.

Medidas de Adequabilidade para bicicletas

Contextualizar o histórico dos modelos de NSB sob medidas de adequabilidade cicloviária é iniciar relatando o “estado da prática” sobre o assunto nos Estados Unidos. A primeira tentativa sistemática de desenvolver um tipo de medição das condições operacionais das vias para o ciclismo foi feita por Davis (1987). Seu objetivo era criar um modelo matemático com classificação de níveis de serviço, incorporando medidas de desempenho da infraestrutura viária em relação ao transporte por bicicleta. Esse modelo, chamado *Bicycle Safety Index Rating*, consistia na média de dois índices correspondentes às distintas unidades de análise viária: o segmento e a interseção. Desde então, várias adaptações foram feitas com o intuito de melhor prognosticar as necessidades dos ciclistas, por exemplo: o *Roadway Condition Index* (EPPERSON, 1994), o *Interaction Hazard Score model* (LANDIS, 1994) e o *Gainesville bicycle and pedestrian Level of Service* (DIXON, 1996). Nos últimos anos, tem havido um destaque especial para a aplicação do NSB em diferentes contextos, incluindo países em desenvolvimento, como a Índia (BEURA; BHUYAN, 2017; MAJUMDAR; MITRA, 2018), Colômbia (OKON; MORENO, 2019) e Brasil (PROVIDELO, 2011).

Os métodos de medição dos níveis de adequabilidade cicloviária possuem diversos escopos de avaliação, como os diferentes tipos de infraestrutura ao longo de segmentos viários. O *Bicycle Compatibility Index* (HARKEY *et al.*, 1998) reflete o nível de conforto dos ciclistas com base em condições operacionais e físicas das vias. O

objetivo dos autores foi desenvolver um método de modelagem para determinar o NSB em vias compartilhadas com veículos motorizados. Outros autores buscam avaliar o NSB segundo o tipo de cicloestrutura (FOSTER *et al.*, 2015; KANG; LEE, 2012; XIE; SPINNEY, 2018), inclusive sob o uso de bicicleta elétricas (BAI *et al.*, 2017). De outro modo, alguns trabalhos se detêm a investigar aspectos da hierarquia viária. As medidas de NSB são geralmente realizadas em vias urbanas arteriais e coletoras, visto que as vias locais tendem a ser mais amigáveis ao ciclista (PETRITSCH *et al.*, 2007). Contudo, algumas publicações trazem reflexões em relação a outros tipos de território, considerando tanto vias urbanas quanto suburbanas ou rurais (JENSEN, 2007; TURNER; SHAFER; STEWART, 1997).

A estratificação dos modelos de nível de serviço de acordo com o modo de transporte ocorre devido ao fato de haver muitas disparidades com relação a percepção dos usuários e particularidades envolvendo as variáveis de cada um dos modais. Dowling *et al.* (2008) buscaram desenvolver uma metodologia para determinar um nível de serviço multimodal, a partir da média de quatro modelos independentes para diferentes modos de transporte (bicicleta, transporte público, automóvel e modo a pé). Particularmente, a influência dos pedestres frente aos deslocamentos dos ciclistas nas ruas é complexa. Pedestres realizam deslocamentos pouco previsíveis, podendo sair de carros estacionados, dirigir-se a paradas de ônibus ou realizar travessias de modo inseguro, o que pode gerar situações de conflito. No entanto, vários autores buscaram determinar tal influência associada a avaliações de NSB em passeios compartilhados entre ciclistas e pedestres (BOTMA, 1995; JENSEN, 2007, 2013; KANG; LEE, 2012; STEINMAN; HINES, 2004).

Ao considerar as especificidades que compõem o espaço viário, as interseções estão entre os componentes mais complexos do sistema de transportes, representando um espaço marcante e um ambiente bastante influente sobre o uso da bicicleta (NACTO, 2019). As avaliações das interseções servem como suporte para a verificação das condições de viagem de forma mais completa, como complemento aos métodos aplicados para segmentos viários. As interseções funcionam como conectores dos segmentos viários, e dada a sua importância, diversos autores buscaram construir modelos de NSB complementares ou mistos (BEURA; BHUYAN, 2018; DAVIS, 1987; DOWLING *et al.*, 2008; HARKEY *et al.*, 1998).

Uma das principais particularidades que envolvem o escopo dos estudos de interseções refere-se ao estudo das características de vias semaforizadas (BEURA; KUMAR; BHUYAN, 2017; LANDIS *et al.*, 2003; STEINMAN; HINES, 2004) ou sem a presença de semáforo (BEURA; SRIVASTAVA; BHUYAN, 2021). Além disso, há também trabalhos que buscam considerar os diferentes tipos de interseções para obter uma avaliação mais completa (CARTER *et al.*, 2007; JENSEN, 2013).

Modelagem e classificação do Nível de Serviço para Bicicletas

Para a modelagem e classificação das medidas de NSB, pesquisadores têm proposto ao longo do tempo variados procedimentos estatísticos e de quantificação, tais como: sistemas de pontuação, modelos de regressão (linear múltipla ou logística), além de abordagens combinadas e outras. A maioria dos trabalhos de NSB utilizam a modelagem estatística por regressão para determinar os principais efeitos dos indicadores, buscando resultados com significância e correlação entre as variáveis, além da exclusão de fatores não significativos (*e.g.* CARTER *et al.*, 2007; HARKEY *et al.*, 1998; SHU *et al.*, 2018). A regressão é uma técnica de análise de dados que explica o quanto uma ou mais variáveis previsoras (variáveis independentes) explicam ou estão associadas com um desfecho/resultado (variável dependente) (FIELD, 2009). Já um sistema de pontuação tem como finalidade desenvolver uma classificação através de notas ou índice obtido a partir de um conjunto de valores representativos de indicadores relevantes.

As medidas de NSB são geralmente classificadas em níveis de A até F de acordo com o grau o qual uma via acomoda os ciclistas de maneira segura e confortável. Considera-se o nível A como o mais seguro, confortável e atrativo para todos os tipos de ciclistas, pode conter cicloestruturas segregadas ou compartilhadas, mas com baixo nível de conflito com veículos motorizados. Já o nível F representa vias inadequadas para os ciclistas, com maior insegurança e desconforto, devido à falta de cicloestruturas e alto nível de conflito com veículos motorizados, combinado a valores também inadequados de outros indicadores. De modo geral, utiliza-se uma escala numérica de pontuação que é convertida para uma escala alfabética (A até F). Em geral, a classificação de NSB nível C ou D são consideradas aceitas na maioria dos cenários urbanos. O nível A ou B indica uma performance acima da média e pode ser esperada em localidades como campus universitários, centros

urbanos, turísticos ou de atividades de lazer e esportes. Por outro lado, o nível E ou F representam graus insatisfatórios de desempenho (DIXON, 1996).

Abordagens de percepção com ciclistas

Existem diferentes tipos de ciclistas com preferências e habilidades para pedalar em meio ao tráfego urbano. A ideia de que a heterogeneidade dos ciclistas precisa ser considerada em termos de planejamento de infraestrutura viária é suscitada por diversos autores que avaliam o NSB, destacando-se as investigações que associam a percepção de ciclistas com o grau de qualidade de serviço ou indicadores chave (BAI *et al.*, 2017; CHEN *et al.*, 2017; FOSTER *et al.*, 2015; KANG; LEE, 2012). O perfil do ciclista pode variar de acordo com a frequência de uso da bicicleta e experiência, bem como sob características socioeconômicas como idade, gênero, renda, origem étnica, escolaridade etc. Outro fator presente nas classificações refere-se ao tipo de viagem realizada, seja para fins de transporte utilitário (*e.g.* trabalho, educação, comércio ou serviço) ou não (*e.g.* lazer e esporte).

Diferentes métodos vêm sendo desenvolvidos e utilizados para mensurar a percepção da qualidade de serviço viário, sobretudo, a partir de três principais tipos de abordagem com usuários, a saber: a Interceptação em campo, com abordagem no local diretamente aos ciclistas realizando viagens reais; a Simulação em campo, com recrutamento de voluntários para participar de viagem com rota predefinida, a fim de reportar a percepção sobre locais estratégicos; e a Simulação em vídeo, com recrutamento de participantes para uma sessão de vídeo clipes exibindo determinados ambientes de tráfego para avaliação (PROVIDELO, 2011). De modo complementar, destaca-se o uso de uma abordagem atual decorrente de avanços tecnológicos através do uso de técnicas de realidade virtual, onde são criados cenários e experiências imersivas para detectar as sensações e satisfação quanto ao uso da bicicleta (LIANG *et al.*, 2021).

Diante das análises de comparação quanto à percepção de grupos de ciclistas, de modo geral, a idade e o gênero apresentam resultados com pouca significância estatística, servindo mais como tendências. As principais tendências demonstram que homens se sentem mais confiantes que mulheres para pedalar (*e.g.* BEURA; SRIVASTAVA; BHUYAN, 2021; JENSEN, 2013; PETRITSCH *et al.*, 2007) e pessoas idosas menos confiantes que jovens (*e.g.* BAI *et al.*, 2017; FOSTER *et al.*, 2015; JENSEN, 2007). Por outro lado, a experiência do ciclista fornece resultados com

significância mais evidente estatisticamente. Os mais experientes se sentem menos predispostos ao risco ou desconforto ao pedalar, logo, mais confiantes para pedalar em situações com adversidades do que os menos experientes (*e.g.* HARKEY *et al.*, 1998; LANDIS *et al.*, 2003; SORTON; WALSH, 1994). Entretanto, experiências revelam que variáveis quantitativas (características físicas, ambientais e de tráfego) são mais dominantes e influentes que aspectos socioeconômicos (BEURA; BHUYAN, 2017).

Indicadores de Nível de Serviço para Bicicletas

As rotas cicloviárias para fins de viagens utilitárias em um contexto urbano são influenciadas por diversos fatores como a interação com os veículos motorizados e características da via para operação do tráfego. Os modelos de avaliação de NSB utilizam indicadores como variáveis previsoras de desempenho cicloviário. Os indicadores de NSB, independente do modelo base, geralmente exercem um efeito positivo ou negativo, proporcionando uma melhor ou pior qualidade de mobilidade (MAJUMDAR; MITRA, 2018). Contudo, algumas exceções podem ocorrer nos casos em que um mesmo indicador possui um efeito diverso, considerando diferentes contextos (BEURA; BHUYAN, 2017).

A partir das referências de avaliação de NSB apresentadas anteriormente, foram identificados os principais indicadores de medição da adequabilidade cicloviária, tanto para segmentos (Figura 5), quanto para interseções (Figura 6). Para cada referência verificou-se a utilização de métodos de percepção com ciclistas, sistema de análise estatística e de classificação. A sistematização de dados foi feita de modo a ressaltar a utilização dos indicadores em ordem decrescente a partir dos seus respectivos modelos de NSB por referências em ordem cronológica. Além disso, as variáveis foram identificadas segundo o efeito inerente ao NSB: positivo, negativo e diverso.

seguido de empate entre os indicadores de Presença de cicloestrutura e Estacionamento (adjacente) na via. Em média, as referências para interseções utilizaram cerca de 6 indicadores.

Segundo os autores que buscaram verificar o grau de significância estatística dos indicadores utilizados nos modelos de NSB para segmentos viários, observou-se que a Largura da cicloestrutura e Largura da faixa externa da via foram os principais fatores de influência positiva (BEURA; BHUYAN, 2017; CHEN *et al.*, 2017; KANG; LEE, 2012; TURNER; SHAFER; STEWART, 1997). Ou seja, considerando as outras variáveis constantes, uma mudança nos indicadores citados reflete de modo expressivo o valor final do nível de serviço. A largura é determinante não apenas em contextos de compartilhamento da via com veículos motorizados, mas também, em passeios compartilhados com pedestres e até mesmo entre ciclistas compartilhando ciclovias. Quanto maior a largura das facilidades para ciclistas, maior a percepção de conforto cicloviário. Ademais, a própria Presença de cicloestrutura também foi observado como sendo um indicador de grande influência positiva para segmentos viários (HARKEY *et al.*, 1998; JENSEN, 2007; LANDIS; VATTIKUTI; BRANNICK, 1997), bem como, para interseções (HARKEY *et al.*, 1998; JENSEN, 2013; LANDIS *et al.*, 2003).

Já o Volume de veículos motorizados foi o indicador com maior influência negativa dentre os modelos verificados estatisticamente, tanto para segmentos quanto para interseções viárias (BEURA; BHUYAN, 2018; CHEN *et al.*, 2017; DAVIS, 1995; HARKEY *et al.*, 1998; JENSEN, 2013; TURNER; SHAFER; STEWART, 1997). Mudanças no volume de tráfego motorizado refletem diretamente no nível de serviço da via. Por exemplo, em vias compartilhadas, uma redução de 5 mil veículos por dia possibilita uma melhoria percentual de 31% na avaliação (LANDIS, 1994). Outro fator de maior influência negativa destacado trata-se da presença de Estacionamento na via. Os acessos e saídas de forma descontrolada degradam significativamente a qualidade de viagem do ciclista (BEURA; BHUYAN, 2018; MAJUMDAR; MITRA, 2018). Isso é um reflexo da insegurança que ocorre quando o espaço lateral da via, local comumente utilizado pelos ciclistas, é prejudicado por ocupações irregulares de veículos estacionados ou vagas com disposição inadequada e sem medidas de proteção diante do fluxo adjacente.

CONTRIBUIÇÕES A PARTIR DO NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS	
Coleta de dados	Providenciando informações técnicas com precisão para o sistema de mobilidade urbana.
Projeto	Auxiliando em um melhor planejamento de vias mais compatíveis com o uso da bicicleta.
Padronização	Através do estabelecimento de medidas mínimas de Nível de Serviço para Bicicletas, como forma de desenvolver um padrão de qualidade da infraestrutura viária para cada contexto.
Análise operacional	As vias menos qualificadas podem ser priorizadas de acordo com as necessidades e demandas dos ciclistas, considerando a conectividade e a coerência com a malha urbana.
Proposição de mapas	Um mapa de compatibilidade cicloviária pode ser fornecido à sociedade para auxiliar na escolha de rotas, bem como, para ilustrar e designar características das vias de modo informativo.
Ferramenta de predição de sinistros	Ao correlacionar a taxa de ocorrência de sinistros de trânsito com o desempenho do Nível de Serviço para Bicicletas é possível realizar predições. Além disso, essa predição pode associar-se, por exemplo, a fatores geográficos, de multimodalidade, localização, densidade e uso solo.
Planejamento cicloinclusivo	Através de abordagens participativas com interlocutores evidenciando indicadores chave, sob diferentes possibilidades metodológicas.
Avaliações periódicas	Fornecendo dados para monitorar a qualidade das vias e gerar um mecanismo de quantificação de longo prazo, como subsídio para diagnósticos e prognósticos junto a planos cicloviários e investimentos.

Figura 7. Potenciais contribuições das avaliações através do Nível de Serviço para Bicicletas. Fonte: Acervo dos Autores.

As ferramentas analíticas apresentadas neste artigo podem ser usadas para avaliar e melhorar o NSB em interseções e segmentos viários, além de elencar prioridades para modificações nas características espaciais e operacionais de trânsito. Os dados fornecidos favorecem melhores investimentos para a elaboração e execução de projetos cicloviários. Assim, obtêm-se medidas objetivas a fim de gerar áreas urbanas mais adequadas para o ciclista. A adoção de níveis de serviço traz a possibilidade de aferir um diagnóstico e utilizá-lo para manter um padrão aceitável de condições de segurança e conforto no ambiente de tráfego, considerando também o contexto de uso do solo ou características dos usuários (BEURA; SRIVASTAVA; BHUYAN, 2021). Os critérios de avaliação de NSB tem potencial para diversas aplicações no planejamento, projeto e manutenção das cicloestruturas, geração de facilidades para bicicleta etc. (KAZEMZADEH *et al.*, 2020). Nesse âmbito, a Figura 7 foi elaborada com o intuito de resumir e apresentar potenciais contribuições das avaliações cicloviárias a partir da aplicação de métodos de NSB.

Considerações Finais

Nas últimas três décadas, estudos foram sendo conduzidos como forma de avaliar as diferentes características da mobilidade por bicicleta, a maioria a partir de abordagens que fornecem índices e indicadores de desempenho, tais como, a avaliação através do NSB. Este artigo identificou e sistematizou as principais características dos modelos de NSB existentes na literatura. Desse modo, cumpre-se com o objetivo proposto. Os resultados apresentados oferecem um amplo panorama conceitual e metodológico sobre o NSB, a partir de um referencial sistematizado que passou por uma série de caracterizações, comparações e sínteses, contribuindo para o avanço teórico nessa área. A maioria das pesquisas apresentaram avaliações relacionadas a segmentos viários. As interseções são vistas como um espaço crucial sob questões de segurança, mas ainda requerem estudos mais aprofundados. Além disso, destaca-se a identificação de indicadores chave, retratando uma série de questões pertinentes sobre a conjectura de fatores que influem no desempenho cicloviário. Com isso, este artigo apresenta uma base para futuras modelagens e aplicações dos instrumentos de avaliação de NSB, sobretudo para países como o Brasil, que ainda precisam desenvolver metodologias práticas e efetivas para o planejamento cicloviário.

Com base no panorama analisado, vê-se que os métodos de NSB conferem maior atenção aos componentes relacionados ao tráfego cicloviário, mas destaca-se a importância de se ter uma visão mais ampla e integrada com outros aspectos do sistema cicloviário e sua inter-relação com outros modais. Isso pode ocorrer através da associação de pesquisas de adequabilidade cicloviária com as pesquisas de ciclabilidade e de afinidade cicloviária. Além disso, os estudos de NSB são baseados sobretudo em componentes de segurança para o tráfego cicloviário, levando em menor consideração aspectos que influem no conforto do ciclista como a topografia e condições do clima. Há também a possibilidade de avaliar a segurança pública, associações com sinistros de trânsito e outras variáveis que podem ser significativas para o contexto de países em desenvolvimento, como o Brasil. Nesse contexto, busca-se desenvolver os métodos de avaliação da mobilidade cicloviária, cada vez mais, permitindo uma análise mais precisa das condições viárias para o transporte por bicicleta.

Referências

- ANDRADE, V.; RODRIGUES, J.; MARINO, F.; LOBO, Z. (orgs.). **Mobilidade por bicicleta no Brasil**. Rio de Janeiro: PROURB/UFRJ, 2016.
- BAI, L.; LIU, P.; CHAN, C.; LI, Z. Estimating level of service of mid-block bicycle lanes considering mixed traffic flow. **Transportation Research Part A**, v. 101, p. 203-217, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2017.04.031>
- BEURA, S. K.; BHUYAN, P. K. Development of a bicycle level of service model for urban street segments in mid-sized cities carrying heterogeneous traffic: A functional networks approach. **Journal of Traffic and Transportation Engineering** (English Edition), v. 4, n. 6, p. 503-521, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.02.003>
- BEURA, S. K.; BHUYAN, P. K. Quality of Bicycle Traffic Management at Urban Road Links and Signalized Intersections Operating under Mixed Traffic Conditions. **Journal of the Transportation Research Board**, v. 2672, n. 36, p. 145-156, 2018. DOI: <https://doi.org/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: <https://doi.org/10.1007/s40890-017-0051-z>
- BEURA, S. K.; KUMAR, K. V.; SUMAN, S.; BHUYAN, P. K. 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>
- BEURA, S. K.; MANUSHA, V. L.; CHELLAPILLA, H.; BHUYAN, P. K. Defining Bicycle Levels of Service Criteria Using Levenberg–Marquardt and Self-organizing Map Algorithms. **Transportation in Developing Economies**, v. 4, n. 11, p. 1-11, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40890-018-0066-0>
- BEURA, S. K.; SRIVASTAVA, A.; BHUYAN, P. K. Unsignalized Intersection Level of Service: A Bicyclist's Perspective. **International Journal of Intelligent Transportation Systems Research**, v. 19, n. 2, p. 405-416, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13177-020-00244-z>

- BOTMA, H. Method to Determine Level of Service for Bicycle Paths and Pedestrian-Bicycle Paths. **Transportation Research Record**, n. 1502, p. 38-44, 1995.
- CARTER, D. L.; HUNTER, W. W.; ZEGER, C. V.; STEWART, J. R.; HUANG, H. Bicyclist Intersection Safety Index. **Journal of the Transportation Research Board**, n. 2031, p. 18-24, 2007. DOI: <https://doi.org/10.3141/2031-03>
- CHEN, X.; FANG, X.; YE, J.; LUTTINEN, T. Classification Criteria and Application of Level of Service for Bicycle Lanes in China. **Journal of the Transportation Research Board**, n. 2662, p. 116-124, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.3141/2662-13>
- COPENHAGENIZE.EU. **The 2019 Copenhagenize Index of bicycle-friendly cities**. 2019. Disponível em: <https://copenhagenizeindex.eu/about/the-index> Acesso em: 19 jun. 2022.
- DAVIS, J. **Bicycle Safety Evaluation**. Chattanooga, TN, USA: Auburn University, 1987.
- DAVIS, J. Bicycle Test Route Evaluation for Urban Road Conditions. In: Transportation congress: civil engineers - key to the world infrastructure, San Diego, CA, USA, 1995. **Proceedings** [...]. San Diego: American Society of Civil Engineers, 1995. p. 1063-1076.
- DIXON, L. B. Bicycle and Pedestrian Level of Service Performance Measures and Standards for Congestion Management Systems. **Transportation Research Record**, n. 1538, p. 01-09, 1996.
- DOWLING, R.; REINKE, D.; FLANNERY, A.; RYUS, P.; VANDEHEY, M.; PETRITSCH, T.; LANDIS, B.; ROUPHAIL, N.; BONNISON, J. **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.
- EPPERSON, B. Evaluating Suitability of Roadways for Bicycle Use: Toward a Cycling Level of Service Standard. **Transportation Research Record**, n. 1438, p. 09-16, 1994.
- FIELD, A. **Descobrimos a estatística usando o SPSS**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FOSTER, N.; MONSERE, C. M.; DILL, J.; CLIFTON, K. Level-of-Service Model for Protected Bike Lanes. **Journal of the Transportation Research Board**, n. 2520, p. 90-99, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3141/2520-11>
- GRISWOLD, J. B.; YU, M.; FILINGERI, V.; GREMBEK, O.; WALKER, J. L. A behavioral modeling approach to bicycle level of service. **Transportation Research Part A**, v. 116, p. 166-177, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.06.006>
- HARKEY, D. L.; REINFURT, D. W.; KNUIMAN, M.; STEWART, J. R.; SORTON, A. **Development of the bicycle compatibility index**: A level of service concept, Final Report. FHWA-RD-98-072, McLean, VA, EUA: FHWA, 1998.
- JENSEN, S. U. Pedestrian and Bicyclist Level of Service on Roadway Segments. **Journal of the Transportation Research Board**, n. 2031, p. 43-51, 2007. DOI: <https://doi.org/10.3141/2031-06>
- 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.
- KANG, K.; LEE, K. Development of a Bicycle Level of Service Model from the User's Perspective. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 16, n. 6, p. 1032-1039, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12205-012-1146-z>
- KAZEMZADEH, K.; LAURESHYN, A.; HISELIUS, L. W.; RONCHI, E. 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. Bicycle Interaction Hazard Score: A Theoretical Model. **Transportation Research Record**, n. 1438, p. 03-08, 1994.
- LANDIS, B. W.; VATTIKUTI, V. R.; BRANNICK, M. T. Real Time Human Perceptions: Toward a Bicycle Level of Service. **Transportation Research Record**, n. 1578, p. 119-126, 1997.
- LANDIS, B. W.; VATTIKUTI, V. R.; OTTENBERG, R. M.; PETRITSCH, T. A.; GUTTENPLAN, M.; CRIDER, L. B. 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.

LIANG, X.; XIE, M.; JIA, X. Use of entropy to analyze level of service of dedicated bike lanes in China. **Advances in Mechanical Engineering**, v. 9, n. 6, p. 1-12, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1177/1687814017711857>

LIANG, X., ZHANG, T., XIE, M., e JIA, X. (2021) Analyzing bicycle level of service using virtual reality and deep learning technologies. **Transportation Research Part A**, 153, 115-129. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.09.003>

LOWRY, M. B.; CALLISTER, D.; GRESHAM, M.; MOORE, B. Assessment of Communitywide Bikeability with Bicycle Level of Service. **Journal of the Transportation Research Board**, n. 2314, p. 41-48, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3141/2314-06>

MAJUMDAR, B. B.; MITRA, S. Development of Level of Service Criteria for Evaluation of Bicycle Suitability. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 144, n. 2:04018012, p. 1-14, 2018. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000432](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000432)

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

MUNN, Z.; PETERS, M. D. J.; STERN, C.; TUFANARU, C.; MCARTHUR, A.; AROMATARIS, E. Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. **BMC Medical Research Methodology**, v. 18, n. 143, p. 1-7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>

NACTO, National Association of City Transportation Officials. **Don't Give Up at the Intersection: Designing All Ages and Abilities Bicycle Crossings**. 2019. Disponível em: <https://nacto.org/publication/dont-give-up-at-the-intersection/> Acesso em: 10 jul. 2022.

NIKIFORIADIS, A.; BASBAS, S.; GARYFALOU, M. I. A methodology for the assessment of pedestrians-cyclists shared space level of service. **Journal of Cleaner Production**, v. 254, n. 120172, p. 1-16, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120172>

OKON, I. E.; MORENO, C. A. Bicycle Level of Service Model for the Cycloruta, Bogotá, Colombia. **Romanian Journal of Transport Infrastructure**, v. 8, n. 1, p. 1-33, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2478/rjti-2019-0001>

PETRITSCH, T. A.; LANDIS, B. W.; HUANG, H. F.; MCLEOD, P. S.; LAMB, D.; FARAH, W.; GUTTENPLAN, M. Bicycle Level of Service for Arterials. **Journal of the Transportation Research Board**, n. 2031, p. 34-42, 2007. DOI: <https://doi.org/10.3141/2031-05>

PRITCHARD, R.; FRØYEN, Y.; SNIZEK, B. Bicycle Level of Service for Route Choice: A GIS Evaluation of Four Existing Indicators with Empirical Data. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 8, n. 214, p. 1-19, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi8050214>

PROVIDELO, J. K. **Nível de Serviço para Bicicletas: um estudo de caso nas cidades de São Carlos e Rio Claro**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

SHU, S.; BIAN, Y.; RONG, J.; LI, S. Bicycle Level of Service Evaluation Method for Urban Road Segment. **Open Journal of Applied Sciences**, v. 8, p. 80-88, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4236/ojapps.2018.82007>

SORTON, A.; WALSH, T. Bicycle Stress Level as a Tool to Evaluate Urban and Suburban Bicycle Compatibility. **Transportation Research Record**, n. 1438, p. 17-24, 1994.

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

TRB, Transportation Research Board. **The Highway Capacity and Quality of Service Manual**. 4th Edition. National Research Council, Washington, D.C., EUA: TRB, 2000.

TRB, Transportation Research Board. **Highway Capacity Manual 2010**. 5th Edition. National Research Council, Washington, D.C., EUA: TRB, 2010.

TRB, Transportation Research Board. **Highway Capacity Manual: a guide for multimodal mobility analysis**. 6th Edition. National Research Council, Washington, D.C., EUA: TRB, 2016.

TURNER, S. M.; SHAFER, C. S.; STEWART, W. P. **Bicycle Suitability Criteria for State Roadways in Texas**. Dallas, Texas, EUA: Texas Transportation Institute, 1997.

WORLDDATA. **Developing Countries**. 2023. Disponível em: <https://www.worlddata.info/developing-countries.php> Acesso em: 17 jan. 2023.

XIE, L.; SPINNEY, J. "I won't cycle on a route like this; I don't think I fully understood what isolation meant": A critical evaluation of the safety principles in Cycling Level of Service (CLOS) tools from a gender perspective. **Travel Behaviour and Society**, v. 13, p. 197-213, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.07.002>

ZHANG, S.; LIANG, J.; HUANG, Z. A Cyclist-Domain-Based Method for Evaluating the Level of Service of a Bicycle Lane. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2020, n. ID3524748, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/3524748>