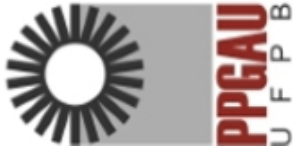




DIOGO GOMES PEREIRA BATISTA

**QUALICICLOS - ÍNDICE DE
QUALIDADE CICLOVIÁRIA:
UMA PROPOSTA METODOLÓGICA
MULTIDIMENSIONAL PARA
AVALIAÇÃO E PLANEJAMENTO
DE VIAS CICLÁVEIS**

**JOÃO PESSOA
2023**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ARQUITETURA E URBANISMO
DOUTORADO



Diogo Gomes Pereira Batista

**QUALICICLOS - ÍNDICE DE QUALIDADE CICLOVIÁRIA:
UMA PROPOSTA METODOLÓGICA MULTIDIMENSIONAL PARA
AVALIAÇÃO E PLANEJAMENTO DE VIAS CICLÁVEIS**

João Pessoa-PB

2023

Diogo Gomes Pereira Batista

**QUALICICLOS - ÍNDICE DE QUALIDADE CICLOVIÁRIA:
UMA PROPOSTA METODOLÓGICA MULTIDIMENSIONAL PARA
AVALIAÇÃO E PLANEJAMENTO DE VIAS CICLÁVEIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) como requisito para a obtenção de título de **Doutor em Arquitetura e Urbanismo**.
Linha de Pesquisa: Qualidade do ambiente construído.

Orientadora: Dra. Angelina Dias Leão Costa.

João Pessoa-PB

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catálogo e Classificação

B333q Batista, Diogo Gomes Pereira.

Qualiciclos - índice de qualidade cicloviária : uma proposta metodológica multidimensional para avaliação e planejamento de vias cicláveis / Diogo Gomes Pereira Batista. - João Pessoa, 2023.

261 f. : il.

Orientação: Angelina Dias Leão Costa.

Tese (Doutorado) - UFPB/CT.

1. Arquitetura - Cicloviárias. 2. Infraestrutura viária. 3. Ciclistas. 4. Mobilidade urbana sustentável.
I. Costa, Angelina Dias Leão. II. Título.

UFPB/BC


CDU 72:625.711.4(043)

Diogo Gomes Pereira Batista


**QUALICICLOS - ÍNDICE DE QUALIDADE CICLOVIÁRIA:
UMA PROPOSTA METODOLÓGICA MULTIDIMENSIONAL PARA AVALIAÇÃO E
PLANEJAMENTO DE VIAS CICLÁVEIS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba (PPGAU/UFPB) como requisito para a obtenção de título de **Doutor em Arquitetura e Urbanismo**


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ANGELINA DIAS LEAO COSTA**
Data: 12/12/2023 12:19:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Angelina Dias Leão Costa (PPGAU/UFPB)

Documento assinado digitalmente
 **JOSE AUGUSTO RIBEIRO DA SILVEIRA**
Data: 12/12/2023 14:06:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Avaliador interno: Prof. Dr. José Augusto Ribeiro da Silveira (PPGAU/UFPB)

Documento assinado digitalmente
 **PABLO BRILHANTE DE SOUSA**
Data: 13/12/2023 07:31:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador externo (ao PPGAU): Prof. Dr. Pablo Brilhante de Sousa (UFPB)

Documento assinado digitalmente
 **AIDA PAULA PONTES DE AQUINO**
Data: 12/12/2023 18:44:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliadora externa: Prof^ª. Dr^ª. Aída Paula Pontes de Aquino (IAB)

Documento assinado digitalmente
 **FILIFE UNGARO MARINO**
Data: 12/12/2023 20:10:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador externo: Prof. Dr. Filipe Ungaro Marino (UERJ)

Aprovação da comissão julgadora, em: 12 de dezembro de 2023, João Pessoa-PB.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos futuros ciclistas,
em nome do meu filho Cadu (3 anos),
com a esperança de que: Vias melhores virão!

E em memória das vítimas da pandemia que assolou o mundo no decorrer deste trabalho,
em especial aos meus professores: do DAU/UFPB e da Escola Santa Maria,
em nome de Geovany Jessé, resplandecente no ensino da sustentabilidade urbana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar vivo e saudável. A tempestade que assolou o mundo durante o período desta tese foi avassaladora. A pandemia levou pessoas queridas e afetou o percurso deste trabalho, mas não foi capaz de impedi-lo. Meus mais sinceros agradecimentos àqueles que orientaram e colaboraram direta e indiretamente com o nascimento e a sobrevivência desta tese.

Agradeço à minha orientadora Angelina, quem me acolheu desde o projeto de pesquisa, dando o empurrãozinho inicial para que eu pedalasse até o fim dessa longa trajetória (e além). Sua atenção, sabedoria e amor dedicado ao trabalho e às pessoas ao seu redor, a tornam uma pessoa admirável. Agradeço à banca avaliadora, Aída, Filipe, Pablo e Zé Augusto. Esses que qualificaram e fortaleceram o meu trabalho, fazendo-se presentes, mesmo antes, durante as minhas leituras sobre a mobilidade urbana sustentável e o uso da bicicleta; admiro e guardo todos na minha bagagem científica. Agradeço ao PPGAU em nome de Marcele, Lucas e Ana Negrão, entre outros professores que contribuíram com o desenvolvimento de minha pesquisa.

Agradeço às minhas colegas de turma, em nome de Bárbara, Mirelli, Imara e Ana, com quem tive a satisfação de trocar experiências, momentos saudosos e frutíferos. Agradeço ao Lacesse, em nome de Bruna, Ana Cristina, Eduardo, Anderson, Sheila, Helen e tantos outros com quem tive o prazer de trabalhar e compartilhar momentos importantes para o meu crescimento profissional e humano.

Agradeço enormemente a todos os participantes das pesquisas de percepção, a todos os pesquisadores, cicloativistas e gestores com quem tive a oportunidade de trocar ideias em eventos sobre ciclomobilidade. A todos os ciclistas que se fazem presentes no cotidiano, humanizando as cidades e contribuindo com a sociedade e o meio ambiente. Agradeço à CAPES pela bolsa concedida, investimento importante no presente e futuro da educação e seus benefícios para o Brasil. Honro a confiança, certo de que meu trabalho irá reverberar.

Finalmente, agradeço à toda minha família, em nome dos Choias e Gomes, pelo amor a mim concedido, o qual retribuirei eternamente. Agradeço especialmente à Nayana, minha companheira de todos os dias e ao meu filho Cadu, com quem aprendi sobre a essência da vida, a importância do amor, da doação de si mesmo, da renovação diária, da sinceridade, do olhar atento, da respiração profunda... Sigamos juntos pedalando nessa aventura.

RESUMO

A mobilidade cicloviária possibilita diversos benefícios socioeconômicos e ambientais para a sociedade e o meio ambiente. Para tanto, a avaliação do desempenho viário, com ênfase na segurança e conforto, é um elemento de importância crucial para o planejamento do transporte por bicicleta. Além disso, é essencial considerar a percepção dos usuários e os diversos tipos de configurações espaciais. O objetivo geral da tese é desenvolver uma proposta metodológica para planejamento e avaliação do nível de serviço para bicicletas aplicável a interseções, cicloestruturas e segmentos viários, considerando indicadores de adequabilidade cicloviária e a percepção de ciclistas e *experts* em ciclomobilidade. Os procedimentos metodológicos foram divididos em: (I) síntese de indicadores, através de uma revisão sistemática da literatura; (II) percepção de ciclistas e *experts*, através de questionários *online* e entrevistas para definir a importância dos indicadores, usando o Método dos Intervalos Sucessivos e simulações em vídeo; (III) estudo de caso em João Pessoa-PB, através do levantamento de dados, modelagem e aplicação do índice modelo, além da análise de correlações. Os principais resultados da etapa (I) apresentaram uma síntese de 30 modelos de avaliação cicloviária, com mais de 40 tipos de indicadores para análise de seus efeitos e aplicabilidade. Na etapa (II) obteve-se como resultado uma classificação dos indicadores chave, entre eles a Presença de cicloestrutura, Volume e Velocidade de veículos motorizados. Na etapa (III) foi apresentado o QualiCiclos – Índice de qualidade cicloviária, o qual possui 4 categorias (infraestrutura, sinalização, tráfego e ambiente), 16 tipos de indicadores elencados para 3 subíndices de acordo com as unidades de análise (interseções, cicloestruturas e segmentos compartilhados). A aplicação do QualiCiclos foi realizada a partir de configurações viárias representativas da malha cicloviária e em torno de um polo gerador de viagens (UFPB) e suas rotas de conexão entre bairros. Os resultados apresentaram uma análise sob diversos níveis de pontuação, desde a unidade espacial até o conjunto de espaços avaliados, revelando, principalmente, níveis de qualidade insuficientes ou suficientes (no limite). Por fim, observou-se que houve associação parcial entre as métricas do índice e a percepção dos usuários. Nesse contexto, busca-se contribuir avançando conceitualmente e metodologicamente acerca do tema, fornecendo um instrumento robusto de auxílio ao diagnóstico e planejamento cicloviário. Além disso, retratar uma série de questões pertinentes sobre a conjectura de fatores de adequabilidade cicloviária para o contexto brasileiro e condicionantes das interseções, cicloestruturas e segmentos viários. E assim, fomentar o uso da bicicleta e seus benefícios para uma mobilidade urbana mais sustentável.

Palavras-chave: Nível de Serviço para Bicicletas, Ciclistas, Transporte ativo, Mobilidade urbana sustentável, Infraestrutura viária.

ABSTRACT

Cycle mobility provides several social, economic and environmental benefits for society and the environment. Therefore, the assessment of road performance, with an emphasis on safety and comfort, is a crucial element for bicycle transportation planning. Furthermore, it is essential to consider users' perception and the different types of spatial configurations. The aim of this thesis is to develop a methodological proposal for evaluating the bicycle level of service applicable to intersections, cycle structures and road segments (bikeway), considering cycle suitability indicators and the perception of cyclists and experts in cycle mobility. The methodological procedures were divided into: (I) synthesis of indicators, through a systematic literature review; (II) perception of cyclists and experts, through online questionnaires and interviews to define the importance of indicators, using the Successive Interval Method and video simulations; (III) case study in João Pessoa-PB, through data collection, modeling and application of the model index, in addition to correlation analysis. The main results of stage (I) presented a synthesis of 30 bicycle assessment models, with more than 40 types of indicators for analyzing their effects and applicability. In stage (II), the result was a classification of key indicators, including the Presence of a cycle structure, Volume and Speed of motorized vehicles. In stage (III), the QualiCiclos - Bicycle Suitability Index - was presented, which has 4 categories (infrastructure, signage, traffic and environment), 16 types of indicators listed for 3 sub-index according to the analysis units (intersections, cycle structures and shared segments). The application of QualiCiclos was carried out based on road representative configurations of the cycling network and around a trip generator (UFPB) and its connection routes between neighborhoods. The results presented an analysis across various scoring levels, from the spatial unit to the set of evaluated spaces, revealing, mainly, insufficient or sufficient (at the limit) levels of bicycle suitability. Finally, a strong correlation was observed between the index metrics and users' perception. In this context, we seek to contribute by advancing conceptually and methodologically about the subject, providing a robust instrument to aid cycling diagnosis and planning. In addition, the study addresses several pertinent issues about the conjecture of bicycle suitability factors for the Brazilian context and the conditions of intersections, cycle structures and road segments. This work aims to promote the use of bicycles and their benefits for a more sustainable urban mobility.

Keywords: Bicycle Level of Service, Cyclists, Active transport, Sustainable urban mobility, Road infrastructure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Tipos de cicloestruturas: ciclovia (I), ciclofaixa (II) e ciclorrota (III); João Pessoa/PB.	35
Figura 02	Histórico do quantitativo de modelos de Nível de Serviço para Bicicletas (NSB).	42
Figura 03	Mapa com quantitativo de modelos de Nível de Serviço para Bicicletas, encontrados na revisão da literatura de 1987 a 2020, e seus respectivos países.	43
Figura 04	Mapa da literatura sobre Nível de Serviço para Bicicletas e proposta de tese.	83
Figura 05	Organograma dos procedimentos metodológicos da pesquisa.	86
Figura 06	Organograma com resumo da revisão sistemática da literatura.	88
Figura 07	Sistema de Pontuação adotado para o QualiCiclos.	104
Figura 08	Procedimentos de seleção de indicadores para o QualiCiclos.	106
Figura 09	Nuvem de palavras a partir de entrevistas com ciclistas e <i>experts</i> .	139
Figura 10	Localização da cidade de João Pessoa-PB, Brasil.	143
Figura 11	Mapa com a malha ciclovitária da cidade de João Pessoa-PB, Brasil.	144
Figura 12	Representação das macrozonas de tráfego da cidade de João Pessoa-PB com recorte territorial da área de estudo e rotas de conexão com a UFPB.	145
Figura 13	Origem e destinos por modo de transporte: bicicleta, em João Pessoa.	146
Figura 14	Atração de viagens por zonas de tráfego em João Pessoa.	147
Figura 15	Classificação viária de João Pessoa.	148
Figura 16	Mapa de João Pessoa-PB com indicação das unidades de análise para o estudo de caso: (I) cicloestruturas e (II) interseções e segmentos viários.	149
Figura 17	Infográfico com a composição do QualiCiclos.	152
Figura 18	Representação do indicador CICLOESTRUTURA, (I) ciclovia e (II) ciclofaixa.	153
Figura 19	Representação do indicador PROTEÇÃO, com destaque para segregação de ciclovia através de canteiro (I) e tachões sinalizados para ciclofaixa (II).	154
Figura 20	Representação do indicador LARGURA, para cicloestruturas (I) e para a faixa da direita (interseções e segmentos) (II), considerando a medida útil.	155
Figura 21	Representação do indicador TRAVESSIA.	157
Figura 22	Representação do indicador PAVIMENTO, ilustrando a diferença de condições de qualidade do asfalto em partes do leito viário.	158
Figura 23	Representação dos indicadores SINALIZAÇÃO HORIZONTAL (I) e VERTICAL (II e III).	159
Figura 24	Representação do indicador CONFIGURAÇÃO DAS FAIXAS DE TRÁFEGO.	160
Figura 26	Representação do indicador ESTACIONAMENTO ADJACENTE.	160
Figura 27	Representação do indicador CICLISTAS.	161
Figura 29	Representação do indicador VEÍCULOS PESADOS.	162
Figura 30	Representação do indicador VELOCIDADE MOTORIZADA.	163
Figura 31	Representação do indicador SOMBREAMENTO.	164
Figura 32	Representação do indicador ILUMINAÇÃO.	165

Figura 33	Representação do indicador VISIBILIDADE.	165
Figura 34	(I) Ciclofaixa C08 (Centro); (II) Ciclovia C01 (Tancredo Neves).	171
Figura 35	(I) Ciclovia C02 (Beira Rio); (II) Ciclovia C11 (Cidade Verde).	172
Figura 36	Ciclovia C03 (Orla).	173
Figura 37	(I) Ciclofaixa C10 (Mangabeira); (II) Ciclofaixa C12 (Valentina).	174
Figura 38	(I) Ciclovia C04 (Altiplano); (II) Ciclovia C05 (Hilton Souto - José Américo).	174
Figura 39	(I) Ciclofaixa C06 (Bessa); (II) Ciclofaixa C07 (Manáira); (III) Ciclofaixa C09 (Hilton Souto – Mangabeira); (IV) Ciclofaixa C13 (Castelo Branco); (V) Ciclofaixa C14 (Miramar).	174
Figura 40	(I) Segmento S14 (Av. Ministro José Américo de Almeida, Torre); (II) Segmento S09 (Av. Dr. Apolônio da Nóbrega, Castelo Branco).	177
Figura 41	Segmento S10 (Rua Tito Silva, Miramar).	177
Figura 42	(I) Segmento S06; (II) Segmento S05.	178
Figura 43	(I) Segmento S11 (Av. José Liberato, Miramar); (II) Segmento S13 (Av. Rui Barbosa, Torre).	178
Figura 44	Outros segmentos do bairro Bancários: (I) S01 (Rua Empresário João Rodrigues Alves); (II) S02 (Rua Luiz Alves Conserva); (III) S03 (Rua José Alexandre de Lira); (IV) S04.	179
Figura 45	Outros segmentos do bairro Castelo Branco: (I) S07 (Rua João Freire); (II) S08.	179
Figura 46	Outro segmento do bairro Torre: S12 (Av. Dom Pedro II).	180
Figura 47	(I) Interseção I01; (II) Interseção I02; (III) Interseção I03.	182
Figura 48	(I) Interseção I04; (II) Interseção I05.	182
Figura 49	Mapa com rotas de acesso ao polo gerador de viagens (UFPB).	187
Figura 50	Mapa com os resultados completos da aplicação do QualiCiclos em João Pessoa, (I) avaliação de Cicloestruturas e (II) avaliação de Interseções e Segmentos compartilhados.	190
Figura 51	Perspectiva da Interseção (I01), entre os Segmentos viários (S01, S02 e S03).	191
Figura 52	Perspectiva da Interseção (I02), entre os Segmentos viários (S10 e S11) e Cicloestrutura (C14), a ciclofaixa do Miramar.	192
Figura 53	Perspectiva da Interseção (I03), entre os Segmentos (S13 e S14) e Cicloestrutura (C02).	192
Figura 54	Perspectiva da Interseção (I04), entre os Segmentos viários (S06, S07 e S12).	193
Figura 55	Perspectiva da Interseção (I05), entre os Segmentos viários (S07, S08, S09) e a Cicloestrutura (C13) a ciclofaixa do Castelo Branco.	193
Figura 56	Gráfico de dispersão de médias e desvio-padrão a partir da percepção de qualidade de serviço das interseções avaliadas.	195
Figura 57	Gráfico comparativo entre avaliação do QualiCiclos e de ciclistas.	196

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Escalas de avaliação da mobilidade ciclovária.	37
Quadro 02	Lista das referências dos modelos de Nível de Serviço para Bicicletas por tipo de medição e tipo de unidade de análise, datadas de 1987 a 2020.	42
Quadro 03	Definições de Níveis de Serviço para Bicicletas (A até F).	60
Quadro 04	Categorias de ciclistas verificadas em estudos de Nível de Serviço para Bicicletas.	61
Quadro 05	Principais métodos para abordagem de usuários em estudos de avaliação ciclovária.	64
Quadro 06	Equações por ordem de aplicação do Método dos Intervalos Sucessivos.	93
Quadro 07	Etapas definidas para o cálculo da pontuação do QualiCiclos.	104
Quadro 08	Principais indicadores de NSB para segmentos viários.	111
Quadro 09	Principais indicadores de NSB para segmentos viários associados à cicloestruturas.	113
Quadro 10	Principais indicadores de NSB em interseções viárias.	115
Quadro 11	Efeitos dos indicadores de Nível de Serviço para Bicicletas (NSB).	116
Quadro 12	Relação entre indicadores e argumentos para verificação de concordância.	125
Quadro 13	Detalhamento do processo de triagem para definição de indicadores do QualiCiclos.	153
Quadro 14	Escala de pontuação quanti-qualitativa do QualiCiclos, definições por Nível de Serviço para Bicicletas (NSB), categorias e planejamento.	166
Quadro 15	Detalhamento das fontes de dados para aplicação do QualiCiclos.	168
Quadro 16	Potenciais contribuições das medidas de nível de serviço para bicicletas.	199

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Medidas de média e dispersão para detecção de <i>outliers</i> e margem de erro.	119
Tabela 02	Estatística descritiva das variáveis: gênero, cor/raça e faixa etária.	120
Tabela 03	Estatística descritiva das variáveis: Região, Cidade e População.	121
Tabela 04	Estatística descritiva sobre uso da bicicleta, nível de experiência e confiança.	122
Tabela 05	Estatística descritiva das variáveis: Motivo de viagem principal, Motivo secundário e Categorias de uso da bicicleta.	123
Tabela 06	Incidência de sinistros de trânsito, situações de risco ou hostilidades sofridas em interseções pelos participantes.	124
Tabela 07	Representação da significância entre diferenças intragrupos por indicador.	127
Tabela 08	Distribuição de respostas para os 16 indicadores, por categorias adotadas.	129
Tabela 09	Parâmetros estatísticos para o procedimento de detecção de valores estimados das categorias avaliadas por indicadores, exemplo: “Sinalização horizontal”.	130
Tabela 10	Valor dos indicadores em ordem escalar de 0 a 1, do maior para o menor nível de importância relativa segundo a média ponderada de percepção.	131
Tabela 11	Estatística descritiva das entrevistas.	132
Tabela 12	Estatística descritiva das entrevistas com <i>experts</i> em ciclomobilidade.	133
Tabela 13	Distribuição de respostas para os 25 indicadores, por categorias adotadas.	134
Tabela 14	Valor dos indicadores em ordem escalar de 0 a 1, do maior para o menor nível de relevância, segundo ciclistas cotidianos e <i>experts</i> em ciclomobilidade.	136
Tabela 15	Comparação entre as respostas das populações de ciclistas e <i>experts</i> .	137
Tabela 16	Subíndices com indicadores classificados sob ordem de importância e seus respectivos pesos avaliados através do Método dos Intervalos Sucessivos.	154
Tabela 17	Aplicação do QualiCiclos para cicloestruturas em João Pessoa.	170
Tabela 18	Aplicação do QualiCiclos para segmentos compartilhados em João Pessoa.	176
Tabela 19	Aplicação do QualiCiclos para interseções em João Pessoa.	181
Tabela 20	Resultados considerando os indicadores e categorias do QualiCiclos.	184
Tabela 21	Ordem de classificação dos indicadores gerais do QualiCiclos.	185
Tabela 22	Ordem de classificação das categorias do QualiCiclos.	186
Tabela 23	Ordem de classificação das rotas de acesso a UFPB através do QualiCiclos.	188
Tabela 24	Ordem de classificação e nota final do QualiCiclos para o estudo de caso.	189
Tabela 25	Estatística descritiva da qualidade de serviço de interseções e adjacências.	194
Tabela 26	Diferenças médias entre a avaliação do QualiCiclos e de ciclistas.	196
Tabela 27	Ordem de classificação da pior para a melhor média das interseções através da avaliação do QualiCiclos e de ciclistas.	198

LISTA DE SIGLAS

ANOVA	<i>Analysis of variance</i> ou Análise de variância
BCa	<i>Bias Corrected and accelerated</i>
BCI	<i>Bicycle Compatibility Index</i>
Bike ISI	<i>Bicycle Intersection Safety Index</i>
BLOS	<i>Bicycle Level of Service</i>
BSIR	<i>Bicycle Safety Index Rating</i>
BSL	<i>Bicycle Stress Level</i>
CLoS	<i>Cycling Level of Service</i>
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
FDOT	<i>Florida Department of Transportation</i>
GEE	Gases de Efeito Estufa
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HCM	<i>Highway Capacity Manual</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
IEI	<i>Intersection Evaluation Index</i>
IHS	<i>Interaction Hazard Score</i>
ITDP	<i>Institute for Transportation & Development Policy</i>
LOS	<i>Level of Service</i>
LTS	<i>Level of Traffic Stress</i>
MIS	Método dos Intervalos Sucessivos
NSB	Nível de Serviço para Bicicletas
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
PMJP	Prefeitura Municipal de João Pessoa
RSI	<i>Roadway Segment Index</i>
SEMOB	Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana
TRB	<i>Transportation Research Board</i>
TRID	<i>Transportation Research Information and Documentation</i>
UFPB	Universidade Federal da Paraíba

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
1.1	Objetivos	26
1.2	Justificativa	27
1.3	Estrutura da tese.....	29
2	NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS: ABORDAGENS E MÉTRICAS DE DESEMPENHO CICLOVIÁRIO	31
2.1	Por uma mobilidade ciclovária	31
2.1.1	Cicloestruturas: contextualização sobre as infraestruturas ciclovárias	33
2.1.2	Escalas de avaliação da mobilidade ciclovária	37
2.2	Nível de Serviço para Bicicletas: panorama conceitual e metodológico	39
2.2.1	Avaliações através do Nível de Serviço para Bicicletas.....	39
2.2.2	Medição de Níveis de Estresse para Bicicletas	43
2.2.3	Medição de Níveis de Capacidade para Bicicletas	45
2.2.4	Medição de Níveis de Adequabilidade para Bicicletas	48
2.2.5	Sistemas de análise e classificação	57
2.2.6	Tipos de ciclistas e métodos de abordagem.....	60
2.3	Indicadores de Nível de Serviço para Bicicletas.....	66
2.3.1	Indicadores de efeito positivo	66
2.3.2	Indicadores de efeito diverso	70
2.3.3	Indicadores de efeito negativo	72
2.3.4	Principais resultados e características dos modelos.....	76
2.4	Considerações sobre o referencial teórico	80
2.4.1	Nível de Serviço para Bicicletas no contexto brasileiro.....	80
2.4.2	Direcionamentos para a tese	82



3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	85
3.1	Etapa I: Identificação de indicadores.....	87
3.2	Etapa II: Percepção de ciclistas e <i>experts</i> em ciclomobilidade.....	88
3.2.1	O questionário: variáveis de adequabilidade ciclovária para interseções.....	89
3.2.2	Entrevista: variáveis conjuntas de adequabilidade ciclovária	95
3.2.3	A amostra de dados	99
3.3	Etapa III: Estudo de Caso.....	100
3.3.1	Desenvolvimento do modelo de NSB para interseções, cicloestruturas e segmentos viários	102
3.3.2	Aplicação do modelo	106
3.3.3	Análise do modelo	108
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	110
4.1	Etapa I: Identificação de indicadores.....	110
4.1.1	Síntese dos indicadores para segmentos viários.....	110
4.1.2	Síntese dos indicadores para segmentos viários com cicloestruturas.....	112
4.1.3	Síntese dos indicadores para interseções viárias.....	114
4.1.4	Considerações sobre os indicadores identificados.....	115
4.2	Etapa II: Percepção de ciclistas e <i>experts</i> em ciclomobilidade.....	117
4.2.1	Verificação e adequação amostral para o questionário <i>online</i>	117
4.2.2	Análise do questionário: Parte 1 - Perfil dos ciclistas	119
4.2.3	Análise do questionário: Parte 2 - Percepção sobre indicadores	124
4.2.4	Análise das entrevistas: Fase 1 - Perfil dos grupos participantes	131
4.2.5	Análise das entrevistas: Fase 2 - Percepção sobre os indicadores	134
4.2.6	Análise das entrevistas: Fase 3 - Percepção sobre planejamento ciclovário.....	138
4.3	Etapa III: Estudo de caso	143
4.3.1	Características físico-ambientais e de tráfego de João Pessoa-PB.....	143



4.3.2 Desenvolvimento do Índice de Qualidade Ciclovária para Interseções, Cicloestruturas e Segmentos compartilhados - QualiCicloS.....	151
4.3.3 Aplicação do QualiCiclos.....	168
4.3.4 Análise do questionário: Parte 3 - Percepção da qualidade de serviço ciclovário e correlações com a aplicação do QualiCiclos	191
4.4 Discussão complementar	198
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	207
REFERÊNCIAS	211
APÊNDICES.....	225
ANEXOS.....	261



“Pedalar é revolucionário em vários sentidos”

(Participante 25, ciclista cotidiano)

1

INTRODUÇÃO



1 INTRODUÇÃO

Fomentar o uso do transporte por bicicleta traz contribuições positivas, não só para os ciclistas, mas para toda a sociedade (BLUE, 2016). Planejar a mobilidade de modo cicloinclusivo é incentivar cidades mais humanas, seguras e saudáveis (GEHL, 2015). Economia, equidade social, preservação do meio ambiente e diversos outros fatores são benefícios que o uso da bicicleta produz. E assim, conseqüentemente, reproduz o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis (SACHS, 2002). Esta tese busca tratar do planejamento da mobilidade por bicicleta ou ciclomobilidade em uma de suas vertentes mais básicas e essenciais, a adequabilidade ciclovária.

De acordo com Gutiérrez (2012, p. 67) “a mobilidade é uma prática social de deslocamento no território que une desejos e necessidades de deslocamento (requisitos de mobilidade), assim como, capacidades de satisfazê-los” (tradução nossa). Tais capacidades - para além das condições de caráter privado, subjetivas ou socioeconômicas - estão associadas às condições de caráter público, perante a qualidade dos espaços livres. Um espaço livre público de qualidade requer a presença e um bom desempenho de sua infraestrutura viária, como um serviço de/para os transportes. Nesse contexto, tornar um espaço livre público capaz de comportar as necessidades de deslocamento, significa também torná-lo acessível.

A acessibilidade tem sido explorada conceitualmente sob diferentes contextos e disciplinas, de modo amplo, mas comumente associada à facilidade, oportunidades, características ou capacidades para se alcançar determinados destinos ou fazer uso de espaços e seus constituintes (KNEIB; PORTUGAL, 2017). Considerando a acessibilidade urbana como uma propriedade do espaço intraurbano, ela pode ser medida através da qualidade viária para a circulação das pessoas, sob determinados modos de transporte, como a bicicleta. Logo, depreende-se que a acessibilidade ciclovária é uma das condições para que a mobilidade por bicicleta se concretize.

A mobilidade urbana é um dos temas mais críticos e emergentes do século XXI (UN-HABITAT, 2013). A emergência da problemática global que envolve o setor dos transportes apontam para a necessidade de uma mobilidade mais sustentável que está diretamente relacionada com a promoção dos modos ativos de deslocamento (andar e pedalar) (BID; MDR, 2021a). O desenvolvimento orientado ao transporte sustentável visa tratar como prioridade esses modos ativos de deslocamento, seja nas políticas públicas, nos investimentos em



infraestrutura e no trânsito, seja no planejamento urbano; de modo a inverter a hierarquia viária automotiva predominante por décadas, em países emergentes como o Brasil (ITDP, 2017).

“Cada vez mais, pensa-se a mobilidade urbana como parte integrante da concepção geral de uma cidade sustentável, onde mover-se com qualidade é face da mesma equação em que estão habitar com qualidade ou trabalhar com qualidade” (LEITE; AWAD, 2012, p. 145). As demandas por uma maior sustentabilidade dos transportes requerem uma mudança na forma como o planejamento viário (ou sua falta) foi (e persiste) se reproduzindo ao longo do tempo, através de políticas rodoviaristas (VASCONCELLOS, 2014). O uso da bicicleta, por si só, não é capaz de resolver os problemas da (i) mobilidade urbana, “mas, sem dúvida alguma, a melhoria da mobilidade passa por ela” (ANDRADE *et al.*, 2016, p. 8). Quebrar os paradigmas rodoviaristas dos transportes motorizados e seu impacto na ocupação do solo já se mostraram eficazes em diversas cidades, como Amsterdã, Copenhague, Bogotá, Rosário, Tokyo, entre outras (BID, 2021).

A bicicleta é ressaltada como um ícone de sustentabilidade (STATE OF GREEN, 2016). A mobilidade por bicicleta está diretamente aliada aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), sobretudo através das metas de promoção da saúde e bem-estar e o desenvolvimento de cidades e comunidades mais sustentáveis (WHO, 2020). Mesmo diante de evidências tão positivas associadas ao uso da bicicleta, o paradigma do planejamento de transportes centrado no uso dos automóveis ainda repercute fortemente na falta de segurança viária para os mais vulneráveis nas vias (como os ciclistas) (CHEN *et al.*, 2019). Isso compromete a adesão ao uso da bicicleta e seus benefícios associados, ressaltando ainda mais a importância de se planejar a qualidade das vias, visando uma maior segurança. Visto que o aumento da segurança viária está diretamente associado a um aumento de ciclistas nas ruas, considerando as suas necessidades (DIGIOIA *et al.*, 2017).

Por outro lado, os sinistros de trânsito envolvendo colisões entre veículos matam mais de 1,35 milhões de pessoas por ano no mundo, as quais 90% situam-se em países de baixa e média renda, incluindo o Brasil (WHO, 2018). Essas fatalidades representam a oitava maior causa de morte global, sendo, de modo ainda mais alarmante, a primeira entre crianças, adolescentes e jovens adultos de 5 a 29 anos de idade. Quando somadas as mortes com os dados de lesões decorrentes, observa-se uma projeção de cerca de 500 milhões de casos a serem provocados por sinistros no mundo entre 2020 e 2030 (GMCRS, 2020). Isso constitui



uma crise mundial, que é, no entanto, passível de prevenção e mitigação através de ações em vários níveis.

Atualmente, encontra-se em vigência o pacto global da “Segunda Década de Ação para a Segurança Viária (2021-2030)” que tem como objetivo principal a redução significativa, de ao menos 50%, das mortes e lesões de trânsito (UNITED NATIONS, 2020). No Brasil, a Estratégia Nacional de Promoção da Mobilidade por Bicicleta (Enabici) é uma iniciativa da União de Ciclistas do Brasil construída coletivamente entre poder público e sociedade. Em decorrência da Lei 13.724/2018, a qual instituiu o “Programa Bicicleta Brasil”, e em consonância com as ações globais de desenvolvimento sustentável, o Enabici visa criar uma agenda de ações até 2030 para melhorar as condições desse transporte, proporcionando, entre outros aspectos, segurança e conforto ciclovário (UCB, 2023).

A prevalência da cultura automotiva contribui para o agravamento de problemas como a degradação ambiental, acentuação da desigualdade social, segregação espacial e limitações significativas em termos de acessibilidade. Nesse contexto, se as cidades passaram por um modelo centrado no uso do automóvel e esse se mostrou ineficaz (SILVEIRA; SILVA, 2018); então, a partir de uma nova visão de cidade voltada para as pessoas e a sustentabilidade do meio ambiente: é de suma importância estudar os elementos urbanos integrados ao seu sistema, incluindo as características físico-ambientais e de tráfego. O planejamento ciclovário é vital para essa redefinição de espaços urbanos rumo a uma mobilidade mais sustentável almejada para as cidades brasileiras.

O desafio de prover acessibilidade e mobilidade para as pessoas de forma mais sustentável permanece, entretanto, complexo; sobretudo em países em desenvolvimento. Isso ocorre em grande parte devido: às conflitantes escolhas modais e seus impactos, às diferenças de classes de renda e desigualdade de acesso à cidade, às questões de segurança, e à falta de suporte de infraestrutura, sobretudo para o transporte ativo (OKON; MORENO, 2019). Nesse contexto, busca-se um equilíbrio entre os modos de transporte para reduzir conflitos e proporcionar espaços mais seguros para todos. Atualmente, os governos são orientados a investir na qualidade da experiência e segurança do uso da bicicleta nas cidades (UNITED NATIONS, 2020). Entretanto, para que isso seja possível, uma imagem realista dos elementos do sistema ciclovário urbano é crucial para um melhor entendimento sobre como planejar e operar tais investimentos da melhor forma. Assim, potencializam-se os diversos benefícios oriundos da mobilidade ciclovária.



“Qualquer transformação começa por um bom diagnóstico” (LEITE; AWAD, 2012, p. 132). Um sistema de mobilidade favorável ao desenvolvimento sustentável deve acomodar as necessidades e as prioridades entre os diferentes modos de transportes, mitigando os fatores de influência de risco relativos à via, veículos e usuários. Desse modo, o desenho de cidades seguras perpassa pelas características físico-ambientais e de operação de tráfego, sendo essas, determinantes para o amparo dos seus usuários (WELLE *et al.*, 2015). Tais características servem para uma melhor compreensão da qualidade ou desempenho cicloviário, considerando as diferentes configurações dos espaços de circulação.

As ruas, em geral, são compartilhadas por diferentes modos de transporte, mesmo que haja infraestruturas exclusivas para bicicletas (nesta tese denominadas de cicloestruturas, como ciclovias e ciclofaixas), é fundamental considerar a influência entre os modais no ambiente de tráfego. Como forma de proporcionar um trânsito mais seguro para todos, necessita-se avaliar as particularidades de cada espaço de deslocamento, seja através de infraestruturas cicloviárias, seja através dos segmentos viários compartilhados entre veículos motorizados e bicicletas. Além disso, deve-se olhar com atenção para os pontos de ligação entre os segmentos viários, visto que as interseções viárias são os lugares de maior ocorrência de conflitos entre ciclistas e motoristas, e, portanto, constituem-se como pontos críticos para a investigação e o planejamento da mobilidade cicloviária (NACTO, 2019; DINIZ; FERREIRA, 2020).

Outrossim, os modelos de avaliação da qualidade do transporte cicloviário são ferramentas importantes para o planejamento, projeto e gestão do sistema de mobilidade urbana. Esses instrumentos têm o potencial de revelar atributos viários que ajudam a identificar os níveis de desempenho das vias para acomodar os ciclistas (MAJUMDAR; MITRA, 2018). Tais modelos são tradicionalmente encontrados na literatura através da perspectiva teórico-metodológica do *Bicycle Level of Service* (BLOS) ou Nível de Serviço para Bicicleta (NSB) (DIXON, 1996; KAZEMZADEH *et al.*, 2020).

Os métodos baseados no conceito de NSB são amplamente aplicados à nível global, diversos países incorporaram suas abordagens e diversos estudos de planejamento cicloviário são explorados e desenvolvidos a partir de sua concepção. Com esse suporte, é possível quantificar as necessidades e priorizar as melhorias de infraestruturas viárias existentes para torná-las mais seguras, confortáveis, acessíveis e atrativas para os ciclistas. Nesse contexto, põe-se em evidência o seguinte problema de pesquisa: em que medida indicadores de



adequabilidade cicloviária exercem influência na percepção dos usuários acerca da qualidade e no nível de serviço para bicicletas? Seja nas interseções, nas cicloestruturas ou nos segmentos viários compartilhados entre bicicletas e veículos motorizados.

Muito da evolução dos procedimentos avaliativos do transporte cicloviário advém do resultado do refinamento da abordagem de técnicas, da diversidade de indicadores e da unidade de análise proposta para a investigação. Os estudos envolvendo NSB apresentam várias possibilidades metodológicas (ASADI-SHEKARI; MOEINADDINI; SHAH, 2013), sob diferentes escalas de avaliação e medidas (LOWRY *et al.*, 2012). Assim, verifica-se: diferentes escopos de análise de adequabilidade viária (segmentos viários, interseções ou ambos); estudos através da percepção de ciclistas e seu perfil diverso; considerações por tipo de infraestrutura viária (com ou sem cicloestrutura, segregação de veículos motorizados ou compartilhamento com pedestres); abordagens estatísticas; classificações de resultados; além da variedade de indicadores possíveis (KAZEMZADEH *et al.*, 2020).

A partir de uma revisão crítica sobre pesquisas sobre NSB verifica-se que há uma certa complexidade metodológica que pode gerar entraves de aplicação do modelo em processos práticos de planejamento cicloviário (ASADI-SHEKARI; MOEINADDINI; SHAH, 2013). Isso ocorre, sobretudo, devido às particularidades de indicadores que apresentam a necessidade de intensa coleta de dados, consumo de tempo ou complexidade de análise estatística, a depender do contexto e método (GRISWOLD *et al.*, 2018). Além disso, a fundamentação em termos da relação entre capacidade-volume-velocidade do tráfego motorizado não é suficiente para delinear o nível de serviço para bicicletas, considerando as disparidades entre os modos de transportes (ZHANG; LIANG; HUANG, 2020). Até mesmo a fundamentação teórica que envolve a terminologia do conceito e das medidas de NSB necessita de esclarecimentos e sistematizações.

Vários estudos vêm sendo desenvolvidos, com o intuito de verificar a qualidade das viagens urbanas e mensurar a segurança e conforto oferecidos pela infraestrutura nos segmentos viários ou corredores de transporte (KAZEMZADEH, 2020). Contudo, apesar da importância de se considerar as interseções viárias como pontos críticos de problemas no trânsito, percebe-se uma carência de pesquisas acerca de avaliações desses locais de tráfego considerando sua adequabilidade para os deslocamentos por bicicleta. A carência de estudos nessa área específica é ainda mais evidente ao considerar a falta de abordagens que



considerem a percepção do usuário e o contexto brasileiro, sobretudo, quanto a determinação de possíveis variáveis características e pertinentes ao ambiente de tráfego local.

Para desenvolver e impulsionar um compartilhamento seguro da via entre veículos motorizados e a bicicleta deve-se prezar pela avaliação das condições existentes e determinar o que é considerado favorável sob a perspectiva do ciclista (usuário), assim como dos *experts* em ciclomobilidade. Em outras palavras, para determinar a compatibilidade (ou adequabilidade) da via é necessário verificar como as operações de tráfego e as características físico-ambientais da via impactam a percepção de uso da bicicleta. A perspectiva dos usuários - como agentes fundamentais no processo para um melhor entendimento sobre as necessidades do uso da bicicleta como transporte - também é uma lacuna existente, quando se trata de avaliações de NSB em interseções no Brasil.

A tese considera o conceito de NSB como fundamento para a investigação de variáveis que influenciam no fenômeno da segurança viária para ciclistas a partir das medidas de adequabilidade cicloviária. Busca-se avançar com o conhecimento sobre a temática, a partir de um aprofundamento conceitual e metodológico. Inclusive, através de uma adaptação ou tradução mais compreensível do referencial teórico para o contexto brasileiro, considerando que os modelos de NSB desenvolveram-se em contexto internacional.

O estado da arte sobre os modelos de avaliação através do NSB demonstra que a literatura científica sobre esse tema é majoritariamente estrangeira (BATISTA; COSTA, 2023). Ou seja, apesar de no Brasil, haver estudos sobre o planejamento cicloviário, ainda se encontram dificuldades para obter modelos de avaliação da infraestrutura viária para o uso das bicicletas. Isso se reflete, sobretudo, na desatenção ou barreiras enfrentadas por parte dos órgãos gestores de mobilidade urbana no Brasil devido ao incentivo insuficiente de um planejamento orientado ao transporte por bicicleta, capaz de fomentar pesquisas na área ou aplicar explorações existentes. Considerando essa defasagem, evidencia-se, portanto, o desenvolvimento teórico-metodológica do NSB e das variáveis de adequabilidade cicloviária como potencial fundamentação para o processo de melhoria do planejamento cicloviário para o contexto brasileiro.

Quando se trata das particularidades das unidades de análise, entre interseções e segmentos viários, apenas 1/3 dos trabalhos avaliados na revisão da literatura dessa tese referem-se a avaliações de interseções (BATISTA; COSTA, 2023). Isso demonstra a necessidade de desenvolver métodos mais compreensivos sobre essa parcela da via tão significativa nos



deslocamentos por bicicleta. Sem, no entanto, desconsiderar a totalidade dos constituintes da análise viária. Além disso, nenhum dos trabalhos encontrados desenvolveram modelos significativos de avaliação de NSB em interseções no Brasil, existe uma predominância de modelos exploratórios para análise de segmentos (*e.g.* PROVIDELO, 2011) ou cicloestruturas (*e.g.* ANDRADE, 2018; BATISTA, 2019). Esses apontamentos evidenciam uma lacuna de pesquisa desenvolvida na presente tese a partir dos objetivos propostos.

Como forma de enriquecer as fragilidades e preencher lacunas dos estudos prévios, a presente pesquisa busca contribuir sobretudo a partir do desenvolvimento de uma metodologia que compreenda as particularidades das interseções viárias, cicloestruturas e segmentos compartilhados; do contexto brasileiro; da percepção dos ciclistas; e da formulação de um instrumento de NSB com características elementares. Para tanto, considerou-se um estudo de caso na cidade de João Pessoa-PB, avaliando-se não só a sua malha de infraestrutura cicloviária, como também, delimitando um recorte territorial representativo de diferentes configurações espaciais. O território proposto abrange o entorno de um importante polo gerador de viagens, a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), e suas rotas de conexão com os bairros vizinhos. Os ambientes universitários, incluindo sua zona de vizinhança, são grandes atrativos do modo de transporte por bicicleta (CEVADA, 2015) e, portanto, requerem o estudo das variáveis de desempenho cicloviário para quantificar e qualificar o seu potencial de desenvolvimento.

O trabalho apresentado busca contribuir com informações úteis para o planejamento cicloviário, sobretudo para contextos carentes de instrumentos de avaliação de mobilidade nessa área, como o Brasil. Os resultados podem auxiliar os órgãos gestores de transporte com a seleção de variáveis mais adequadas para diversos fins de planejamento, assim como, contribuir para o desenvolvimento de diagnósticos mais robustos. O principal público a ser favorecido trata-se dos ciclistas, mas não só eles, considerando a inter-relação entre as variáveis que envolve todos os modais de transportes e a geração de segurança viária para toda a comunidade. Bem como, os diversos benefícios para a sociedade e meio ambiente oriundos do fomento ao uso da bicicleta.



1.1 Objetivos

- **Objetivo Geral:**

O objetivo geral da tese é desenvolver uma proposta metodológica para planejamento e avaliação do nível de serviço para bicicletas aplicável a interseções, cicloestruturas e segmentos viários, considerando indicadores de adequabilidade cicloviária e a percepção de ciclistas e *experts* em ciclomobilidade.

- **Objetivos Específicos:**

- I. Identificar e sistematizar os principais indicadores de adequabilidade cicloviária, presentes em modelos de nível de serviço para bicicletas;
- II. Avaliar a percepção de ciclistas e *experts* em ciclomobilidade sobre a qualidade de componentes físicos, ambientais e de tráfego, com base em fatores que influem no nível de serviço para bicicletas.
- III. Realizar estudo de caso em João Pessoa-PB para a construção e aplicação do índice modelo de nível de serviço para bicicletas em interseções, cicloestruturas e segmentos viários.

- **Hipótese:**

Há uma associação determinante entre os indicadores de adequabilidade cicloviária e a qualidade de serviço para bicicletas. Pressupõe-se neste trabalho que o desempenho de espaços viários determina o nível de serviço para bicicletas medido através de modelos ou índices passíveis de associação com a percepção de qualidade cicloviária pelos ciclistas. A percepção de indivíduos sobre as condições de segurança e conforto cicloviário é baseada em variáveis capazes de serem utilizadas como indicadores do nível de serviço para bicicletas para o contexto brasileiro. Desse modo, busca-se uma maior correlação entre a avaliação subjetiva (dos ciclistas) e a objetiva (do modelo de desempenho). A qualidade do serviço cicloviário afeta diretamente a percepção de segurança e conforto dos ciclistas, servindo como um parâmetro para evitar conflitos e sinistros de trânsito e melhorando, conseqüentemente, as condições de mobilidade urbana para todos.



1.2 Justificativa

Essa seção tem como finalidade fazer uma síntese da justificativa desta tese, conforme elementos já abordados nesta introdução e com base nos objetivos mencionados. A proposta metodológica e os resultados desta tese buscam oferecer várias contribuições para a pesquisa acadêmica, a prática e a formulação de políticas de planejamento urbano, com ênfase no objeto de estudo em questão. Compreende-se a importância do trabalho enquanto um estudo com implicações para outros pesquisadores, mas também profissionais, sociedade e criadores de política. Logo, esta tese se justifica na medida em que busca:

- Como contribuições para a pesquisa acadêmica e a literatura da área:

- Introduzir uma abordagem abrangente e holística sobre medidas de nível de nível de serviço para bicicletas, preenchendo lacunas na literatura existente sobre métodos de avaliação cicloviária, sobretudo para determinadas unidades de análise, como as interseções e as cicloestruturas.

- Incorporar indicadores específicos de adequabilidade cicloviária, oferecendo uma estrutura teórica robusta para a avaliação de vias cicláveis sob diferentes características urbanas, contribuindo assim para o desenvolvimento de métricas mais precisas e adaptáveis.

- Considerar a percepção de ciclistas e especialistas em ciclomobilidade, fornecendo uma perspectiva prática e orientada para o usuário que pode informar necessidades e prioridades, preenchendo a lacuna entre a teoria e a experiência prática dos usuários.

- Como contribuições almeçadas para melhorar a prática:

- Facilitar a identificação de áreas problemáticas e deficiências nas infraestruturas cicloviárias existentes, interseções viárias e segmentos compartilhados entre veículos motorizados e bicicletas, permitindo intervenções específicas e direcionadas para melhorar a segurança e o conforto dos ciclistas.

- Fornecer um instrumento prático e acionável para planejadores urbanos e engenheiros de tráfego melhorarem o planejamento cicloviário, garantindo uma integração mais eficiente e segura das bicicletas no ambiente de tráfego existente.



- Permitir uma avaliação sistemática do desempenho cicloviário ao longo do tempo, possibilitando a adaptação e a otimização sucessiva com base nos *feedbacks* dos usuários e *experts*, resultando em uma melhoria contínua das condições para os ciclistas urbanos.

- Como contribuições para melhorar a política:

- Promover a formulação de políticas públicas mais eficazes e direcionadas para o desenvolvimento da qualidade de vias cicláveis, destacando a importância de considerar a perspectiva dos usuários e *experts* ao planejar intervenções e investimentos na área.

- Auxiliar na promoção de estratégias de planejamento urbano sustentáveis, incentivando o uso da bicicleta como meio de transporte viável e seguro, contribuindo assim para a redução das emissões de poluentes, melhoria da saúde, acessibilidade urbana, redução de custos, qualidade de vida etc.

- Facilitar a criação de diretrizes de projeto orientadas para o ciclista e outros usuários das vias urbanas, promovendo uma abordagem mais inclusiva e acessível ao planejar e implementar infraestruturas cicloviárias, o que pode resultar em cidades mais saudáveis, sustentáveis e acessíveis para todos os cidadãos.



1.3 Estrutura da tese

A presente tese está dividida - além dos elementos introdutórios (resumo, listas, introdução etc.) e finais (considerações, referências, apêndices e anexos) - em 3 capítulos de desenvolvimento, são eles:

- **REFERENCIAL TEÓRICO:**

Apresenta uma revisão da literatura sistematizada, abordando uma contextualização sobre a mobilidade cicloviária, seguido de aprofundamentos conceituais e uma investigação minuciosa sobre as características metodológicas acerca de avaliações através do Nível de Serviço para Bicicletas. Além disso, retrata as possibilidades e o panorama de aplicação de modelos de referência e os principais tipos de indicadores existentes na literatura. Esse arcabouço teórico-metodológico serviu como base para o presente trabalho. Uma síntese desse capítulo foi publicada em periódico Qualis A, a partir de Batista e Costa (2023).

- **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:**

Apresenta as 3 etapas de trabalho definidas de acordo com os 3 objetivos específicos da pesquisa. A primeira trata do protocolo de sistematização de dados a partir da revisão da literatura com a finalidade de identificar e sintetizar indicadores chave para o estudo; a segunda aborda os métodos utilizados para a percepção de ciclistas e *experts* em ciclomobilidade, bem como sua análise e síntese estatística; por fim, a terceira aborda os critérios de seleção para o estudo de caso, bem como os métodos usados para o desenvolvimento, aplicação e análise do modelo proposto.

- **RESULTADOS e DISCUSSÃO:**

Apresenta todos os resultados descritivos e inferenciais acerca das 3 etapas de trabalhos a partir de uma ordem lógica de encaminhamento para o cumprimento do objetivo geral da pesquisa. Destaca as características do objeto de estudo, utilizando-o para a construção e aplicação piloto do índice proposto. Apresenta também um aprofundamento da análise dos resultados e traz contribuições gerais e críticas acerca dos dados inter-relacionados entre si e com o referencial teórico.



2

NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS: ABORDAGENS E MÉTRICAS DE DESEMPENHO CICLOVIÁRIO



2 NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS: ABORDAGENS E MÉTRICAS DE DESEMPENHO CICLOVIÁRIO

2.1 Por uma mobilidade ciclovária

A indústria automobilística, ao longo do século XX, desenvolveu-se de modo a gerar uma cultura rodoviarista, sobretudo propagada a partir dos Estados Unidos (VASCONCELLOS, 2014). A mortalidade e os danos referentes aos sinistros de trânsito, conforme abordado na introdução deste trabalho, encontram-se em níveis críticos e assolam o mundo de modo estarrecedor. Isso gera malefícios ao bem-estar social e afeta diretamente a performance macroeconômica (CHEN *et al.*, 2019). Além disso, há outros tipos de impactos decorrentes do setor de transportes.

Os veículos motorizados geram altas taxas de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), poluindo o ar, particularmente em áreas urbanas. No Brasil, os transportes são os principais responsáveis pelo consumo de combustíveis fósseis (BID; MDR, 2021b) e estão inclusos no setor de energia que representava 21% das emissões totais de GEE no ano de 2019 (POTENZA *et al.*, 2021). Outros aspectos que envolvem a problemática do excessivo uso de transportes motorizados são: poluição sonora, associações com doenças crônicas, estresse e sedentarismo, congestionamentos e ocupação desenfreada dos espaços públicos, alto custo de manutenção do sistema rodoviário, desigualdade social etc. (IEMA, 2014; VASCONCELLOS, 2014; LADEIRA *et al.*, 2017).

Os impactos ambientais e socioeconômicos da motorização excessiva afetam diretamente a saúde, a qualidade de vida e a vitalidade da sociedade e meio ambiente. Diante desses problemas, vêm ocorrendo um interesse maior de readaptação das vias para atender as necessidades de pedestres e ciclistas, para além dos motoristas (BID; MDR, 2021a). O debate a favor de uma mobilidade mais sustentável evidencia a importância de legitimar e priorizar os espaços públicos viários para o uso de modos ativos de deslocamento; de modo a reverter a lógica rodoviarista que se sobrepôs de maneira impactante (COX, 2015).

Nas últimas décadas testemunhou-se uma propagação do uso da bicicleta como transporte (WHO, 2020). Em parte, devido a sua imagem como veículo ecologicamente sustentável e benefícios socioeconômicos (BRASIL, 2007). Assim como, devido a ascensão das bicicletas públicas compartilhadas em várias cidades do mundo, incluindo o Brasil,



trazendo maior visibilidade e flexibilidade de uso desse veículo (GIZ; PROMOB-E, 2021). Esse tema põe em evidência os potenciais concernentes ao uso da bicicleta e suas peculiaridades no sistema de mobilidade contemporânea. As bicicletas como um serviço público requer planejamento em rede cicloviária, com estacionamento integrado e tecnologias facilitadoras, além da necessidade comum de melhorias na infraestrutura viária e operação de tráfego (ZHANG; LIANG; HUANG, 2020).

A recente pandemia causada pelo novo coronavírus (COVID-19) gerou não só uma crise sanitária mundial, como também, uma disrupção no sistema de mobilidade urbana (HONEY-ROSÉS *et al.*, 2020). O momento de enfrentamento às emergências de saúde, somada às emergências climáticas e socioeconômicas, reposicionou os problemas relacionados às necessidades de deslocamentos e uso dos espaços públicos (CARTENÌ *et al.*, 2020). Ressaltou-se a importância da quebra de velhos paradigmas e o fortalecimento da busca por ambientes mais saudáveis. Entretanto, apesar de algumas cidades demonstrarem os benefícios de revisar as ruas e transformá-las em espaços livres públicos para o uso de modos ativos (BATISTA *et al.*, 2021), os efeitos da motorização retornaram ao passo em que as medidas de prevenção à COVID-19 foram reduzindo. Desse modo, vê-se o grande desafio de lidar com as externalidades da motorização excessiva e ao mesmo tempo tornar as cidades mais resilientes.

O fomento do uso da bicicleta contribui para o desenvolvimento de cidades para pessoas, com espaços públicos mais vivos, seguros, sustentáveis e saudáveis (GEHL, 2015). Diversas pesquisas demonstram que o uso da bicicleta contribui com a saúde (HARTOG *et al.*, 2011), o meio ambiente (BID; MDR, 2021a) e a economia (ANDRADE; BASTOS; MARINO, 2021), além de favorecer diversos aspectos sociais (CALLIL; COSTANZO, 2021, 2022). A bicicleta é um meio de transporte acessível e flexível, visto o seu baixo custo de compra e manutenção, além da praticidade de uso (sobretudo para curtas distâncias) e possibilidade de intermodalidade. Ademais, é um veículo de transporte com zero emissão de poluentes, auxiliando na preservação ambiental e qualidade do ar (BID; MDR, 2021b). Contribui na redução das externalidades dos veículos motorizados, através da mitigação de congestionamento de trânsito e demanda de menos espaço de infraestrutura (também com menor custo). Apresenta também um impacto social positivo para a saúde individual e coletiva, gera bem-estar, vitalidade urbana e a inclusão social através do acesso à cidade, entre diversos outros aspectos socioeconômicos (BLUE, 2016).



A liberdade de escolha dos deslocamentos deve ser plural e atingir toda a gama de usuários da estrutura social, como mulheres, jovens, idosos e pessoas com deficiência. Logo, é importante considerar ciclistas de todos os gêneros, raça, idade, habilidades e experiências para promover uma mobilidade urbana mais sustentável. A presença de mulheres (com equidade de gênero) nos espaços públicos pedalando é visto como um indicador de um ambiente com maior vitalidade urbana, amigável ao ciclista e conseqüentemente com maior número de ciclistas (XIE; SPINNEY, 2018).

A maior parte das viagens urbanas é desempenhada em relativas curtas distâncias, as quais podem ser percorridas a pé ou de bicicleta, podendo substituir viagens feitas em veículos motorizados individuais (IEMA, 2010). O modo ativo de deslocamento também é uma opção atrativa para o acesso ao transporte público. A praticidade e a flexibilidade proporcionadas pelo transporte por bicicleta caracterizam seu uso como sendo de mobilidade porta a porta, o que torna esse veículo cada vez mais desejável, sobretudo para viagens de curta distância (BID; MDR, 2021a). Além disso, as atividades físicas para atender a saúde das pessoas podem ser mais facilmente iniciadas e sustentadas quando são incorporadas nas rotinas diárias, como andar ou pedalar para ir ao trabalho, estudos, às compras etc. A qualidade das condições físicas do entorno o qual uma pessoa está conectada aos espaços de uso cotidiano determinam a extensão facilitadora de um ambiente mais ativo e acessível para a comunidade (PRITCHARD; FRØYEN; SNIZEK, 2019).

2.1.1 Cicloestruturas: contextualização sobre as infraestruturas cicloviárias

Promover o transporte por bicicleta envolve muitas possibilidades. Uma delas é a providência de facilidades ou infraestrutura viária apropriada para o ciclista. A infraestrutura viária contempla configurações diversas que possibilitam não só o tráfego compartilhado entre diferentes modos de transporte, como também facilidades ou instalações exclusivas para determinados usuários. As facilidades cicloviárias podem estar inseridas no mesmo nível do leito viário de acesso aos veículos motorizados, mantendo-se um tráfego não segregado ou parcialmente segregado dos automóveis. Como exemplos, temos as ciclofaixas, as ciclorrotas, as vias calmas, o acostamento sinalizado para ciclistas, entre várias outras soluções que utilizam medidas de sinalização para facilitar o deslocamento cicloviário de forma compartilhada. De outro modo, as facilidades cicloviárias podem inserir-se fora do leito viário de acesso aos veículos motorizados, em outra cota de nível ou através de elementos físicos



segregadores, tais como as ciclovias, os passeios compartilhados com pedestres e outros tipos de rotas exclusivas. Cada país possui particularidades referentes a essas tipologias e suas políticas de trânsito (KAZEMZADEH *et al.*, 2020).

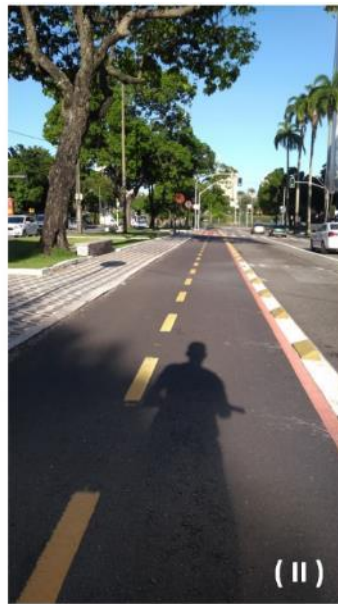
Infraestruturas exclusivas para o uso da bicicleta e protegidas com elementos de segregação física reduzem a sensação de risco e podem atrair mais pessoas para pedalar (MONSERE; MCNEIL; DILL, 2012). Uma via com segregação do tráfego motorizado para os ciclistas, promove mais segurança e velocidade do que uma sem proteção (DAVIS, 1995). Contudo, a tipologia adequada para cada via depende de uma série de características viárias e operacionais, como o limite de velocidade, o uso do solo etc. As melhores infraestruturas cicloviárias são aquelas bem projetadas, claramente sinalizadas, bem mantidas, e que mantêm os ciclistas confortáveis e seguros de conflitos (FOSTER *et al.*, 2015).

Um sistema cicloviário compreende de modo amplo todos os elementos associados a infraestrutura cicloviária e medidas de trânsito para ciclistas em movimento, bem como, as estruturas de suporte às bicicletas, como bicicletários e paraciclos; entre outros componentes que contribuem para a mobilidade cicloviária (BATISTA, 2019). Para um sistema cicloviário eficiente é necessário que haja não só uma infraestrutura de boa qualidade, mas também que ela esteja inserida em uma rede viária de modo coeso e com acesso democrático a todas as pessoas, permitindo também uma associação com outros modos de transporte. Uma cicloestrutura é um termo que se refere a infraestrutura cicloviária, contemplando de modo geral seus diferentes tipos, entre os quais, os mais usuais no contexto brasileiro são: a ciclovia, a ciclofaixa e a ciclorrota (BATISTA; LIMA, 2020).

A ciclovia trata-se de uma pista destinada ao deslocamento exclusivo de bicicletas, é segregada do tráfego motorizado e de pedestres através de elementos físicos, sinalização horizontal e vertical. A ciclovia pode localizar-se no canteiro central, pode ser adjacente à pista de rolamento de tráfego ou possuir um traçado independente na malha viária (BRASIL, 2007). Já a ciclofaixa é “o espaço destinado à circulação de bicicletas, contíguo à pista de rolamento de veículos automotores, sendo dela separada por pintura e/ou dispositivos delimitadores denominados de tachas pelo Código de Trânsito Brasileiro” (BRASIL, 2007, p. 103). A ciclorrota, por sua vez, é constituída por uma pista compartilhada, permitindo a circulação de veículos motorizados e preferencialmente de bicicletas; deve possuir sinalização horizontal e/ou vertical indicativa e limites mais baixos de velocidade, conectando rotas em potencial (COSTA *et al.*, 2021). A Figura 01 ilustra os diferentes tipos de cicloestruturas apresentadas.



Figura 01 - Tipos de cicloestruturas: ciclovia (I), ciclofaixa (II) e ciclorrota (III); João Pessoa/PB.



Fonte: Acervo pessoal (2018).

Ciclistas tendem a escolher rotas que otimizam a combinação da distância, tempo e segurança. Pesquisas revelam que os ciclistas são aptos a desviar de rotas mais diretas e convencionais para outras rotas, desde que essas promovam mais segurança, como aquelas em que há cicloestruturas. Ao verificar o percentual de aceitabilidade desse desvio entre cidades de diversos países, nota-se um valor semelhante de cerca de: 19% em Portland, 13,5% em Ohio e 13% em Indiana nos Estados Unidos; 14,6% em São Carlos no Brasil; 14% em Bologna na Itália; 10,8% em Ontario no Canadá (PRITCHARD; FRØYEN; SNIZEK, 2019). Segundo esses dados, em média, os ciclistas estariam propensos a pedalar em média 14,15% a mais comparado ao trajeto mais direto, contanto que haja condições mais satisfatórias.

Uma pesquisa de percepção de conforto com ciclistas realizada por Foster *et al.* (2015) apresentou um comparativo classificatório de diferentes tipos de cicloestruturas. A classificação indicando aquelas com maior percepção de segurança, respectivamente, foi: pistas segregadas e exclusivas para o ciclista; ciclovia unidirecional; ciclovia bidirecional seguindo a direção de tráfego comum; ciclofaixa com estacionamento lateral; ciclovia bidirecional na contramão da direção de tráfego comum; *boulevard* ciclístico (ciclorrota com medidas de moderação de tráfego); ciclofaixa com dispositivos delimitadores de proteção; ciclofaixa com pintura; via compartilhada.



Várias cidades buscam desenvolver uma “cultura da bicicleta” investindo em infraestrutura viária, serviços e ações de fomento. Contudo, a falta de infraestrutura adequada é notável, uma barreira para pedalar. Além disso, a infraestrutura tão somente não é suficiente para manter ou atrair ciclistas. No Brasil, sobretudo, a partir da década de 1950 quando se passou a fabricar bicicletas em território nacional, esse veículo difundiu-se rapidamente, mas por muitos anos a bicicleta foi vista com forte apelo para o lazer e esporte (BRASIL, 2007). Nas últimas décadas, essa visão vem mudando e a bicicleta obtendo maior valorização como veículo para transporte, digno de respaldo na legislação de trânsito e com avanços na implementação de infraestrutura cicloviária, mas ainda de modo pouco planejado (ANDRADE *et al.*, 2016).

O contexto brasileiro apresenta um perfil de ciclistas (TA; LABMOB, 2018; 2021) onde a maioria utiliza a bicicleta como veículo utilitário para ir ao trabalho; possuem experiência, usam-na há mais de cinco anos e pedalam cinco dias ou mais por semana; além disso, possuem como principais motivações de uso da bicicleta a sua rapidez e praticidade. Por outro lado, o perfil do ciclista brasileiro revela como principais problemas cotidianos a falta de segurança no trânsito e de infraestrutura cicloviária. Aliás, a melhoria da qualidade e a implementação de infraestrutura cicloviária são também os principais motivos para um maior uso da bicicleta. Esse panorama revela a importância das cicloestruturas e outras medidas de segurança cicloviária para o contexto brasileiro.

Os deslocamentos realizados através da bicicleta possuem uma série de particularidades e condicionantes relativas a aspectos físicos, ambientais e sociais (ASADI-SHEKARI; MOEINADDINI; SHAH, 2013). A compreensão do impacto desses fenômenos através de medidas de desempenho fornece subsídios práticos para investimentos mais eficientes em planejamento e gestão da mobilidade. Desse modo, a experiência do uso da bicicleta nas cidades pode ser qualificada, para gerar uma imagem mais condizente com os aspectos reais da mobilidade cotidiana, considerando diferentes contextos. Os modelos de avaliação cicloviária são importantes instrumentos para serem usados no projeto, execução, monitoramento, priorização e definição de estratégias para execução de cicloestruturas e outras facilidades para os ciclistas pedalarem compartilhando o espaço público viário de forma segura e confortável (LOWRY *et al.*, 2012).



2.1.2 Escalas de avaliação da mobilidade cicloviária

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 Nível de Serviço para Bicletas (KAZEMZADEH *et al.*, 2020). Apesar do progresso das pesquisas, a terminologia que envolve o campo de conhecimento do NSB ainda é inconsistente na literatura e alguns termos têm sido idealizados para se referir a esse modo de avaliação.

A variedade de termos afeta o acesso à literatura sobre o tema e pode ocultar relevantes estudos. Como exemplo, termos como “*suitability*” (adequabilidade) e “*bikeability*” (ciclabilidade ou pedalabilidade) são por vezes usados de modo diferente por alguns autores, ora como sinônimos, ora conceitualmente divergentes. Entretanto, é possível identificar alguns desses termos mais proeminentes e conceituá-los categoricamente para caracterizar os diversos tipos de pesquisas. Neste trabalho adotou-se a classificação de conceitos feita por Lowry *et al.* (2012) com tradução própria dos termos e complementação de suas definições (Quadro 01). Desse modo, busca-se representar uma visão sobre diferentes escalas de avaliação de elementos da mobilidade cicloviária, desde a microescala espacial até a macroescala urbana e suas relações com a sociedade. Essa classificação é importante, na medida em que fornece um subsídio conceitual para esclarecer as diferentes interfaces do planejamento cicloviário, e assim, tratar de suas especificidades e contextualizações de modo mais efetivo.

Quadro 01 - Escalas de avaliação da mobilidade cicloviária.

ADEQUABILIDADE cicloviária (<i>bicycle suitability</i>)	Avaliação das condições de segurança e conforto de uma seção cicloviária (segmentos/corredores ou interseções viárias). Pode envolver a percepção de usuários e inclui o tráfego segregado ou compartilhado com veículos motorizados.
CICLABILIDADE ou Pedalabilidade (<i>bikeability</i>)	Avaliação de uma rede ou malha cicloviária, geralmente sobre aspectos de conveniência, conectividade e acessibilidade urbana, no sentido de haver facilidade de acesso a destinos importantes.
AFINIDADE cicloviária - amigável à bicicleta (<i>bicycle friendliness</i>)	Avaliação da mobilidade por bicicleta em uma comunidade sobre vários aspectos em conjunto. Envolvendo fatores como a própria adequabilidade e ciclabilidade, leis e políticas de segurança cicloviária, medidas educativas de fomento à bicicleta, ou até a aceitação desse modo de transporte pelos cidadãos de um território.

Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Lowry *et al.* (2012).



As distinções entre esses termos podem ser significativas. Por exemplo, uma rua pode ser adequada para o uso da bicicleta, mas pode não ter uma boa conexão com destinações importantes. Se há polos geradores de tráfego com poucos acessos possíveis, incoerentes ou inconvenientes para ir de bicicleta, a malha urbana é considerada pouco ciclável; mesmo que haja na cidade eixos viários em boas condições, mas ocorrendo de forma restrita ou dispersa (LAMONDIA; MOORE, 2015). Além disso, uma cidade pode ter rotas cicloviárias bem conectadas e mesmo assim, não ser amigável ao ciclista, quando o conjunto de leis e políticas de mobilidade não protegem ou valorizam o ciclista, quando há antipatia aos ciclistas ou a elementos do sistema cicloviário pela comunidade e assim por diante (LOWRY *et al.*, 2012).

A maioria das pesquisas com foco na qualidade das viagens cicloviárias focam em aspectos de adequabilidade cicloviária, usualmente incorporando o termo “Nível de Serviço para Bicicletas” e variações afins (*e.g.* Nível de Serviço Cicloviário). O NSB é um subconjunto das métricas de avaliação de adequabilidade cicloviária (PRITCHARD; FRØYEN; SNIZEK, 2019). A escolha dos indicadores, o sistema de valores e categorias bem como os procedimentos estatísticos e abordagens com usuários são o que definem cada método. Já os estudos sobre ciclabilidade são menos comuns na literatura. Como exemplo, a pesquisa de Lowry *et al.* (2012) traz um novo método de medida de ciclabilidade, incorporando atributos de acessibilidade, distância e adequabilidade cicloviária, com estudo de caso em Moscow, Estados Unidos.

Por fim, os estudos sobre cidades amigáveis à bicicleta ocorrem sobretudo no continente Europeu, onde há uma cultura da bicicleta e uma política de gestão cicloviária mais desenvolvida há mais tempo em várias cidades que servem de referência internacionalmente (*e.g.* Amsterdam, Copenhagen, Strasbourg). Um exemplo emblemático dessa abordagem trata-se do *Copenhagenize Index*¹ que desenvolve uma classificação mundial das cidades mais amigáveis à bicicleta, avaliando parâmetros viários, culturais e de fomento ao uso da bicicleta, sob diversos indicadores. Para a presente tese deu-se ênfase às avaliações na escala de adequabilidade cicloviária sob a perspectiva teórico metodológica do NSB.

¹ Disponível em: <https://copenhagenizeindex.eu/>



2.2 Nível de Serviço para Bicicletas: panorama conceitual e metodológico

Esta seção apresenta uma revisão da literatura sistematizada com o propósito geral de identificar estudos que propuseram indicadores de desempenho de qualidade ciclovária desenvolvidos a partir do conceito de Nível de Serviço para Bicicletas. Desse modo, busca-se compreender o estado da arte sobre os métodos de NSB, verificando aspectos como: a terminologia que envolve o tema e os tipos de modelos de NSB; o histórico e os locais de aplicação das pesquisas; os métodos de modelagem utilizados, bem como os sistemas de classificação de resultados; a correlação com pesquisas de percepção de usuários e seus tipos de abordagem; os principais indicadores utilizados; críticas e contribuições gerais dos resultados das pesquisas. O Apêndice A apresenta o protocolo da revisão com a descrição dos critérios adotados e outras informações sobre a busca.

2.2.1 Avaliações através do Nível de Serviço para Bicicletas

A necessidade de garantir uma boa qualidade de trânsito nas cidades fez com que técnicos e planejadores de transportes passassem a desenvolver métodos de avaliação do desempenho de espaços viários. O conceito de *Level of Service* (LOS) ou Nível de Serviço (NS) é um dos mais notáveis mundialmente em termos de análise do ambiente de tráfego. Esse conceito foi firmado em 1965, a partir da segunda edição do *Highway Capacity Manual* (HCM), um manual que se tornou referência internacional na área de transportes. À princípio, os esforços de análise estavam voltados para verificar a capacidade de fluxo de veículos nas vias. Contudo, este interesse sobre a capacidade em termos quantitativos foi percebido como insuficiente para determinar a real qualidade do serviço viário provido. Logo, uma das definições que trouxe um avanço nesse sentido trata do NS como:

“uma medida qualitativa que descreve as condições operacionais dentro de um fluxo de tráfego e sua percepção por motoristas e/ou passageiros. Uma definição de nível de serviço geralmente descreve essas condições em termos de fatores como velocidade e tempo de viagem, liberdade de manobra, interrupções de tráfego, conforto e conveniência, e segurança.” (TRB, 1985 *apud* EPPERSON, 1994, p. 9, tradução nossa)

Apesar da definição citada, os padrões iniciais de NS, pouco consideravam a percepção de usuários ou a diversidade dos modos de transporte. Inicialmente o conceito de NS fora



aplicado prioritariamente para fornecer dados relativos à capacidade de tráfego para automóveis. O conceito de NS foi sendo desenvolvido por diversos autores ao longo do tempo, a partir de avanços metodológicos e da formulação de modelos matemáticos com novas variáveis de análise, com o propósito comum de caracterizar o desempenho e o funcionamento de todos os deslocamentos realizados nos espaços viários. Desta maneira, 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 (EPPERSON, 1994; BOTMA, 1995; HARKEY *et al.*, 1998).

Uma das diferenças importantes entre o Nível de Serviço para veículos motorizados e o para bicicletas, é que, em relação aos deslocamentos ciclovitários, as variáveis externas são diversas e fundamentais, tais como as características ambientais e de configuração da via e do tráfego. Envolvendo, inclusive, outros modos de transporte. Enquanto para os modos motorizados o próprio volume de veículos é o fator determinante do nível de serviço. O volume de tráfego motorizado é um fator de impedância entre os próprios motoristas. Por outro lado, a escolha de rotas de viagens por ciclistas não é definida pela capacidade volumétrica de uma via suportar ciclistas, mas sobretudo, por fatores de impedância associados aos riscos de interação com veículos motorizados em contextos de limitadas medidas de segurança para um compartilhamento viário mais harmônico (LANDIS, 1994). A sensibilidade do modo ciclovitário é maior e, portanto, há mais parâmetros influentes para análise desse do que para os modos motorizados.

O NS é uma estratificação quantitativa que descreve o quão bem operam determinados serviços viários. A maioria dos estudos de NSB seguem um procedimento similar onde há uma ponderação de indicadores computados em uma escala de valores que determinam e classificam o desempenho de serviço de elementos viários como segmentos e interseções. Além disso, podem funcionar sob diferentes abordagens quanto ao tipo de cicloestrutura, perfil do ciclista, hierarquia viária etc. Ao longo dos anos, os pesquisadores têm reconhecido gradualmente a importância de medir a percepção de conforto e segurança dos ciclistas para determinar o NSB sob a influência de indicadores chave (BAI *et al.*, 2017). Kazemzadeh *et al.* (2020) referem-se ao nível de serviço como os resultados quantitativos do desempenho das medidas e qualidade de serviço das vias. Nesse sentido, as medidas de serviço trata-se dos indicadores ou variáveis que são usadas para definir o nível de serviço. Já



a qualidade de serviço trata-se da perspectiva do usuário sobre a operação de serviços e facilidades para bicicletas (LANDIS; VATTIKUTI; BRANNICK, 1997; PETRITSCH *et al.*, 2007).

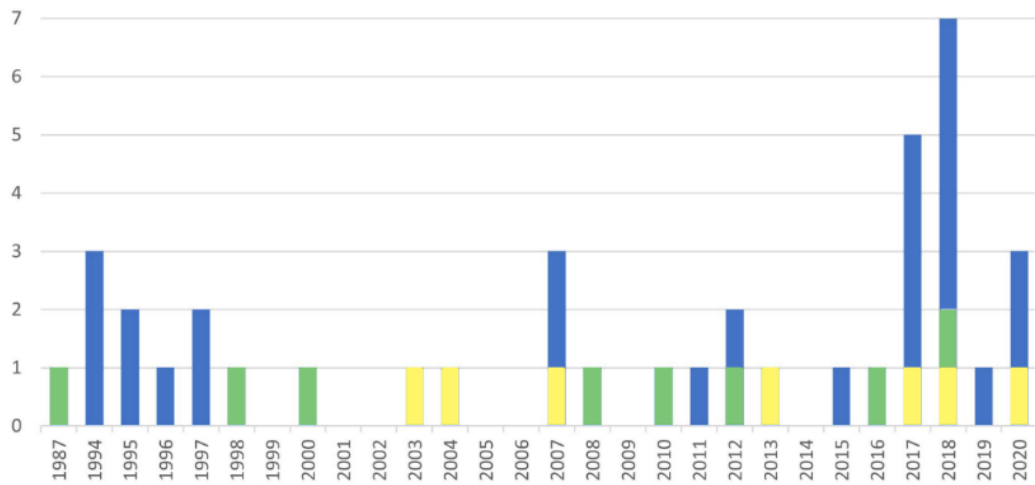
Para a determinação do NSB é necessário um modelo de medição, denominada por Harkey *et al.* (1998) como “*measure of effectiveness*” ou medida de eficácia. Os distintos modelos de avaliação ciclovária baseados no conceito de NSB são classificados por Turner, Shafer e Stewart (1997) em 3 grupos de medição relacionados a: Níveis de Estresse, Níveis de Capacidade e Níveis de Adequabilidade ou Índice de Condições Viárias. Tal classificação foi adotada neste trabalho, enfatizando-se os métodos de medição de adequabilidade, visto que: são os mais apropriados, segundo os citados autores; os mais presentes na literatura; possuem aplicações práticas em estudos de casos diversos em vários países; e exploram uma maior gama de indicadores.

- **Análise geral da revisão dos estudos de Nível de Serviço para Bicicletas**

As pesquisas sobre NSB vêm sendo desenvolvidas há pouco mais de três décadas, tendo como trabalho de referência embrionário a pesquisa de Davis (1987). Alguns estudos realizados na década de 90 tornaram-se clássicos na área, derivados em grande parte desse trabalho de Davis. Outros avanços metodológicos e conceituais foram sendo elaborados com o tempo e na última década houve um crescimento mais representativo de estudos na área, diversificando inclusive, os países de estudo. Foram encontrados dois estudos de revisão sistemática da literatura sobre métodos de NSB, a saber: Asadi-Shekari, Moeinaddini e Shah (2013) e Kazemzadeh *et al.* (2020). A Figura 02 ilustra o histórico da construção de modelos de NSB e suas correspondentes unidades de análise: segmento, interseção e misto (segmento e interseção). De modo complementar, o Quadro 02 apresenta uma listagem dos principais modelos de NSB, segundo a classificação de medição adotada e evidenciando as suas unidades de análise.



Figura 02 - Histórico do quantitativo de modelos de Nível de Serviço para Bicicletas (NSB).



Legenda: ■ modelo de NSB em **segmentos** ■ modelo de NSB em **interseções** ■ modelo de NSB (**misto**)

Nota: total de modelos para segmentos = 33; total de modelos para interseções = 15.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Quadro 02 - Lista das referências dos modelos de Nível de Serviço para Bicicletas por tipo de medição e tipo de unidade de análise, datadas de 1987 a 2020.

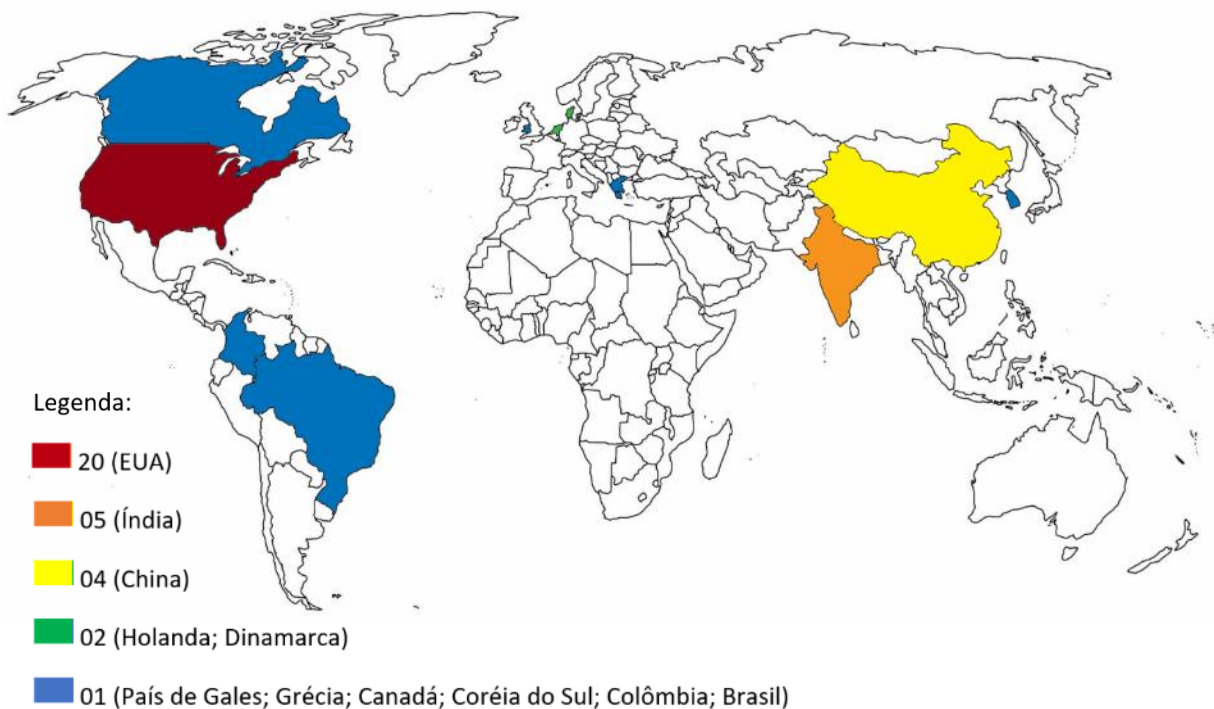
NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS	REFERÊNCIAS DOS MODELOS PARA:			
	SEGMENTOS	INTERSEÇÕES	MISTO	
Medição: níveis de ADEQUABILIDADE para bicicletas	Epperson (1994); Landis (1994); Davis (1995); Dixon (1996); Landis, Vattikuti e Brannick (1997); Turner, Shafer e Stewart (1997); Petritsch <i>et al.</i> (2007); 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).	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).	Davis (1987); Harkey <i>et al.</i> (1998); Dowling <i>et al.</i> (2008); Beura e Bhuyan (2018).
Medição: níveis de CAPACIDADE para bicicletas	Botma (1995); Zhang, Liang e Huang (2020); Nikiforiadis, Basbas e Garyfalou (2020).	Liang, Xie e Jia (2017);	Ledezma-Navarro <i>et al.</i> (2018).	TRB (2000; 2010; 2016).
Medição: níveis de ESTRESSE para bicicletas	Sorton e Walsh (1994).			Mekuria, Furth e Nixon (2012).

Fonte: Elaboração própria (2023).



A partir de uma análise geral sobre a revisão realizada, percebe-se que a maior parte dos estudos sobre NSB foram desenvolvidos nos Estados Unidos. A Figura 03 apresenta um mapa com os países onde foram desenvolvidos os modelos de NSB avaliados no presente trabalho. Além dos Estados Unidos, a Índia e China destacam-se como países com representativo crescimento de deslocamentos ciclovitários e estudos na área. A seguir será apresentado uma contextualização sobre os tipos de modelo de medição de NSB.

Figura 03 - Mapa com quantitativo de modelos de Nível de Serviço para Bicicletas, encontrados na revisão da literatura de 1987 a 2020, e seus respectivos países.



Fonte: Elaboração própria (2023).

2.2.2 Medição de Níveis de Estresse para Bicicletas

Os níveis de estresse para bicicletas servem para quantificar a aparente experiência de estresse por ciclistas pedalando nas vias (TURNER; SHAFER; STEWART, 1997). O conceito de estresse para o ciclista ou *bicycle stress* foi desenvolvido inicialmente pela equipe *Geelong Bikeplan* na Austrália em 1978, buscando incorporar o ponto de vista do ciclista para investigar de modo simples o quão adequadas são as vias para o uso da bicicleta. Sorton e Walsh (1994) apropriaram-se do conceito e desenvolveram um instrumento de avaliação do Nível de Estresse para Bicicletas ou *Bicycle Stress Level* (BSL). Os autores enfatizam que os ciclistas, ao



avaliarem uma rota para deslocar-se, requerem a redução não apenas de esforço físico, mas também a redução da carga de estresse mental, ocasionada por conflitos de trânsito.

O BSL incorpora três indicadores que afetam o estresse para o ciclista: largura da faixa, volume e velocidade de veículos motorizados. Além desses, também são destacados de forma secundária: a presença de estacionamento na via, o tipo de uso do solo e o tráfego de veículos pesados. Os autores buscaram uma coleta de dados simplificada e medidas de fácil entendimento para uma melhor comunicação e interpretação entre pessoas com ou sem instrução técnica. O BSL é considerado um modelo 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.

Um outro método que faz parte do grupo de medição de estresse ciclovário trata-se do modelo de *Levels of Traffic Stress* (LTS) ou Nível de Estresse de Tráfego, desenvolvido por Mekuria, Furth e Nixon (2012). Os autores tomam como referências modelos clássicos de avaliação de NSB (*e.g.* LANDIS; VATTIKUTI; BRANNICK, 1997; HARKEY *et al.*, 1998) e buscam atenuar algumas deficiências verificadas como: a presença de indicadores de grande exigência de coleta de dados; as fórmulas “complicadas” que dificultam a compreensão de aplicação; e a classificação de resultados pouco associada com padrões de avaliação de tráfego. Os autores definiram quatro grupos de ciclistas de acordo com quatro níveis de tolerância para o estresse do tráfego. Além disso, o LTS possui procedimentos distintos a depender do tipo de tráfego: seja compartilhado com veículos motorizados (com ou sem sinalização para ciclistas), seja através de pistas segregadas para uso exclusivo de ciclistas, como as ciclovias.

O BSL, de Sorton e Walsh (1994) e o LTS, de Mekuria, Furth e Nixon (2012) são os principais modelos de medição de níveis de estresse para bicicletas encontrados na literatura. Tais modelos possuem poucas variáveis, o que por um lado pode ser uma limitação, mas por outro fornece uma maior facilidade de coleta de dados e aplicação. Ao comparar a aplicação desses dois modelos de níveis de estresse ciclovário, o BSL e o LTS, em estudo de caso em Bariri, no Brasil, Monari *et al.* (2018) verificaram a vantagem de facilidade de coleta de dados dos métodos. Já como limitações, o BSL deixa de considerar o tráfego em cicloestruturas, e o LTS não considera o indicador de volume de veículos motorizados, um dos mais importantes em avaliações do tipo.



2.2.3 Medição de Níveis de Capacidade para Bicicletas

As medidas de níveis de capacidade da via para comportar deslocamentos por bicicleta buscam, de modo geral, estabelecer uma capacidade teórica (volume máximo possível diante de diferentes condições de tráfego) para determinar a qualidade do trânsito. O HCM é uma referência de avaliação de níveis de serviço baseado em medidas de capacidade de fluxo viário. A metodologia do HCM é utilizada como padrão por engenheiros e planejadores de transportes para analisar a operação de rodovias, vias urbanas e interseções, inclusive trazendo abordagens e critérios referentes a diferentes modos de transporte. Desde a sua primeira edição, de 1950, houve mais cinco edições, em 1965, 1985, 2000, 2010 e 2016. A metodologia do HCM é um padrão de análises de engenharia de transportes utilizada principalmente nos Estados Unidos.

O HCM de TRB (2000) considera a avaliação dos deslocamentos de bicicletas em cicloestruturas por tipo de fluxo: ininterrupto (em segmentos) e interrompido (ciclofaixas em interseções, semaforizadas ou não). Considerando as interseções semaforizadas são utilizados os seguintes indicadores: capacidade da ciclofaixa; fluxo de saturação da ciclofaixa; tempo verde efetivo do semáforo; e tempo de ciclo do semáforo. Já para as interseções não semaforizadas não há um procedimento específico para o NSB nesses casos, mas os autores sugerem que seja aplicada a mesma metodologia aplicada para o nível de serviço para veículos motorizados (PROVIDELO; SANCHES, 2006).

No modelo da quarta edição do HCM (TRB, 2000), os indicadores para avaliação de passeios compartilhados entre bicicletas e pedestres baseavam-se em aspectos da velocidade de tráfego e na medida de fluxo a partir da frequência de manobras como o número de encontros e ultrapassagens. Nas edições anteriores, as menções ao transporte por bicicleta eram restritas a breves recomendações sobre o volume máximo de ciclistas em ciclovias ou ciclofaixas. Só a partir da quinta edição em 2010 foram incorporados indicadores mais variados e representativos para avaliar o tráfego cicloviário e o contexto avaliado. Apesar do HCM expressar a importância de agregar a perspectiva do usuário na compreensão dos níveis de serviço, há poucas evidências dessa prática na aplicação desses modelos (PETRITSCH; LANDIS; SCORSONE, 2014).

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. Contudo, os NSB não se detêm a medir o volume ou capacidade de fluxo veicular como ocorre de maneira convencional para modos de transportes motorizados. Alguns modelos geram esforços nesse sentido, buscando destacar outros aspectos relevantes, para além da capacidade do volume de bicicletas. Como exemplo, o modelo de Botma (1995) busca determinar a qualidade do fluxo de pessoas através da frequência de manobras simuladas e percebidas em passeios compartilhados por ciclistas e pedestres. Para tanto, são observados fatores de relação entre o volume, a velocidade, a configuração e largura do espaço que serve esses usuários, a fim de avaliar o NSB da via.

As ciclovias expressas são um tipo de cicloestrutura presentes na China que funcionam de modo exclusivo e com restrição de interrupções para beneficiar os ciclistas. Geralmente são unidirecionais e com largura acentuada, permitindo grandes velocidades para ciclistas. As ciclovias expressas possuem singularidades as quais métodos estrangeiros de avaliação não se adequam perfeitamente. Logo, Liang, Xie e Jia (2017) buscaram tratar dessa lacuna com o objetivo de usar o conceito de “entropia” para determinar o nível de serviço de ciclovias expressas na China.

Ciclistas pedalando possuem um território de movimento que satisfaz requerimentos psicológicos de segurança, e invasões nessa área geram respostas instintivas. Segundo Liang, Xie e Jia (2017) essa área é chamada de zona de reação. Os ciclistas intuitivamente observam suas zonas de reação e determinam a intensidade da dinâmica de fluxo e obstáculos que invadem suas zonas, decidindo movimentos de passagem para evitar potenciais colisões. A pesquisa de Liang, Xie e Jia (2017) foi classificada como um estudo através de modelo de capacidade. Os autores buscaram avaliar o fluxo de ciclistas em ciclovias expressas a partir de uma gradação de densidade de acordo com a escala de NSB, medida em bicicletas/m². Ou seja, quanto menor o valor (relacionado à densidade) maior o conforto para ultrapassagens ‘livres’ e quanto maior o fluxo, maior a chance de conflitos e maior atraso no deslocamento ou *delay*.

O espaço pessoal que circunda um ciclista em movimento é sensível a uma série de fatores externos do ambiente de tráfego. Qualquer interferência nesse espaço pode alterar a percepção e estado emocional do indivíduo, podendo gerar riscos e sensação de ansiedade. Segundo Zhang, Liang e Huang (2020), o conceito de domínio do ciclista refere-se aos arredores os quais necessitam estar livres de invasão e obstáculos para garantir o conforto psicológico ao pedalar e evitar eventos que causem ansiedade. Segundo os autores há três



tipos de eventos ciclovários: *passing* (ultrapassagem), *meeting* (encontro), e *following* (acompanhamento). Um evento pode mudar as ações dos ciclistas diante da ansiedade sentida quando alguém se aproxima e isso também afeta a velocidade. Partindo dessas considerações, os autores desenvolvem um método baseado no indicador de domínio do ciclista para avaliar o NSB em ciclovias na Holanda.

Ledezma-Navarro *et al.* (2018) trataram especificamente das interseções desenvolvendo um estudo para determinar o impacto da instalação de semáforos para ciclistas, sob diferentes estratégias de operação, características e condições de tráfego. Foram realizadas avaliações de NSB considerando indicadores de atraso de deslocamento ou *delay* das bicicletas e automóveis, além do número de conflitos. O estudo de caso considerou os três tipos de estratégia de sinalização mais populares na cidade de Montreal no Canadá, além de três estratégias de tráfego realizando simulações de tráfego computadorizadas para testar a combinação de diferentes volumes e velocidades de ciclistas e automóveis.

O ciclismo ainda é avaliado como inseguro e desconfortável, necessitando de melhorias nas condições para pedalar, principalmente em locais com baixa cultura ciclística. Como forma de otimizar o espaço livre público e gerar mais segurança para ciclistas, o espaço compartilhado com pedestres é impulsionado em alguns países, como a Grécia (NIKIFORIADIS; BASBAS; GARYFALOU, 2020). A coexistência entre ciclistas e pedestres provoca raros sinistros graves de trânsito, comparado com o compartilhamento entre bicicletas e veículos motorizados (O'HERN; OXLEY, 2019). Contudo, para manter uma circulação compatível entre ambos os modos de deslocamento são necessárias certas condições físicas e funcionais do passeio compartilhado. Há relativamente poucos estudos com atenção a criação de modelos de nível de serviço para passeios compartilhados entre ciclistas e pedestres. Um dos trabalhos mais reconhecidos nesse sentido é o modelo de Botma (1995) que utiliza o conceito de *hindrance* para descrever os eventos que geram restrições de movimento experienciadas em passeio compartilhado.

As interações que ocorrem no raio de 1 metro são definidas como um evento, de acordo com Nikiforiadis, Basbas e Garyfalou (2020). Segundo esses autores, a frequência de diferentes tipos de eventos define o indicador de *hindrance* total como estimativa para análise. Com essas considerações, os autores desenvolveram uma metodologia para aferir o nível de serviço para ciclistas e pedestres em passeios compartilhados, utilizando dados de campo e pesquisas com usuários. Em estudo de caso na Grécia, essa frequência de eventos



está diretamente relacionada à densidade de pedestres e de ciclistas, prevalecendo como fator de influência no nível de serviço, e de maneira menos influente, a inclinação da via e o tipo de segregação do passeio. A velocidade dos ciclistas é um indicador associado ao aumento da frequência de eventos e os autores destacam a importância de haver medidas de moderação de tráfego para manter velocidades mais apropriadas entre os transeuntes, evitando conflitos.

Estudos de fluxo (capacidade) possuem a importância particular de ajudar a entender o movimento dos ciclistas e como isso afeta suas percepções de qualidade de tráfego (KAZEMZADEH *et al.*, 2020). O fluxo de bicicletas é diferente daqueles motorizados, uma vez que as características de velocidade, aceleração, desaceleração e manobras são ditadas pelas habilidades físicas dos ciclistas. Alguns autores sugerem os estudos de fluxo como fatores de NSB, mas esta temática possui uma série de outras questões envolvidas. Quando a densidade de ciclistas aumenta em uma cicloestrutura, os usuários podem passar a compartilhar a via com outros veículos e sair do espaço dedicado a bicicletas. Os estudos de capacidade corroboram também no sentido de compreender o quanto uma cicloestrutura suporta em termos quantitativos e como se pode melhorar a situação de sobrecarga, por exemplo, aumentando a largura ou o número de faixas exclusivas.

2.2.4 Medição de Níveis de Adequabilidade para Bicicletas

Os modelos de adequabilidade são os mais comuns entre os estudos de NSB encontrados na revisão da literatura. Esses trabalhos possuem variações nas nomenclaturas, evidenciando as ênfases dadas por cada autor em relação aos tipos de abordagem metodológica, objeto ou área de estudo e novos conceitos incorporados. De todo modo, as propostas têm em comum a incorporação de um sistema de classificação de valores relativos à avaliação de indicadores chave para segmentos ou interseções viárias, fornecendo assim, uma escala de nível de serviço para bicicletas para fins de planejamento cicloviário.

A apresentação das pesquisas a seguir foi feita de acordo com uma divisão do objeto de estudo referente a aplicação do modelo: para segmentos ou interseções viárias. De modo geral, os segmentos viários são as partes da via entre as interseções, que por sua vez, referem-se às junções onde duas ou mais vias se encontram ou cruzam. Alguns poucos autores desenvolveram métodos para ambos os objetos de estudo citados, e de todo modo, os modelos funcionam separadamente. Os Apêndices B e C apresentam quadros resumindo as



principais características dos modelos de NSB em segmentos e interseções viárias, respectivamente.

- **Adequabilidade cicloviária para segmentos viários**

Contextualizar o histórico dos modelos de NSB e 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), com estudo de caso na cidade de Gainesville, nos Estados Unidos. Seu objetivo era o de desenvolver um modelo matemático com classificação de níveis de serviço, através de um índice que incorporasse medidas de desempenho da infraestrutura viária em relação ao transporte por bicicleta. O modelo chamado *Bicycle Safety Index Rating* (BSIR) é composto pela média de dois índices distintos pela unidade de análise viária, o segmento e a interseção, denominados respectivamente de *Roadway Segment Index* (RSI) e *Intersection Evaluation Index* (IEI). A função do RSI compreende indicadores como o volume e a velocidade de veículos motorizados, a largura da faixa externa, o número de faixas de tráfego, além de uma série de subfatores que compõem os indicadores de pavimento e localização. O IEI, por sua vez, incorpora indicadores como o volume do tráfego no cruzamento, entre outros fatores de configuração da via e de sinalização.

Os modelos iniciais de NSB por indicadores de adequabilidade tiveram suas fórmulas desenvolvidas e modificadas para melhor prognosticar as necessidades dos ciclistas a partir de procedimentos analíticos derivados. Desde o modelo de Davis (1987), diversos esforços foram feitos para avançar no desenvolvimento de uma medida confiável de NSB. Um exemplo da adaptação do modelo de Davis (1987) foi realizado por Epperson (1994) através do *Roadway Condition Index* (RCI), aplicado em Hollywood, nos Estados Unidos. A principal modificação refere-se aos valores de pontuação dos indicadores, onde buscou-se uma aprimoração dos seus pesos na fórmula final. Contudo, houve a retirada do índice de avaliação de interseções.

O modelo de medida de risco de interação, o *Interaction Hazard Score model* (IHS), desenvolvido por Landis (1994) é fruto de um empenho em aprimorar os modelos anteriormente citados através da consideração de outras variáveis e, principalmente, devido a crítica à subjetividade na estimativa de valores para os indicadores. Essa deficiência descrita pelo autor poderia gerar equívocos na aplicação dos métodos. Assim, o autor propõe um



procedimento estatístico de calibração e validação metodológica utilizando análises estatísticas e considerando a percepção de ciclistas a partir de estudos de caso em várias cidades dos Estados Unidos. As diretrizes para a pesquisa de campo buscaram simplificar a coleta de dados, de modo a exercer menos subjetividade e habilidades técnicas para avaliação. Como forma de categorizar os indicadores que afetam o ambiente ciclovitário, o autor trouxe os conceitos de interações longitudinais (*e.g.* volume, velocidade e tamanho de veículos motorizados) e transversais (*e.g.* presença de estacionamento na via).

Ao entrevistar um grupo de ciclistas sobre a relativa importância de quatro aspectos determinantes para o transporte por bicicleta, Davis (1995) chegou à seguinte classificação, partindo da mais importante: condições do tráfego, condições da via, distância da rota e tempo de viagem. Considerando essa classificação para a escolha de indicadores elementares para a avaliação do NSB, Davis (1995) produziu uma função matemática que classifica a adequabilidade ciclovitária através de uma série de indicadores. O modelo desenvolvido foi aplicado e comparado com a percepção de ciclistas abordados em situações reais de tráfego.

A cidade de Gainesville, nos Estados Unidos, incorporou em seu plano de mobilidade um sistema de pontuação e medida de Nível de Serviço para Bicicletas e para Pedestres, de modo independente, denominado *Gainesville bicycle and pedestrian LOS* (DIXON, 1996). A metodologia foi baseada na premissa de que existe uma série de variáveis críticas presentes em um corredor de transportes capaz de atrair ou dificultar viagens por modos ativos.

O modelo de NSB de Landis, Vattikuti e Brannick (1997) é resultante de um grande trabalho envolvendo uma abordagem de campo através de simulação, onde 150 ciclistas foram colocados para pedalar numa determinada rota que serviu de base para uma avaliação criteriosa. Desse modo, uma série de indicadores foram postos em análise como base para a definição de uma equação ajustada de acordo com a classificação subjetiva fornecida pelos participantes da pesquisa de campo. O propósito do estudo foi avaliar a qualidade e o NSB em segmentos viários, resultando no modelo *Bicycle Level Of Service* (BLOS) aplicado em áreas metropolitanas nos Estados Unidos.

Para um ciclista, aspectos como o conforto e liberdade de manobra são elementos importantes no tocante à qualidade de serviço de uma instalação viária. O *Bicycle Compatibility Index* (BCI), desenvolvido por 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 uma metodologia de modelagem do BCI para determinar o NSB em vias



compartilhadas com veículos motorizados. O método prevê a aplicação em segmentos urbanos e suburbanos, assim como, foi desenvolvido uma adaptação para avaliação de interseções. Além disso, buscou-se a elaboração de um instrumento prático para verificar a percepção de ciclistas e suas opiniões quanto ao nível de compatibilidade das vias.

O trabalho de Petritsch *et al.* (2007) documenta uma pesquisa realizada pelo *Florida Department of Transportation* (FDOT) para criar um método a ser utilizado na avaliação de NSB em vias arteriais, considerando a percepção de ciclistas. O modelo é desenvolvido para segmentos, contudo a fórmula final inclui como indicador adicional o número de interseções não semaforizadas por milha ao longo da rota.

Dowling *et al.* (2008) buscaram desenvolver uma metodologia para determinar um nível de serviço multimodal, a partir de uma média simples de quatro modelos independentes para diferentes modos de transporte como a bicicleta, o transporte público, o automóvel e o modo a pé. Assim, foi feita uma reflexão acerca das interações entre as diversas formas de deslocamentos em vias arteriais e coletoras. Os modelos de NSB deste trabalho foram desenvolvidos a partir de uma série de indicadores, tanto para interseções, quanto para segmentos. A estratificação dos modelos 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.

Compreender como diferentes tipos de ciclistas experienciam a variedade de elementos do ambiente construído é vital para um projeto adequado de infraestruturas cicloviárias. Modelos de NSB tendem a relacionar medidas objetivas do ambiente viário com medidas subjetivas a partir da experiência de ciclistas e sua percepção sobre segurança, conforto ou desempenho das vias. Para avaliar diferentes condições e tipos de infraestrutura cicloviária com proteção, Foster *et al.* (2015) desenvolveram um modelo de NSB baseado na percepção de conforto de ciclistas em várias cidades dos Estados Unidos. Já Griswold *et al.* (2018) desenvolveram uma abordagem metodológica estatística e comportamental, através de uma pesquisa quanti qualitativa para gerar um novo método de avaliação de NSB, considerando o perfil do ciclista e a descoberta de seus hábitos, experiências e preferências, nos Estados Unidos.

Conforme apresentado, nas últimas décadas, sobretudo na década de 1990, várias pesquisas foram realizadas nos Estados Unidos para desenvolver meios sistemáticos de medir o NSB. Esses trabalhos providenciaram um panorama metodológico que serviu de base para



estudos em outros contextos a partir dos anos 2000. Como exemplo, Jensen (2007) teve como objetivo desenvolver uma metodologia rigorosa para descrever sistematicamente o nível de serviço para ciclistas e pedestres em segmentos viários no contexto urbano e rural da Dinamarca. O trabalho destaca-se por identificar conexões entre as condições da via e a percepção de usuários locais. Ao comparar o modelo dinamarquês com quatro modelos americanos, incluindo os de Harkey *et al.* (1998) e de Landis, Vattikuti e Brannick (1997) percebeu-se que na Dinamarca dá-se uma importância maior com relação a presença de cicloestrutura. Isso ocorre devido a existência de uma forte cultura da bicicleta na Dinamarca², onde há um maior percentual de ciclistas e de facilidades para bicicleta, demonstrando-se uma grande valorização desse modo de transporte e seu sistema ciclovitário.

Pesquisas sugerem que os ciclistas preferem cicloestruturas segregadas e protegidas do tráfego motorizado (MONSERE; MCNEIL; DILL, 2012). Contudo, em países como a Coreia do Sul, existe grandes dificuldades em construir cicloestruturas exclusivas para os ciclistas devido a limitação de espaço viário disponível, decorrente de uma acentuada priorização dos veículos motorizados nas vias públicas ao longo do século XX. Além disso, a visão técnica de planejamento e execução de obras viárias, nem sempre contemplam as necessidades dos ciclistas, pois ainda persiste uma visão conservadora dos transportes com foco nos automóveis (KANG; LEE, 2012).

O objetivo da pesquisa de Kang e Lee (2012) foi capturar as percepções de ciclistas, expressando suas preferências em classificações ordinais. O estudo foi realizado na Coreia do Sul, onde grande parte dos espaços ciclovitários existentes são de passeios compartilhados (entre ciclistas e pedestres). Desse modo, o modelo de NSB desenvolvido pelos autores incorpora, entre outros, indicadores relativos à influência de pedestres. Além disso, utilizaram-se determinadas rotas ciclovitárias como objeto de estudo, contemplando segmentos e interseções viárias na avaliação e em seus indicadores, apesar das particularidades de cada um desses elementos. Por não haver um volume alto de ciclistas na Coreia do Sul – estimativa de apenas 1,2% da população que usam a bicicleta como transporte

² Destaca-se que alguns países europeus como a Dinamarca e a Holanda, com forte cultura de desenvolvimento do transporte por bicicleta, não apresentam uma grande aplicação de métodos de NSB. Isso ocorre devido aos seus contextos históricos e modos específicos de tratar do planejamento ciclovitário, cujas metodologias foram menos propagadas, internacionalmente, do que os modelos nascidos nos EUA, sob a ótica do NSB.



– essa variável não foi utilizada como indicador. A percepção dos ciclistas no estudo volta-se mais para as características físicas da via do que para o aspecto quantitativo de ciclistas.

Em outro contexto, como o da China, a bicicleta é um importante modo de transporte, contribui com mais de 30% das viagens em muitas cidades. Contudo, a má qualidade das infraestruturas cicloviárias causam muitos conflitos e riscos de sinistros de trânsito. Diante dessa circunstância e com o intuito de promover instrumentos de melhoria para as condições cicloviárias, Chen *et al.* (2017) propõem um modelo de NSB a partir da perspectiva de usuários, desenvolvendo critérios baseados numa nova classificação de ciclistas. Os autores classificaram os fatores de influência do NSB em três categorias: fatores de segurança, de conforto e de qualidade do ar.

Na China existe uma variedade de tipos de bicicletas em amplo uso, como as bicicletas elétricas (*e-bikes*) que se mostram como um fenômeno no país, assim como outros veículos motorizados de duas rodas com baixa cilindrada, tais como os veículos *e-scooters* e os *mopeds*. O uso das bicicletas elétricas na China tem crescido de forma exponencial. Esses veículos possuem um alcance maior de velocidade comparado às bicicletas comuns, 18 km/h e 13 km/h respectivamente. Nesse contexto, Bai *et al.* (2017) buscaram identificar os fatores de influência de conforto com relação ao uso de bicicletas elétricas e não elétricas, como também verificar o NSB considerando características físicas e operacionais de ciclovias urbanas, tomando como estudo de caso a cidade chinesa de Nanjing.

A pesquisa de Shu *et al.* (2018) propõe um método de avaliação de NSB para segmentos viários urbanos baseado nas demandas de usuários pertencentes a diferentes estágios comportamentais sobre o uso da bicicleta. Os autores realizaram o estudo de caso na China a partir de um experimento em vídeo para detectar a satisfação de ciclistas voluntários, servindo de suporte para a elaboração de diferentes modelos de NSB segundo o tipo de cicloestrutura. Partiu-se da premissa de que os ciclistas alteram seu comportamento ao usar diferentes tipos de infraestruturas cicloviárias, logo, existem diferentes fatores de influência de acordo com a tipologia. Além disso, os autores classificaram os fatores de influência do NSB em três tipos: instalações viárias, características de tráfego e condições ambientais.

Muitos países possuem baixos índices de mulheres ciclistas, inclusive o Brasil (ANDRADE *et al.*, 2016). Mas o que impede as mulheres de pedalar e porque ocorre a falta de incentivos próprios para diagnosticar os motivos e promover ações estratégicas para elas? O trabalho de Xie e Spinney (2018) põe em evidência que há uma desigualdade de gênero



associada a instrumentos de avaliação da qualidade de ambientes cicloviários, sobretudo desconsiderando aspectos de segurança pública ou social. Logo, a autora e o autor, respectivamente, geram contribuições ao avaliar um método existente, o *Cycling Level of Service* (CloS) de Welsh Government (2014). Foram destacadas as defasagens acerca das diferenças de gênero relacionados ao instrumento, adaptando-o para um novo modelo com ênfase em indicadores de segurança pública e viária. O estudo de caso foi realizado na cidade de Cardiff, no País de Gales, Reino Unido.

Cerca de 80% da população mundial reside em países em desenvolvimento (BEURA; BHUYAN, 2017), como a Índia e o Brasil. Estes lugares ainda necessitam de muitos avanços para atender as necessidades dos ciclistas e garantir um ambiente viário de qualidade para todos. Nesses países, há uma série de condicionantes em particular e não existe uma provisão suficiente e adequada de facilidades para os deslocamentos por bicicleta. Mesmo as cicloestruturas existentes, operam de modo precário, com baixa manutenção e com invasões recorrentes de veículos motorizados e ocupações ilegais (BEURA; SRIVASTAVA; BHUYAN, 2021). Isso gera uma situação desconfortável para os ciclistas, levando-os a pedalar em outras faixas e compartilhar o espaço com outros veículos de modo menos seguro. As motocicletas e outros ciclomotores de baixa cilindrada são intensamente utilizados em países em desenvolvimento. Elas geram um alto número de viagens, mas também representam o mais alto percentual de envolvimento em sinistros de trânsito, impactando, inclusive, a segurança do transporte cicloviário (UNITED NATIONS, 2018).

Beura e Bhuyan (2017) alegam que os países desenvolvidos possuem um tráfego homogêneo, onde há maior disciplina. Já nos países em desenvolvimento o tráfego é considerado heterogêneo, no sentido de haver um compartilhamento viário com baixa disciplina e cercado por veículos de várias categorias, tamanhos e condições operacionais, gerando um complexo de interações, onde os ciclistas e os pedestres são os mais vulneráveis. A pesquisa de Beura e Bhuyan (2017) teve como objetivo desenvolver um novo modelo de NSB para segmentos viários urbanos de cidades de médio porte - população entre 0,5 e 1 milhão - operando em condições de tráfego heterogêneo, na Índia. O modelo foi definido a partir da detecção de oito indicadores de influência cicloviária significativa e da variável de percepção de satisfação dos ciclistas. O referido modelo obteve avanços através da validação por meio de diferentes procedimentos estatísticos e aplicações em diferentes cidades indianas a partir do trabalho de Beura e Bhuyan (2018) e de Beura *et al.* (2018).



Em países em desenvolvimento como a Índia, a mobilidade ativa corresponde a mais de dois terços das viagens realizadas em cidades pequenas. A falta de infraestrutura segura é citada como o principal impeditivo de uso da bicicleta na Índia (MAJUMDAR; MITRA, 2018). O que ressalta a importância de haver métodos para avaliar a qualidade das vias, favorecendo um planejamento cicloviário mais seguro e atrativo para todos. Para tanto, é importante identificar os atributos que influenciam na qualidade das viagens, a partir da percepção dos usuários, e então, estimar a relativa influência desses atributos na qualidade cicloviária das vias. É o que propõe a pesquisa de Majumdar e Mitra (2018) ao desenvolver um modelo de NSB baseado na percepção dos ciclistas para avaliar segmentos viários no contexto indiano.

No contexto latino-americano, cidades como Rosário, na Argentina, e Bogotá, na Colômbia, buscaram nas últimas décadas desenvolver a mobilidade ativa a partir de uma mudança de posicionamento governamental e engajamento social pró ações de mobilidade urbana e segurança viária. Essas cidades ainda enfrentam diversos problemas de transportes, mas a potencial oferta de cicloestruturas na cidade busca amenizar as externalidades e fomentar um processo de mudança de paradigma. Nesse contexto, o estudo de Okon e Moreno (2019) buscou desenvolver um modelo de nível de serviço baseado no nível de satisfação dos ciclistas de Bogotá. A avaliação foi realizada considerando as cicloestruturas chamadas de *ciclorutas* existentes na cidade, as quais se referem a rotas cicloviárias compostas por diversos segmentos avaliados a partir de um modelo de NSB sob vários indicadores.

- **Adequabilidade cicloviária para interseções viárias**

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. Adicionalmente, um modelo de NSB para interseções pode promover informações para acomodar os ciclistas de modo mais seguro e confortável nas vias (LANDIS *et al.*, 2003). As interseções funcionam como conectores dos segmentos viários. Para este trabalho as interseções foram classificadas segundo suas duas principais configurações espaciais: o cruzamento (entre vias semaforizadas ou não, geralmente em angulação perpendicular) e a rotatória (encontro de vias com tráfego direcionado em sentido giratório).



Conforme abordado anteriormente, o primeiro modelo de avaliação viária com o objetivo de reconhecer NSB em vias urbanas, incluindo interseções, foi desenvolvido por Davis (1987). Uma década depois, Harkey *et al.* (1998) desenvolveram um modelo de avaliação NSB considerando a aplicação em interseções e utilizando uma abordagem metodológica de percepção com ciclistas através de simulação em vídeo. O escopo deste estudo foi limitado a uma situação típica de conflitos em interseções referente a cruzamentos com ultrapassagens à direita por motoristas atravessando o trajeto de ciclistas. O estudo de caso foi realizado nos Estados Unidos, considerando diferentes volumes veiculares e configurações das faixas de tráfego com ou sem sinalização cicloviária.

Landis *et al.* (2003) desenvolveram um modelo de avaliação de NSB para interseções semaforizadas baseando-se na percepção de ciclistas com perfil diverso na região metropolitana de Orlando, Estado Unidos. O desenvolvimento do modelo teve como base a identificação de indicadores chave para expressar quantitativamente o desempenho das interseções. O modelo dos autores representa o risco percebido em vias de tráfego compartilhado.

Steinman e Hines (2004) desenvolveram uma metodologia de diagnóstico usada para aferir e impulsionar níveis de conforto e segurança de ciclistas e pedestres, considerando características físicas e operacionais de tráfego em interseções semaforizadas. Com estudo de caso em Charlotte, Estados Unidos, o método de NSB dos autores é baseado em um sistema de pontuação através de indicadores proeminentes.

Considerando que grande parte dos sinistros de colisões entre veículos ocorrem em interseções, o objetivo do trabalho de Carter *et al.* (2007) foi desenvolver o *Bicycle Intersection Safety Index (Bike ISI)*, ou Índice de Segurança Cicloviária em Interseções. O *Bike ISI* utiliza indicadores associados à probabilidade de riscos para o ciclista, a fim de identificar e priorizar melhorias necessárias às interseções avaliadas. O estudo de caso foi realizado em quatro cidades (Gainesville, Philadelphia, Portland e Eugene) dos Estados Unidos, cobrindo diferentes regiões. A amostra diversa de interseções incluiu características e configuração de tráfego, presença de facilidades para bicicleta, além disso, buscou-se a percepção de ciclistas para averiguar dados comportamentais.

O modelo de NSB em interseções de Dowling *et al.* (2008) tem como objeto de estudo segmentos e interseções de vias arteriais e coletoras principais, numa ampla investigação nos Estados Unidos. A pesquisa buscou determinar a qualidade de serviço a partir da percepção



de ciclistas, mas também a partir de uma perspectiva multimodal com usuários de outros modos de transporte, incorporando uma série de indicadores.

Em outro contexto, Jensen (2013) teve como objetivo desenvolver uma metodologia de avaliação para descrever a experiência de nível de serviço para ciclistas e pedestres em interseções na cidade de Lyngby-Taarbaek, na Dinamarca. O autor elaborou quatro modelos de NSB considerando as diferentes características para interseções semaforizadas com trajeto contínuo e para aquelas com entradas à esquerda, para interseções não semaforizadas e rotatórias. O estudo utilizou uma abordagem de simulação em vídeo para captar a percepção de satisfação em pedalar ou caminhar em uma série de condições expostas.

O estudo de Beura, Kumar e Bhuyan (2017) teve como objetivo avaliar as condições de interseções viárias semaforizadas sob a perspectiva dos ciclistas para subseqüentemente desenvolver um modelo de NSB. O estudo foi realizado em quatro cidades médias (com população de 500 mil a 1 milhão) na Índia (Bhubaneswar, Tirupati, Kurnool e Anantapur). Diversos atributos referentes ao ambiente espacial e de tráfego em interseções foram avaliados para identificar os indicadores mais influentes para a qualidade de serviço para bicicletas. Esse trabalho foi alvo de avanços por Beura e Bhuyan (2018) a partir da definição de um novo modelo misto (para segmentos e interseções), sob diferentes procedimentos estatísticos de construção, validação e aplicação em diversas outras cidades indianas. Uma das principais diferenças trata-se da modificação ou incorporação de novos indicadores.

2.2.5 Sistemas de análise e classificação

▪ Análises estatísticas para modelagem de níveis de serviço para bicicletas

Para a modelagem e classificação de NSB, pesquisadores têm proposto ao longo do tempo variados procedimentos de quantificação e estatística, tais como: sistemas de pontuação, índices de compatibilidade, modelos de regressão (linear múltipla e logística), além de abordagens combinadas e outras (BAI *et al.*, 2017). 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 de propiciar a exclusão de fatores não significativos. A regressão é uma técnica de análise de dados que explica o quanto uma ou mais variáveis predictoras (variáveis independentes - VI) explicam ou estão associadas com um desfecho/resultado (variável dependente - VD) (FIELD,



2009). Os modelos de regressão são dessa forma utilizados para prever o NSB, com base em indicadores diversos, gerando medidas de desempenho de maneira mais robusta.

Como exemplos práticos das aplicações estatísticas abordadas, Foster *et al.* (2015) testaram uma série de modelos logísticos de acumulação para definir uma melhor probabilidade de correlacionar a percepção de ciclistas com níveis de serviço e indicadores chave. Bai *et al.* (2017) utilizaram modelos *probit* ordenados para explorar as relações entre a percepção de conforto e diversas variáveis explanatórias. A análise de dados utilizando um modelo *probit* ordenado serve para determinar quais indicadores influenciam na decisão dos ciclistas e como (KANG; LEE, 2012). A construção do modelo de NSB de Chen *et al.* (2017) passou por um procedimento de testagem paramétrica e análise de regressão, utilizando a percepção de voluntários como variável dependente e indicadores de influência do nível de serviço como variáveis independentes.

Destacam-se de modo particular a utilização das técnicas: de inteligência artificial chamada de redes funcionais de associatividade (*associative functional networks*) (BEURA; BHUYAN, 2017); de rede neural Levenberg-Marquardt (*Levenberg–Marquardt neural network*) (BEURA *et al.*, 2018); de programação genética multi-gene (*multi-gene genetic programming*) (BEURA; BHUYAN, 2018). Beura *et al.* (2020) buscaram ainda desenvolver melhorias na performance estatística desses modelos citados, realizando comparações entre essas diferentes técnicas. Chegou-se à conclusão de que o método de redes funcionais de associatividade foi o que gerou os melhores resultados estatísticos, com coeficiente de determinação de 92%; sendo assim, mais indicado quando uma maior acurácia de predição é requerida. Contudo, modelos que utilizam análise de regressão ou sistemas de pontuação são desejáveis quando se requer uma minimização de esforços computacionais, sendo uma opção menos complexa. A análise de regressão é mais aplicada em estudos de modelagem na área de engenharia de tráfego, além disso, permite aos apreciadores um melhor entendimento da precisão dos dados do modelo (DOWLING *et al.*, 2008; BEURA; KUMAR; BHUYAN, 2017).

De outro modo, Asadi-Shekari, Moeinaddini e Shah (2013) traçaram uma comparação entre os procedimentos através de modelos de regressão e através de sistemas de pontuação. As principais vantagens de um modelo de regressão referem-se ao potencial e o peso dos indicadores não passarem por decisões subjetivas; e como desvantagens, ser mais complexo, de maior consumo de tempo e mais difícil de ser integrado a processos projetuais. Já um modelo com sistema de pontuação tem como vantagens ser mais fácil de aplicar, ser mais



acessível a não técnicos e mais fácil de ser integrado a processos projetuais, além de poder ser ampliado e adaptado para diferentes contextos. E como desvantagem, os pesos incorporados aos indicadores podem ser selecionados arbitrariamente.

- **Classificação dos níveis de serviço para bicicleta**

As medidas de NSB foram originalmente classificadas em níveis de A até F de acordo com o grau o qual uma via acomoda de maneira segura e confortável os ciclistas. Considerou-se o nível A como o mais seguro ou confortável e o nível F como o mais inseguro ou desconfortável (DIXON, 1996). O Quadro 03, apresenta as definições de cada nível de serviço. De modo geral, utiliza-se uma escala numérica de pontuação que é convertida para uma escala alfabética (A até F), mas alguns autores realizaram adaptações deste sistema de divisão. Kang e Lee (2012) utilizaram uma classificação em três níveis de serviço de A até C, correspondentes a “satisfeito, justo e insatisfeito”. Já Bai *et al.* (2017) utilizaram uma escala de classificação de A até E, os autores argumentam ser inconveniente para os ciclistas a divisão em 6 níveis e que outras pesquisas sugerem ser mais compreensível uma escala de 3 ou 5 graus. Outras variações sugerem também a escala em 4 níveis (*e. g.* Chen *et al.* (2017)).

Em geral, a classificação de NSB nível C ou D (intermediárias) são consideradas aceitas na maioria dos cenários urbanos. O nível A ou B indica uma performance ótima, 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 insuficientes de desempenho (DIXON, 1996). Os Apêndices B e C apresentam os métodos de análise e escalas de classificação adotada nos diversos modelos de NSB apresentados anteriormente.

**Quadro 03** - Definições de Níveis de Serviço para Bicicletas (A até F).

Nível de serviço A	As vias são seguras e atrativas para todos os ciclistas. Podem possuir cicloestruturas segregadas ou compartilhadas. Apresentam baixo nível de conflito com veículos motorizados.
Nível de serviço B	As vias são adequadas para todos os ciclistas. Podem possuir cicloestruturas segregadas ou compartilhadas, mas neste caso necessitam de outras medidas para garantir um baixo nível de conflito com veículos motorizados.
Nível de serviço C	As vias são adequadas para a maioria dos ciclistas, mas podem gerar sensação de insegurança e desconforto para ciclistas menos experientes. Nem sempre possuem cicloestruturas e necessitam de outras medidas para garantir um baixo nível de conflito com veículos motorizados.
Nível de serviço D	As vias são adequadas para ciclistas experientes e em menor grau para ciclistas casuais. Apresentam nível intermediário de conflito com veículos motorizados. Nem sempre possuem cicloestruturas e necessitam de outras medidas em níveis ideais para garantir menos conflito.
Nível de serviço E	As vias podem ser usadas por ciclistas experientes, exigindo grande atenção. Apresentam alto nível de conflito com veículos motorizados. Quase nunca possuem cicloestruturas e necessitam de muitos indicadores em níveis ideais para garantir menos conflito com veículos motorizados.
Nível de serviço F	As vias são inadequadas para os ciclistas, devido à falta de cicloestrutura e alto nível de conflito com veículos motorizados, combinado a valores também inadequados de outros indicadores.

Fonte: Adaptação a partir de Dixon (1996).

2.2.6 Tipos de ciclistas e métodos de abordagem

Existem diferentes tipos de ciclistas com preferências e habilidades para pedalar em meio ao tráfego urbano. Uma análise mais completa de compatibilidade das vias para bicicletas considera, não apenas características físicas, mas também a diversidade e as necessidades do perfil dos ciclistas. Diferentes circunstâncias casuais do tráfego cicloviário em relação a experiência de uso da bicicleta podem impactar na predição de características ou locais de risco particulares para cada grupo (HARKEY *et al.*, 1998). A heterogeneidade da natureza dos usuários de bicicleta resulta em diferentes grupos ou tipos de ciclistas. Entre os ciclistas casuais e experientes há uma certa concordância acerca de características básicas desejáveis para o tráfego cicloviário como: baixa velocidade e menor volume de veículos motorizados e uma largura confortável da via para pedalar e compartilhar o espaço com outros veículos (EPPERSON, 1994).



A ideia de que a heterogeneidade dos ciclistas precisa ser considerada em termos de planejamento de infraestrutura viária é suscitada por diversos autores. O perfil do ciclista pode variar de acordo com a frequência de uso da bicicleta e experiência, bem como sobre características sociodemográficas como idade, gênero, renda, origem étnica, escolaridade, propriedade e uso de automóvel, propriedade da bicicleta etc. Outro fator presente nas classificações refere-se ao tipo de viagem realizada, seja para fins de transporte utilitário (*e.g.* trabalho, instituição educacional, comércio ou serviço) ou não (*e.g.* lazer e esporte). O custo-benefício de uma política de investimento público em mobilidade ciclovária pode ser falha ao desconsiderar diferentes tipos de ciclistas e suas necessidades (GRISWOLD *et al.*, 2018). O Quadro 04 apresenta uma síntese das principais classificações do perfil do ciclista utilizadas por autores que desenvolveram pesquisas de NSB.

Quadro 04 - Categorias de ciclistas verificadas em estudos de Nível de Serviço para Bicicletas.

REFERÊNCIA	CATEGORIAS DE CICLISTAS
Landis (1994)	A (Avançados), B (Básicos), C (Crianças)
Sorton e Walsh (1994)	1 (Criança), 2 (Adolescente), 3 (Casual), 4 (Experiente)
Dixon (1996)	A (Adultos Avançados), B (Casual ou Jovens Adultos), C (Pré-adolescentes)
Harkey <i>et al.</i> (1998)	1 (Experientes utilitários), 2 (Experientes recreacionais), 3 (Casuais recreacionais)
Mekuria, Furth e Nixon (2012)	Classe 1 (Destemido), Classe 2 (Entusiasta e confiante), Classe 3 (Adulto interessado, mas preocupado), Classe 4 (Jovem interessado, mas preocupado)
Chen <i>et al.</i> (2017)	1 (Usuários com mobilidade reduzida, inclui crianças e idosos), 2 (Atenciosos ou curiosos, inclui iniciantes), 3 (Usuários frequentes), 4 (Entusiastas)
Griswold <i>et al.</i> (2018)	Classe 1 (Ciclistas de bairro), Classe 2 (Urbanos), Classe 3 (<i>Fitness</i>)
Shu <i>et al.</i> (2018)	Estágios de comportamento: 1 (Pré-contemplação), 2 (Contemplação), 3 (Preparação), 4 (Ação), 5 (Manutenção)

Fonte: Elaboração própria (2023).

Segundo Sorton e Walsh (1994) o ciclista infantil, de até 12 anos de idade, tem menos conhecimento sobre regras de trânsito. Já o adolescente possui níveis de experiência muito variáveis. Ciclistas casuais tendem a evitar rotas com maior volume de tráfego e preferem percorrer maiores distâncias caso haja a presença de cicloestruturas. Já os experientes, tendem a utilizar as rotas mais diretas e são mais confiantes nas habilidades de tráfego. Essas



características são observadas de modo comum entre os autores que consideram a idade e a experiência como critério de classificação.

Alguns autores estabelecem correlações entre o tipo de ciclista e a classificação dos níveis de serviço. Por exemplo, de acordo a tipologia definida por Chen *et al.* (2017), assume-se que uma via com NSB aceitável para o grupo 1 (Quadro 04), é também para todos os demais, sendo o oposto verdadeiro, ou seja, se uma via é inaceitável para o grupo 4, é também para os outros grupos. Desse modo, os autores definiram uma classificação qualitativa em quatro níveis de serviço, correspondentes diretamente aos grupos de ciclistas. Do mesmo modo, o estudo de Shu *et al.* (2018) demonstra que ciclistas em estágios de ação e manutenção são mais tolerantes com relação à qualidade dos espaços cicloviários. Enquanto os ciclistas em estágios de pré-contemplação e contemplação apenas aceitam espaços de alta qualidade. No modelo final, estes autores utilizaram cinco níveis de serviço de acordo com os cinco estágios de comportamento do ciclista adotados pelos autores.

Entre os requisitos de comparação quanto aos grupos de ciclistas, de modo geral, a idade e o gênero apresentam resultados com pouca significância estatística em diferenças de percepção cicloviária, servindo mais como tendências. As principais tendências demonstram que homens se sentem mais confiantes que mulheres para pedalar (*e.g.* PETRITSCH *et al.*, 2007; JENSEN, 2013; BEURA; STRIVASTAVA; BHUYAN, 2021) e pessoas idosas menos confiantes que jovens (*e.g.* JENSEN, 2007; FOSTER *et al.*, 2015; BAI *et al.*, 2017). Por outro lado, a experiência do ciclista fornece resultados com significância mais evidente estatisticamente, demonstrando que aqueles mais experientes se sentem menos predispostos ao risco ou desconforto ao pedalarem e mais confiantes para pedalar em situações com adversidades do que os menos experientes (*e.g.* SORTON; WALSH, 1994; HARKEY *et al.*, 1998; LANDIS *et al.*, 2003). Além dos aspectos apontados, Beura e Bhuyan (2017) destacam também que as variáveis quantitativas (características físicas, ambientais e de tráfego) foram mais dominantes e influentes que aspectos socioeconômicos (gênero, nível de experiência, renda, escolaridade etc.).

Os principais problemas enfrentados quanto ao uso da bicicleta são a falta de respeito dos motoristas e a insegurança no trânsito, sobretudo para o gênero feminino, ou seja, as mulheres se sentem mais suscetíveis ao risco de violência, inclusive através do assédio (HARKOT, 2018). Tais ocorrências são influenciadas, em parte, devido a reprodução de relações de poder patriarcal que oprime as mulheres até os dias atuais e as tornam vulneráveis



em meio aos deslocamentos no espaço urbano (VILLAGRÁN, 2014). A maioria dos modelos de NSB apresenta indicadores de segurança viária, mas os fatores relacionados à segurança pública são menos abordados. Mesmo quando existentes, esses não são apresentados com valor crítico, deixando de representar um componente chave, de influência para mais mulheres pedalem (XIE; SPINNEY, 2018). A maioria dos governantes vê o ciclista como uma população homogênea, falhando em considerar a diversidade de necessidades daqueles que usam a bicicleta. O desafio está em construir um modelo de avaliação que considere a ampla gama de ciclistas, incluindo mulheres, jovens, idosos e pessoas com deficiência.

A importância de realizar avaliações considerando o perfil do ciclista, servem, por exemplo, para estimar locais de ocorrência de sinistros para diferentes grupos. Isso porque um método que gera bons resultados para o padrão de ciclistas adultos experientes, será menos preciso para avaliar problemas relacionados a ciclistas infanto-juvenis (EPPERSON, 1994). Além disso, a diferenciação e análise do perfil dos ciclistas é importante para que o planejamento seja pensado de forma holística e não deixe de incorporar inter-relações que possam afetar uma demanda em potencial de ciclistas.

As pessoas classificam ambientes viários com base na sua percepção de satisfação do uso de cada espaço. A expressão comum sobre o quão bem uma via em particular acomoda uma viagem na perspectiva do ciclista é com relação a segurança. “É muito perigoso” ou “é bem seguro” é um jeito popular como os ciclistas pronunciam suas percepções. Ao tratar de diferentes características físicas e de tráfego para avaliar o nível de serviço de uma via, é possível determinar quais fatores as pessoas veem como mais significativos ou importantes (PETRITSCH *et al.*, 2007). Muitos trabalhos exploram os fatores de influência da qualidade de serviço cicloviário a partir da perspectiva dos ciclistas (PROVIDELO; SANCHES, 2011; RIBEIRO NETO; MAIA, 2021; BEURA; SRIVASTAVA; BHUYAN, 2021). Para tanto, diferentes métodos vêm sendo desenvolvidos e utilizados para mensurar essa percepção, sobretudo, a partir de três tipos de abordagem ao usuário, descritas no Quadro 05 a seguir. Nos Apêndices B e C constam os autores que realizaram pesquisa com usuários e as abordagens metodológicas adotadas.



Quadro 05 - Principais métodos para abordagem de usuários em estudos de avaliação cicloviária.

MÉTODO DE PERCEPÇÃO	DEFINIÇÃO
Interceptação em campo	Abordagem diretamente no local para obter a percepção de qualidade de serviço por ciclistas realizando viagens reais.
Simulação em campo	Recrutamento de voluntários para participar de viagem com rota pré-definida, a fim de reportar a percepção de qualidade de serviço de locais estratégicos.
Simulação em vídeo	Recrutamento de participantes para uma sessão de vídeos exibindo determinados ambientes de tráfego para avaliação da qualidade de serviço.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Cada uma das abordagens apresentadas possui vantagens e desvantagens. A pesquisa de interceptação pode gerar respostas de vários indivíduos, mas apenas de viagens específicas sobre o local onde o contato foi realizado. Esse método pode ser o mais realista diante da situação de viagem em andamento, mas também podem gerar viés, considerando que os usuários podem se sentir desconfortáveis, serem difíceis de interceptar ou mesmo não estarem presentes em número suficiente, como em locais críticos para avaliação (DOWLING *et al.*, 2008). Para minimizar o efeito de viés dos entrevistados é importante padronizar a situação da entrevista, por exemplo, tornando as questões as mais claras possíveis, de modo a não gerar dúvidas ou necessidade de explicações (BEURA *et al.*, 2020).

Os estudos de simulação em campo apresentam melhor custo-benefício entre os três métodos considerados (DOWLING *et al.*, 2008). Isso deve-se ao baixo investimento inicial e menor custo por dados obtidos, podendo encarecer no caso de pagamentos para serviços particulares ao atendimento das atividades de pesquisa ou para os participantes. Nesse método os ciclistas são expostos a uma variedade de situações em campo, o que permite uma ampla gama de dados por indivíduo.

Já os estudos de simulação em vídeo permitem uma exposição de múltiplas situações e características viárias para análise, com uma maior quantidade de vantagens como: número de locais e de variáveis que os participantes podem avaliar durante um período razoável ser geralmente alto; grupos mais diversos de participantes podem ser inclusos; melhor custo-benefício que pesquisas presenciais de interceptação; possibilidade de controle das condições a serem avaliadas de forma igualitária; anulação de risco de exposição em campo para os



respondentes, o que permite incluir cenários de percepção de maior criticidade para análise (HARKEY *et al.*, 1998; JENSEN, 2013; BEURA; BHUYAN, 2017). Tais vantagens são importantes para o processo de desenvolvimento de modelos de avaliação cicloviária, sendo esse, o método de avaliação de percepção mais utilizado entre os modelos encontrados na literatura. Contudo, os vídeos possuem um custo e requerem tempo para filmagem e edição.

Apesar das pesquisas em campo promoverem um maior realismo da situação existente, as pesquisas de simulação podem oferecer, virtualmente, uma boa visualização de aspectos reais (PROVIDELO, 2011). A filmagem pode ser realizada com câmera fixa, estacionária, mas também de maneira móvel, permitindo que um pesquisador ciclista faça um trajeto real e transmita a sua visão a partir de uma câmera acoplada na bicicleta ou capacete. Essa perspectiva permite uma aproximação das condições de movimento real. Contudo, é manifestada a importância de utilizar abordagens em pesquisa de campo, considerando que, caso contrário, os ciclistas deixariam de perceber mais sensivelmente certos indicadores, como as condições do pavimento (LANDIS; VATTIKUTI; BRANNICK, 1997).

Como forma de comparar e validar os tipos de abordagem de avaliação em campo e em vídeo, Harkey *et al.* (1998) e Petritsch *et al.* (2007) realizaram testes desses procedimentos. Para tanto, foi feita uma divisão amostral onde metade dos participantes avaliou primeiramente a filmagem e em seguida a vivência em campo, já a outra metade o oposto. Os resultados analisados por esses autores apresentaram correspondências satisfatórias. A grande maioria dos participantes em ambas as abordagens estiveram em substancial acordo diante das respostas acerca de vários indicadores como a velocidade e volume de veículos motorizados, largura da via e avaliação geral. Os resultados da análise de dados através da simulação em vídeo mostraram-se confiáveis, evidenciando o método como válido para obter perspectivas realistas dos ciclistas sob diferentes condições viárias.



2.3 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 de acordo com o seu valor de grandeza (MAJUMDAR; MITRA, 2018). Contudo, algumas exceções podem ser discutidas, a partir de casos em que um mesmo indicador pode ter um efeito diverso considerando diferentes contextos (BEURA; BHUYAN, 2017). A síntese e análise do quantitativo dos indicadores foi apresentada nas seções de resultados (4.1). A seguir, é realizada uma breve explanação teórica sobre os indicadores identificados a partir da revisão sistemática da literatura e classificados segundo o seu efeito.

2.3.1 Indicadores de efeito positivo

- **Sinalização de trânsito: horizontal e vertical**

A sinalização de trânsito é uma parte vital da infraestrutura viária porque ela age no controle e regulação de todo o sistema de transporte (ITDP, 2017). Os sinais de trânsito podem ser utilizados de modo particular para ciclistas, indicando facilidades compartilhadas, cicloestruturas, restrições de acesso, indicação de rotas e destinos, advertências etc. A faixa de marcação para bicicletas ou linha de continuidade, referente à sinalização horizontal na interseção, é usada para evidenciar a presença dos ciclistas e guiá-los pelo caminho mais seguro para pedalar (CONTRAN, 2022). Assim, os ciclistas tornam-se mais visíveis e seu espaço mais notável, requerendo maior atenção e respeito dos motoristas nas travessias. Essa estratégia pode contribuir na regulação de tráfego de facilidades compartilhadas ou segregadas, reduzindo potencialmente os conflitos entre veículos e transeuntes.

A sinalização vertical mediante o uso dos semáforos de trânsito é um fator que gera implicações para os ciclistas, sobretudo em interseções. É verídico dizer que esses dispositivos visam a segurança e orientação das pessoas em circulação, contudo, uma má regulação deles pode gerar situações de desfavorecimento ao ciclista (LEDEZMA-NAVARRO *et al.*, 2018). Já em



interseções não semaforizadas os ciclistas encontram uma interação mais complexa entre várias categorias de veículos vindo de diferentes direções, o que influencia na necessidade de manobras e maior atenção requerida (BEURA; SRIVASTAVA; BHUYAN, 2021). Uma das causas de insegurança quanto ao uso da bicicleta através de cicloestruturas refere-se à ocorrência de descontinuidade ou interrupções abruptas em interseções sem sinalização, sobretudo em vias arteriais e expressas (OKON; MORENO, 2019).

As vias locais costumam ser mais seguras do que vias arteriais, isso está relacionado a diversos aspectos, entre os quais o volume e limites de velocidade de tráfego motorizado. Mas considerando o perfil mais veloz ou mais lento do ciclista e a quantidade de interseções no caminho, algumas situações de risco ou desconforto podem acontecer, como em cruzamentos bruscos ou interrupções demasiadas (DAVIS, 1995). Daí, a importância de haver sempre medidas de moderação de tráfego, incluindo dispositivos de sinalização apropriados para evitar sinistros, não importa o tipo da via. A implementação de dispositivos que facilitem o tráfego cicloviário são desejáveis em interseções. Um dos principais exemplos disso são os *bicycle pockets* ou *bike box*, ou seja, zonas sinalizadas que priorizam a passagem ou funcionam como reduto de ciclistas no momento da travessia. Contudo, os efeitos desses elementos são pouco estudados na literatura (KAZEMZADEH *et al.*, 2020).

- **Condição do pavimento**

Os fatores associados às condições do pavimento referem-se a aspectos de manutenção da qualidade da superfície do pavimento capazes de representar riscos ou desconforto ao pedalar. A deficiência de manutenção impacta numa pior qualidade da pavimentação sobre diversos aspectos gerando desconforto e risco nos deslocamentos a partir de rachaduras, remendos, buracos e outras irregularidades, desconsiderando-se aspectos temporários como folhas na pista (DIXON, 1996; FERREIRA, 2019). A falta de manutenção reflete a negligência e insuficiência de reparo da superfície viária, gerando problemas crônicos. Há uma relação significativa e diretamente proporcional entre as condições do pavimento e percepção de qualidade pelos ciclistas, onde as más superfícies estão associadas a um menor desempenho de serviço (MAJUMDAR; MITRA, 2018).



- **Presença e largura da cicloestrutura**

As cicloestruturas correspondem às facilidades para transporte por bicicleta através de infraestruturas cicloviárias. Podem ser concebidas como espaços dedicados ao ciclista de forma segregada fisicamente (*e.g.* ciclovias), sinalizada para uso separado do tráfego motorizado (*e.g.* ciclofaixas) ou de modo prioritário aos demais veículos (*e.g.* ciclorrotas). Alguns aspectos associados a facilidades para bicicletas são utilizados como indicadores de NSB, como a presença e a largura da cicloestrutura, ambos de influência positiva. Quanto maior a largura da cicloestrutura melhor o nível de satisfação dos ciclistas (OKON; MORENO, 2019). Do mesmo modo, a largura da linha de divisão (*buffer*) entre modais também é um fator de relevância para a segurança dos ciclistas. O tipo de segregação da cicloestrutura com o tráfego motorizado também interfere na proteção do espaço, quanto melhor a separação incorporada à infraestrutura, maior a probabilidade de satisfação dos ciclistas (JENSEN, 2007; FOSTER *et al.*, 2015; GRISWOLD *et al.*, 2018).

- **Largura da faixa externa e presença de elementos da infraestrutura viária**

A largura da faixa externa, é um indicador importante porque delimita o espaço de operação mais comum do uso da bicicleta, a faixa da direita. Refere-se à distância entre o meio fio e a delimitação da primeira faixa de tráfego adjacente. Nos casos em que há estacionamento, a medida é feita a partir da delimitação dele. Alguns autores recomendam que as áreas úteis de acostamento e de cicloestruturas não segregadas também devam entrar na medição, no entanto, as áreas não úteis como córregos de drenagem devem ser excluídas da medida (TURNER; SHAFER; STEWART, 1997; JENSEN, 2007).

Uma faixa externa larga é referenciada como um dispositivo facilitador para o ciclista, permitindo um compartilhamento de tráfego mais seguro, mesmo quando não há cicloestrutura. A largura extra no pavimento passível de acomodação de ciclistas afeta positivamente a qualidade do serviço da via (LANDIS; VATTIKUTI; BRANNICK, 1997). Além disso, a presença de meio-fio, acostamento e características da drenagem são elementos da infraestrutura viária que podem ser especificados de modo complementar para avaliação (DAVIS, 1987; EPPERSON, 1994).



- **Gerenciamento de transportes e nível de serviço para automóveis**

O modelo de Dixon (1996) utiliza alguns indicadores peculiares incorporados ao NSB como a existência de programas de gerenciamento da demanda de transportes. Esse indicador refere-se a serviços de suporte para assistir o ciclista de modo institucional, social, logístico, através de políticas públicas e outras formas de beneficiamento, incentivo e investimento para o ciclista e para o sistema cicloviário de maneira geral. Outra variável incorporada pelo autor trata-se do nível de serviço para automóveis que refletem principalmente a capacidade de volume de tráfego que afeta o desempenho viário de maneira multimodal.

- **Volume de bicicletas**

O volume de bicicletas é comumente associado ao nível de serviço em segmentos quando se pretende avaliar o efeito de conflitos entre tipos de veículos de duas rodas diversificados, como as bicicletas elétricas (BAI *et al.*, 2017; CHEN *et al.*, 2017). O volume de ciclistas não é associado ao NSB em interseções. Entretanto, ressalta-se que a presença de bicicletas na via é evidenciada como um elemento de segurança para todos, na medida em que traz visibilidade para o ciclista e favorece a atenção no comportamento de trânsito por parte dos motoristas (BLUE, 2016).

- **Fatores ambientais: sombreamento, declividade e iluminação**

Os aspectos de conforto ambiental relacionados a fatores externos como o clima, a topografia e aspectos sociodemográficos não são comumente considerados nos estudos de NSB devido a extensão de suas particularidades. Pesquisas indicam que o clima tem um impacto maior em viagens por bicicleta para fins de lazer e esporte do que na demanda de viagens utilitárias (KAZEMZADEH *et al.*, 2020). Contudo, fatores ambientais são destacados como importantes para o contexto brasileiro por Fonseca *et al.* (2018) que criticam sua falta em modelos de avaliação de NSB como o de Dixon (1996). Entre os fatores que influenciam na escolha de rotas pelos ciclistas em cidades brasileiras de diferentes portes o principal fator ambiental trata-se da iluminação, sendo esse, muitas vezes associado a aspectos de segurança pública. Já variáveis como a arborização e a declividade são citados como de importância



mediana, ficam atrás de outros fatores como a presença de cicloestrutura, condições do pavimento e o volume de veículos motorizados (PITILIN; SANCHES, 2016).

O sombreamento e a arborização são elementos importantes para prover conforto ambiental, valor estético e sensação de bem-estar para os ciclistas (MARUYAMA; SIMÕES, 2014). O sombreamento é um indicador ambiental de difícil precisão porque difere de acordo com as horas do dia e período do ano. Já a declividade da via é um indicador pouco presente nos modelos de NSB, entretanto, é visto como um elemento importante que influencia no transporte por bicicleta e necessita de estudos mais aprofundados (MAGALHÃES; CAMPOS; BANDEIRA, 2015).

Os ciclistas têm uma baixa predisposição para pedalar a noite (OKON; MORENO, 2019). Isso pode estar relacionado à má qualidade de iluminação, considerando que esse é um parâmetro comumente associado a ambientes de insegurança pública. Xie e Spinney (2018) ressaltam a iluminação como sendo um fator decisivo na propensão ao uso da bicicleta e escolha de rotas pelas mulheres à noite, sendo um ponto central na avaliação de ambientes temerosos. Além disso, afirmam que a percepção dos ciclistas e seu perfil diverso é essencial para determinar o valor de influência desse atributo na segurança e conforto das vias.

2.3.2 Indicadores de efeito diverso

Os indicadores de efeito diverso foram aqueles encontrados na literatura, cuja análise de desempenho ou percepção de usuário foi detectada como de efeito positivo ou negativo, a depender do contexto em que foram avaliados. Ressalta-se que a presente tese trata da análise dos efeitos dos indicadores através da percepção de usuários de bicicleta, como forma de compreender como se dá suas implicações no contexto brasileiro. Além disso, outros indicadores podem também apresentar uma hipótese de efeito diverso. A abordagem aqui adotada, não se limita a estabelecer tais efeitos, mas sim de apresentar a abrangência e complexidade envolvida nas variáveis de planejamento de transportes.

- **Configuração da via e número de faixas de tráfego**

A configuração da via gera implicações no movimento dos ciclistas, sobretudo, devido a características como a frequência de curvas e principalmente o número de faixas de tráfego. Vias com seis ou mais faixas de tráfego são menos seguras e menos confortáveis, isso porque pode gerar dificuldades envolvendo ultrapassagens para acessos laterais à esquerda, além de



efeitos no aumento da poluição do ar e sonora, estresse etc. Quanto maior o número de faixas, maior a possibilidade de conflitos e menos previsível se torna as manobras de deslocamento, além de tornar o ciclista menos perceptível em interseções ou acessos laterais (MEKURIA; FURTH; NIXON, 2012). Além disso, a velocidade e o volume de tráfego motorizado estão diretamente relacionados com um maior número de faixas de tráfego (OKON; MORENO, 2019). Entretanto, outros autores alegam que um maior número total de faixas distribui os automóveis, dispersando-os na via e gerando um menor volume motorizado nas faixas da direita. Isso estaria associado a uma redução da interação entre motoristas e ciclistas, considerando que esses pedalam mais comumente nessas faixas (JENSEN, 2007; PRITCHARD; FRØYEN; SNIZEK, 2019).

- **Tipo de uso do solo**

Os fatores associados a localização dizem respeito as características do tipo de uso do solo dominante em determinadas áreas territoriais que condicionam o ambiente de tráfego, como as áreas comerciais, industriais, residenciais, de lazer etc. Diferentes usos podem gerar: maior ou menor fluxo de veículos, diferentes configurações das faixas de tráfego, acessos e sinalização particulares, entre outras características socioespaciais que influem na atratividade e operação do transporte por bicicleta. Em áreas comerciais, é comum que haja invasões e conflitos em cicloestruturas devido a presença de acessos laterais e estacionamentos, também por conta de um maior volume de veículos e transeuntes (MEKURIA; FURTH; NIXON, 2012). Nesse contexto, a intensidade ou o tipo de uso do solo é vista como um influente indicador de NSB, geralmente com efeito negativo, mas há exceções. Uma área comercial pode gerar um maior número de conflitos entre veículos e ao mesmo tempo pode proporcionar uma maior sensação de segurança pública, através de ruas mais ativas (XIE; SPINNEY, 2018).

- **Velocidade de tráfego motorizado**

Uma maior atenção do ciclista é requerida quando o ambiente de tráfego apresenta aspectos negativos, aumentando o risco e a percepção de insegurança. O tráfego motorizado representa grande influência negativa no transporte por bicicleta. Três aspectos dos veículos motorizados representam indicadores de NSB: a velocidade, o volume e o tamanho (LANDIS; VATTIKUTI; BRANNICK, 1997).



A velocidade de tráfego motorizado possui diferentes medidas características como o percentil 85, o limite de velocidade da via e a velocidade diferencial (entre ciclistas e limite de velocidade). Veículos em alta velocidade passando próximo de ciclistas podem gerar perda de controle, jorrar água ou arremessar resíduos da pista, entre outras situações de perigo para o ciclista em movimento. O monitoramento da velocidade de veículos é um recurso pouco efetivado ou possui dados de baixa disponibilidade pública, sobretudo em países em desenvolvimento (KNOX *et al.*, 2023). Devido a essa dificuldade, muitos autores optam por utilizar os limites de velocidade como um indicador, considerando que para muitas cidades há uma correspondência com as velocidades reais dos veículos (MEKURIA; FURTH; NIXON, 2012). A velocidade motorizada geralmente possui efeito negativo para o NSB, contudo, há exceções. No contexto da Índia, essa variável é tratada também como um indicador positivo, na medida em que, uma maior velocidade está associada a uma melhor infraestrutura viária decorrente de melhores condições de pavimento (BEURA; BHUYAN, 2017).

2.3.3 Indicadores de efeito negativo

- **Volume de veículos motorizados**

O volume motorizado possui diferentes medidas como a média do volume diário e anual, do horário de pico e de contagens esporádicas. O volume de horário de pico é visto com um indicador mais apropriado do que os volumes médios diários ou anuais. Isso ocorre devido a existência de uma diferença quantitativa flutuante ao longo dia e considerando também uma visão mais acentuada das horas de pico como cenário mais problemático, e, portanto, de mais importante consideração (BEURA; BHUYAN, 2017). Outro aspecto, sobre o indicador de volume, que gera variações de avaliação, refere-se à quantificação geral para todas as faixas de tráfego ou a partir de determinadas faixas. Neste caso, é dada uma atenção maior às faixas externas, as laterais da via, espaço comumente utilizado pelos ciclistas, também local de acessos lindeiros.

- **Tráfego de veículos pesados**

O tamanho dos veículos motorizados corresponde ao indicador de tráfego de veículos pesados. A presença de veículos como caminhões, ônibus, grandes automóveis, entre outros, também é um fator que incide na segurança e conforto dos ciclistas em movimento, gerando



conflitos. Isso ocorre devido à turbulência e dificuldades em ultrapassagens, à restrição de visibilidade e a uma maior ocupação do espaço viário; além de outros aspectos como a forte incidência na poluição do ar e poluição sonora (DOWLING *et al.*, 2008; CHEN *et al.*, 2017).

- **Estacionamento na via e entradas de garagem**

Acessos veiculares não controlados como estacionamentos na via e entradas de garagem geram zonas de risco para o ciclista que pedala em situação de estresse devido a atenção requerida para evitar colisões e executar manobras evasivas. Este tipo de conflito ocasiona muitos sinistros de trânsito e gera um ambiente ameaçador para o ciclista (DIXON, 1996). A presença de estacionamentos quando não há uma separação segura pode gerar diversos conflitos como o movimento inesperado de veículos, abertura abrupta de portas de automóveis e obstruções visuais (BEURA; BHUYAN, 2017). De modo semelhante, acessos e saídas nas laterais das vias, como entradas de garagem, costumam gerar pontos de conflito entre veículos, uma vez que não há controle de passagem. Manter o afastamento entre estes pontos de acesso na via pode diminuir os conflitos. Uma prescrição citada por Dixon (1996), sugere acessos com ao menos 74m de distância, correspondente a menos de 22 entradas de garagem ou cruzamentos a cada 1,61km para uma maior segurança de tráfego.

- **Restrições de visibilidade e vias laterais**

Conflitos viários podem ocorrer, entre outros fatores, devido a obstruções físicas na via, restrição de visibilidade e frequência de ultrapassagens por veículos motorizados para acessar vias laterais. Um projeto apropriado e o controle desses aspectos podem aumentar a segurança e o conforto dos ciclistas. Isso é essencial para que ciclistas e motoristas sejam capazes de observar e prever as ações de movimento uns dos outros. As restrições de visibilidade são geradas por características da via como a declividade acentuada ou curvas estreitas, mas também são resultantes da presença de estacionamentos e outras obstruções físicas de médio ou grande porte, como a copa de árvores e placas comerciais (DIXON, 1996).

- **Volume de pedestres**

O volume de pedestres como indicador de NSB refere-se aos pontos de cruzamento, sobretudo os não semaforizados, em que os transeuntes realizam travessias e causam



possíveis conflitos ou atraso de deslocamento (JENSEN, 2007; 2013; BEURA; SRIVASTAVA; BHUYAN, 2021). Mesmo em interseções semaforizadas, os modos ativos necessitam de um controle eficiente de travessia para gerar um deslocamento seguro para todos. De outro modo, o volume de pedestres pode ser utilizado na avaliação de segmentos quando se trata de passeios compartilhados com ciclistas, como medida de fluxo e conflitos (KANG; LEE, 2012).

- **Pontos de transporte público**

Beura e Bhuyan (2017) propõem alguns indicadores característicos do contexto de países em desenvolvimento, como a Índia. Um deles trata-se dos pontos de transporte público não autorizados ou sem controle, o que gera interrupções na via e trânsito intermitente. Na Índia é muito comum haver veículos de três rodas ou ônibus para transporte público os quais realizam desembarques contínuos no bordo da pista e afetam o tráfego de bicicletas, quando não há controle de trânsito. A presença de paradas de ônibus também é destacada por Jensen (2007) como um fator que gera inconveniências para o ciclista devido a interrupções de tráfego e possíveis conflitos com pedestres adentrando nos veículos. No Brasil também é comum haver situações de conflito devido a paradas de ônibus e outros veículos que param em vias sem acostamento ou sinalização, e até mesmo em ciclofaixas (BATISTA, 2019). Ressalta-se que o transporte público é um atributo positivo para as cidades, contudo, a falta de adequação viária (como sinalização, configuração viária ou paradas informais) acabam interferindo na segurança de outros modos de transporte.

- **Interações (*hindrance*)**

O conceito de *hindrance* (interações que geram entrave) é o grau segundo o qual o usuário é impedido de realizar livremente seu deslocamento sem interferência, ocorre quando um ciclista passa ou encontra com outro ciclista ou pedestre em movimento (KAZEMZADEH *et al.*, 2020). O *hindrance* é usado em modelos de NSB para medir interações ou manobras entre ciclistas, esses eventos, segundo Liang, Xie e Jia (2017) são classificados em *passing* (ultrapassagem), *meeting* (encontro) e suas subdivisões. Quando a frequência de eventos aumenta, a qualidade de operação da bicicleta diminui (BOTMA, 1995). O referido indicador de interações é utilizado no modelo de Kang e Lee (2012) associado a variáveis como o volume de ciclistas e de pedestres e a largura do passeio compartilhado, considerando o contexto do trânsito na Coreia do Sul.



- **Pontos de conflito e raio de curvatura de interseções**

As rotatórias são potenciais pontos de conflito viário e necessitam de avaliação cuidadosa para a segurança dos ciclistas, contudo esse ainda é um tema que requer mais pesquisas de aprofundamento (KAZEMZADEH *et al.*, 2020). Em alguns casos, com grande circulação de veículos e tráfego compartilhado, as rotatórias podem causar atrasos de deslocamento para os ciclistas. Considerar o efeito de congestionamento de bicicletas, suas causas e seus impactos no NSB em diferentes tipos de interseções podem auxiliar em medidas de melhoria da qualidade de tráfego. Outro aspecto das interseções está relacionado ao raio de curvatura do cruzamento, um indicador considerado relevante, na medida em que: quanto menor o raio, menor a velocidade dos veículos em acessos laterais, e menor a distância a ser percorrida (JENSEN, 2013). Além disso, o raio de giro da rotatória também pode ser utilizado como medida para avaliar conflitos, quanto maior a distância de deslocamento ou acessos à rotatória, mais atenção é requerida do ciclista.

- **Distância de travessia**

A distância de travessia compreende a medida da largura da via cruzada, incluindo as faixas de tráfego e quaisquer tipos de canteiro central (LANDIS *et al.*, 2003). Para outros autores como Steinman e Hines (2004), esse indicador foi ordenado segundo o número de faixas de tráfego a serem cruzadas, baseado em medidas padrão. Quanto maior a distância de travessia, maior a percepção de insegurança no trajeto, caso não haja sinalização para o tráfego seguro de ciclistas. Mesmo com a disponibilização de semáforos para ciclistas, o tempo de passagem adequado é fundamental para uma travessia segura. Vias configuradas com muitas faixas de tráfego dificultam os deslocamentos cicloviários e geram maior sensação de risco, sobretudo, quando é preciso realizar ultrapassagens entre as faixas. Longas travessias aumentam o tempo de cruzamento dos ciclistas além de gerar um maior número de pontos de conflito (KANG; LEE, 2012).

- **Acessos laterais e presença de canteiro central**

Os ciclistas geralmente mantêm-se em deslocamento no bordo direito da via. As interseções com acessos à direita geram um dos conflitos mais comuns e perigosos para o ciclista que busca manter seu deslocamento dianteiro e é deparado com outros veículos



realizando ultrapassagens abruptas e de difícil visibilidade (HARKEY *et al.*, 1998). Do mesmo modo, o acesso à esquerda também é um local crítico, quando não há dispositivos de sinalização e direcionamento de fluxo para auxiliar e evitar sinistros de trânsito. Considerando esses aspectos, alguns autores utilizam o volume de tráfego à direita ou à esquerda como indicadores para avaliar a segurança dos ciclistas (DAVIS, 1987; EPPERSON, 1994; HARKEY *et al.*, 1998; BEURA; BHUYAN, 2018).

Já a presença de canteiros centrais pode beneficiar os ciclistas, na medida em que limita os conflitos de acessos à esquerda ou o direciona de maneira controlada, sem impedir o fluxo viário (STEINMAN; HINES, 2004). Entretanto, é importante que nas interseções os canteiros possuam largura suficiente para garantir a segurança de cruzamentos que necessitem de parada intermediária ou considerando a descida da bicicleta para que o ciclista atravesse na condição de pedestre.

2.3.4 Principais resultados e características dos modelos

Segundo os autores que buscaram verificar o grau de significância estatística dos indicadores em modelos de NSB para segmentos viários, observou-se que a largura da cicloestrutura ou da faixa externa da via foram os principais fatores de influência positiva (TURNER; SHAFER; STEWART, 1997; KANG; LEE, 2012; BEURA; BHUYAN, 2017; CHEN *et al.*, 2017). 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. Os dados ressaltam que a medida mais eficiente para aprimorar a qualidade de serviços das vias trata-se de aumentar a largura efetiva da faixa externa. Isso pode ser feito a partir da ampliação do espaço da faixa de rolamento da direita associada a medidas que garantam a desobstrução do espaço ou com a inclusão de cicloestruturas.

A própria presença de cicloestrutura também foi observado como sendo um indicador de grande influência positiva para segmentos viários (HARKEY *et al.*, 1998; LANDIS; VATTIKUTI; BRANNICK, 1997; JENSEN, 2007); bem como para interseções (HARKEY *et al.*, 1998; LANDIS *et al.*, 2003; JENSEN, 2013). Ou seja, considerando as outras variáveis constantes, uma mudança nos indicadores citados reflete de modo expressivo o valor final do nível de serviço. Elias (2011) comparou uma rua orientada para os carros com uma rua completa, ou seja, com



espaço dedicado para os modos ativos e motorizados. O autor realizou uma avaliação a partir do indicador de largura, utilizando quatro diferentes configurações de faixas de tráfego, para investigar os efeitos em pedestres e ciclistas. Os resultados demonstraram que o NSB é bem aprimorado a partir do uso do espaço viário para a inclusão de cicloestruturas.

Já o indicador com maior influência negativa dentre os modelos verificados, tanto para segmentos quanto para interseções viárias, foi o volume de veículos motorizados (DAVIS, 1995; TURNER; SHAFER; STEWART, 1997; HARKEY *et al.*, 1998; JENSEN, 2013; CHEN *et al.*, 2017; BEURA; BHUYAN, 2018). Essa variável é também a mais utilizada pelo conjunto de autores. 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 gera uma melhoria percentual de 31% na avaliação (LANDIS, 1994). Contudo, modelos que avaliam exclusivamente as condições de ciclovias, segregadas do fluxo motorizado, fazem alusão ao indicador de volume motorizado de forma menos influente (FOSTER *et al.*, 2015).

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). Um reflexo da insegurança que ocorre quando o espaço lateral da via, local comumente usado pelos ciclistas, é prejudicado por ocupações irregulares de veículos estacionados ou vagas com disposição inadequada e sem medidas de proteção diante do fluxo adjacente.

Callister e Lowry (2013) apresentaram ferramentas para auxiliar os pesquisadores a identificar quais variáveis são mais importantes para uma coleta de dados mais aprofundada e aqueles em que estimativas seriam suficientes para as avaliações. Ao considerar uma análise da sensibilidade das variáveis do modelo de TRB (2010), os resultados revelaram que os indicadores de estacionamento na via, volume de tráfego motorizado e de veículos pesados foram os mais sensíveis. Isso quer dizer que uma coleta fidedigna desses dados é importante para não ocorrer desvios nos resultados dos níveis de serviços. Alguns indicadores não críticos a partir da análise de sensibilidade foram a velocidade dos veículos motorizados, as condições do pavimento e o número de faixas de tráfego da via.

As medidas de NSB são geralmente realizadas em vias urbanas arteriais e coletoras, visto que, tipicamente vias locais são mais amigáveis ao uso da bicicleta devido às baixas velocidades e volume de tráfego motorizado. Além disso, algumas publicações trazem



reflexões ou avaliações com relação a outros tipos de território. Os estudos de Sorton e Walsh (1994), Turner, Shafer e Stewart (1997) e Jensen (2007) buscaram desenvolver um método de adequabilidade para os ciclistas, considerando tanto vias urbanas quanto suburbanas ou rurais.

No estudo de Kang e Lee (2012) foram definidos quatro locais para avaliação, diferenciando a cicloestrutura existente segundo a função principal de viagem (de lazer ou não lazer). Os resultados de percepção demonstraram que os ciclistas em vias de lazer estavam mais satisfeitos comparados com a avaliação em vias para fins utilitários. Os autores afirmam que o tipo da função prioritária da via para lazer se reflete na satisfação dos ciclistas, haja vista que a maioria dos investimentos em recursos de manutenção e operação atendem rotas de lazer ou turismo de grande interesse político-econômico. No Brasil, esse fato também se faz presente na maioria das grandes cidades brasileiras, em parte, devido a uma questão cultural da associação da bicicleta com atividades de lazer e esporte. Mas também, devido a interesses particulares de priorização de zonas de maior renda, refletindo uma desigualdade social de investimentos públicos em infraestrutura de mobilidade urbana (BATISTA; LIMA, 2020; VASCONCELLOS, 2014).

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; DIXON, 1996; STEINMAN; HINES, 2004; DOWLING *et al.*, 2008; JENSEN, 2007; 2013; NIKIFORIADIS; BASBAS; GARYFALOU, 2020).

Xie e Spinney (2018) buscam determinar a extensão das diferenças de gênero frente à percepção de segurança pública em termos de transporte por bicicleta. Os resultados da pesquisa demonstraram que a questão de gênero representa um ponto cego em um modelo de nível de serviço avaliado (CLOs). A pesquisa de percepção revelou que as mulheres afirmam não querer pedalar em ambientes considerados inseguros para elas, em contraponto ao que a ferramenta aceita como espaços não críticos para pedalar. As necessidades e percepções das mulheres são pouco consideradas nas ferramentas de avaliação cicloviária, o que contribui para concepções generalistas que usam como padrão o perfil formado por ciclistas homens e com mais experiência de uso da bicicleta. Nesse contexto, conclui-se que o conhecimento



explicitado acerca da segurança pública é importante para todos, mas crítico para grupos específicos, como o das mulheres, evidenciando a importância de se criar rotas seguras para todos.

Alguns autores buscaram retratar os resultados das avaliações através de mapas representativos dos NSB (*e.g.* TURNER; SHAFER; STEWART, 1997; PETRITSCH *et al.*, 2007; CHEN *et al.*, 2017; OKON; MORENO, 2019). O mapa funciona como um painel de auxílio para a escolha de trajetos e a detecção de potenciais rotas cicloviárias, seja para aprimoramentos da infraestrutura, seja para fomento educativo e operacional de uso da bicicleta. Pulugurtha e Imran (2013) realizaram a aplicação do modelo de Steinman e Hines (2004) para examinar a espacialidade entre os NSB em interseções e sua correlação com a localização de sinistros de trânsito em Charlotte, Estados Unidos. Os resultados foram apresentados através de mapas georreferenciados, onde verificou-se que os níveis de serviço pioram na medida em que há uma aproximação do centro urbano da cidade, local gerador de muitas atividades e viagens. Além disso, também se observou que a maioria dos sinistros de colisão ocorriam em interseções com níveis médios de serviço (C ou D) e não em níveis piores (E ou F). Segundo os autores, isso pode ser atribuído a uma maior atenção tomada diante de locais com precariedades mais notáveis da infraestrutura viária.

Sob aspectos de predição do modelo com o objetivo de validar o nível de serviço e sua correspondência com dados de sinistros envolvendo bicicletas, não foram encontrados estudos com grande correlação. Como exemplos, o BSIR (DAVIS, 1987) conseguiu explicar apenas 20% da variação entre acidentes e as rotas avaliadas em estudo de caso. Já Epperson (1994), ao comparar um índice de sinistros com o RCI, explicou apenas 18% da variação na predição. Os resultados avaliados sugerem que existem diferenças no volume de ciclistas e outras características socioespaciais mais complexas e particulares de cada local que influem na ocorrência de sinistros de trânsito. Neste aspecto, é válido dizer que a incorporação de dados e parâmetros confiáveis de quantificação de sinistros envolvendo ciclistas é algo que necessita de aprimoramentos. De modo geral, a própria quantificação de viagens de ciclistas e a qualidade de detecção de sinistros sob mecanismos oficiais ainda é pouco difundida ou regulamentada (KNOX *et al.*, 2023).

O RCI de Epperson (1994), assim como, o BSIR de Davis (1987), possuem críticas referentes à subjetividade de avaliação sobre indicadores relacionados à condição do pavimento e localização da via, variáveis utilizadas com peso alto no modelo, tendendo a diluir



outros indicadores importantes (MONARI; SEGANTINE, 2020). Contudo, o modelo de Davis (1987) é exaltado no meio técnico acadêmico como uma iniciativa relevante de identificação de indicadores importantes para o conforto e segurança dos ciclistas como o volume, velocidade e largura do ambiente de tráfego. E assim, ao servir como instrumento de verificação das condições operacionais ciclovias é considerado um modelo pioneiro do NSB.

Um conjunto abrangente de indicadores é visto como uma potencialidade, métodos com muitas variáveis apresentam a possibilidade de maiores considerações e detalhes. Contudo, pode ser uma desvantagem em certos contextos (como grande parte das cidades brasileiras) em que não há disponibilidade de informações básicas de monitoramento de transporte como pesquisas de origem-destino, contagens de ciclistas, aferições de velocidade etc. Essa falta de dados gera grandes esforços, custo e tempo para levantamentos de dados em campo, tornando muitas vezes a aplicação inviável e limitando pesquisas (PROVIDELO, 2011). Nesse âmbito, alguns critérios práticos para desenvolver uma melhor avaliação ciclovias são: conhecer as características e necessidades do método, incorporar elementos básicos para medida de desempenho, utilizar bancos de dados disponíveis, quando possível.

2.4 Considerações sobre o referencial teórico

2.4.1 Nível de Serviço para Bicicletas no contexto brasileiro

Levando em conta que o referencial teórico sobre NSB desenvolveu-se em contextos fora do Brasil, é importante que haja estudos considerando as características de mobilidade urbana brasileira. Algumas diferenças importantes sobre o contexto da mobilidade urbana no Brasil e em países desenvolvidos trata-se de: particularidades do padrão de cicloestruturas; distinções operacionais de tráfego e aspectos físicos das vias existentes; o alto índice de motorização (com destaque para a presença de motocicletas) e os consequentes sinistros e conflitos de trânsito; além de um sistema ciclovias em expansão muito recente (BRASIL, 2007; ANDRADE *et al.*, 2016; BID; MDR, 2021a).

No decurso da presente revisão da literatura não foram encontradas pesquisas sob o contexto brasileiro relacionadas ao desenvolvimento de modelos de NSB. O único trabalho com notória referência ao Brasil, citado por Okon e Moreno (2019), trata-se de Providelo e Sanches (2011) que por sua vez advém do trabalho de tese de Providelo (2011). Entretanto, algumas iniciativas de medidas de avaliação de desempenho ou adequabilidade ciclovias



podem ser encontradas na literatura brasileira, sem necessariamente estabelecer relações com o conceito de NSB (*e.g.* AMECICLO, 2016; CARDOSO; CAMPOS, 2016; ANDRADE, 2018; BATISTA; LIMA, 2020). Outros trabalhos encontrados em bases diversas trataram da aplicação de modelos internacionais de NSB em cidades brasileiras (MAGALHÃES; CAMPOS; BANDEIRA, 2015; FONSECA *et al.*, 2018; MONARI *et al.*, 2018); ou da revisão da literatura incluindo pesquisas relacionadas com o conceito de NSB (MONARI; SEGANTINE, 2020).

Conforme abordado, no contexto brasileiro, a única pesquisa de referência na criação de um modelo de NSB que condiz com a realidade nacional remete ao trabalho de Providelo (2011). Essa pesquisa teve como objetivo geral desenvolver um modelo de NSB possível de ser utilizado em cidades brasileiras de porte médio. A autora realizou estudos de caso nas cidades paulistas de Rio Claro e São Carlos, no estado de São Paulo. Os procedimentos metodológicos envolveram a condução de um grupo focal para identificação de atributos de influência para o tráfego cicloviário. Além disso, foi realizada uma abordagem de simulação em vídeo e questionário para avaliar a percepção de ciclistas. A partir de análises estatísticas, o indicador de fluxo de veículos motorizados foi tomado como única variável significativa a ser incorporada no instrumento de avaliação de NSB. O referido indicador é definido pela autora como o volume de veículos motorizados dividido pela largura efetiva da via.

Magalhães, Campos e Bandeira (2015) investigaram a influência da topografia no nível de serviço percebido ao longo de uma rota de origem e destino para fins de definição de rotas cicláveis. Em estudo de caso em Montes Claros, no Brasil, verificou-se uma correlação entre a influência de critérios de declividade e as rotas demandadas por ciclistas na cidade, associado também aos níveis de serviço avaliados utilizando o método de Dixon (1996). Os autores ressaltaram a importância do indicador de declividade das vias, sendo esse relevante para o nível de serviço percebido.

O estudo de Fonseca *et al.* (2018) também prevê a aplicação do método de Dixon (1996), dessa vez para avaliar e comparar o NSB de dois eixos viários na cidade de Bauru, no Brasil. Foram avaliadas as características de segurança e conforto considerando a presença de cicloestruturas, os conflitos existentes, as interseções do trajeto, a existência de planos para melhoria do transporte por bicicleta e outras características da via relevantes para os usuários. Os resultados demonstraram que a qualidade do percurso influencia na escolha da rota a ser utilizada pelos ciclistas. Os autores evidenciam a importância do indicador de presença de cicloestrutura, pois além de beneficiar o NSB também atrai novos usuários.



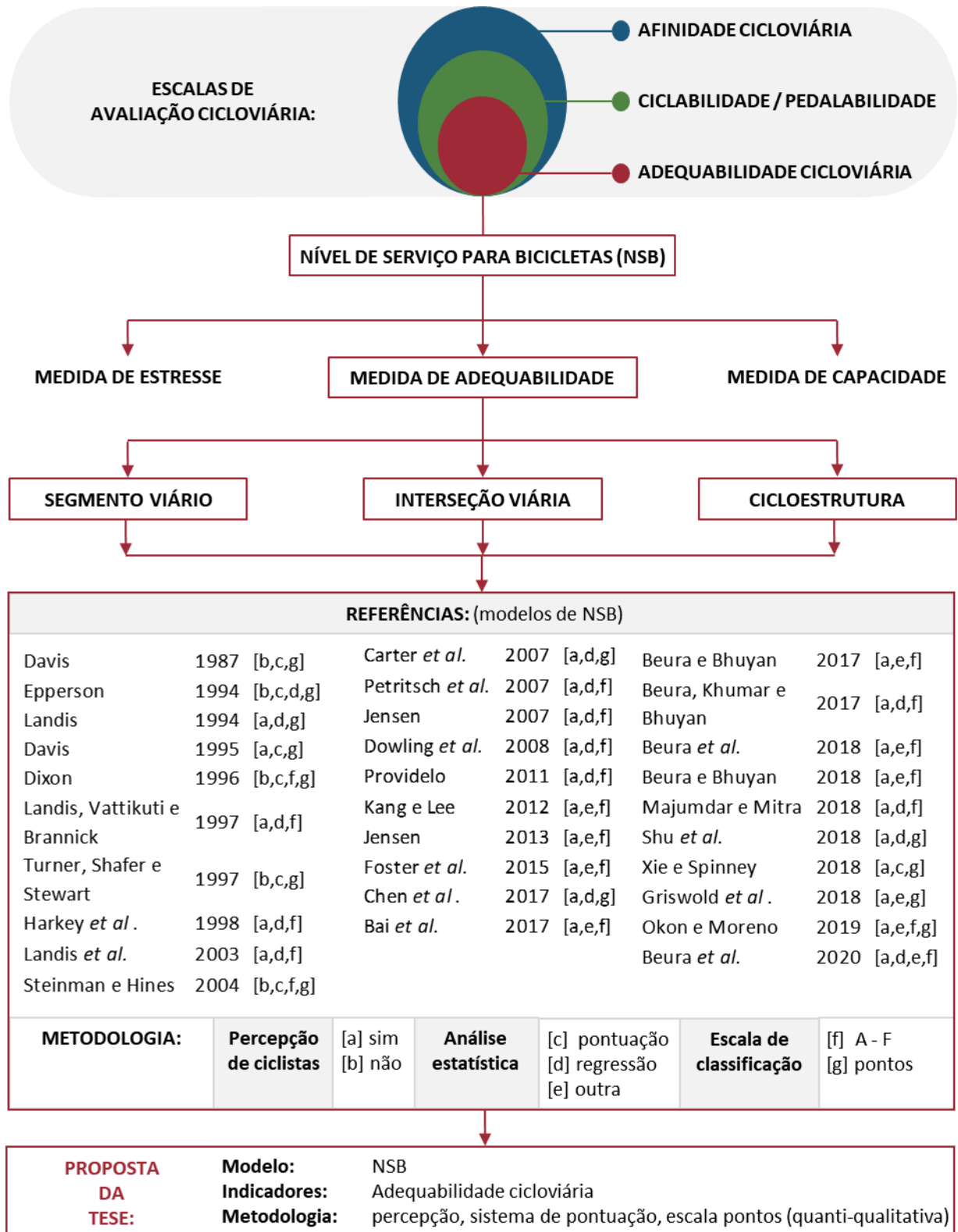
Ao considerar o contexto brasileiro, a utilização de modelos de NSB desenvolvidos em outros países pode não ser condizente com as características nacionais, apresentando dificuldades e restrições de aplicação. O trabalho de Monari e Segantine (2020) teve o objetivo de discorrer sobre a aplicabilidade dos modelos de NSB existentes na literatura para a identificação de rotas cicláveis em cidades brasileiras de pequeno porte. Os autores focaram em estudos de vias compartilhadas entre ciclistas e veículos motorizados. Além disso, também foram apresentados alguns trabalhos que conduziram a aplicação de modelos internacionais em cidades brasileiras, com o intuito de apontar possíveis limitações e potenciais. Os resultados apontaram que não existe um modelo de NSB ideal para ser aplicado às cidades brasileiras de pequeno porte, considerando que existem ao menos uma restrição nas referências estudadas pelos autores. Logo, foi ressaltada a importância da calibração de modelos mais condizentes com o contexto brasileiro, assim como, estudos de caso realizados em cidades brasileiras.

2.4.2 Direcionamentos para a tese

Essa revisão proporcionou um melhor entendimento dos estudos de NSB, destacando suas características, potencialidades e metodologias, como referencial para a construção de um novo modelo de NSB em interseções. Diante da argumentação explorada, conclui-se que um modelo em potencial deve considerar: a detecção de indicadores chave de acordo com o contexto de cada país, da percepção de ciclistas, da viabilidade de coleta de dados e aplicação; um método que seja robusto, mas de fácil compreensão de resultados e aplicação. A Figura 04 apresenta um mapa de literatura da pesquisa, ou seja, um diagrama conceitual organizado a partir de uma síntese visual hierárquica dos conceitos, métodos e principais referências definidores da proposta de tese. Isso serve para expor como a pesquisa se relaciona com a literatura mais ampla sobre a temática. Com essas considerações, o capítulo a seguir apresenta os procedimentos metodológicos deste trabalho.



Figura 04 - Mapa da literatura sobre Nível de Serviço para Bicletas e proposta de tese.



Fonte: Elaboração própria (2023).



3

PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS



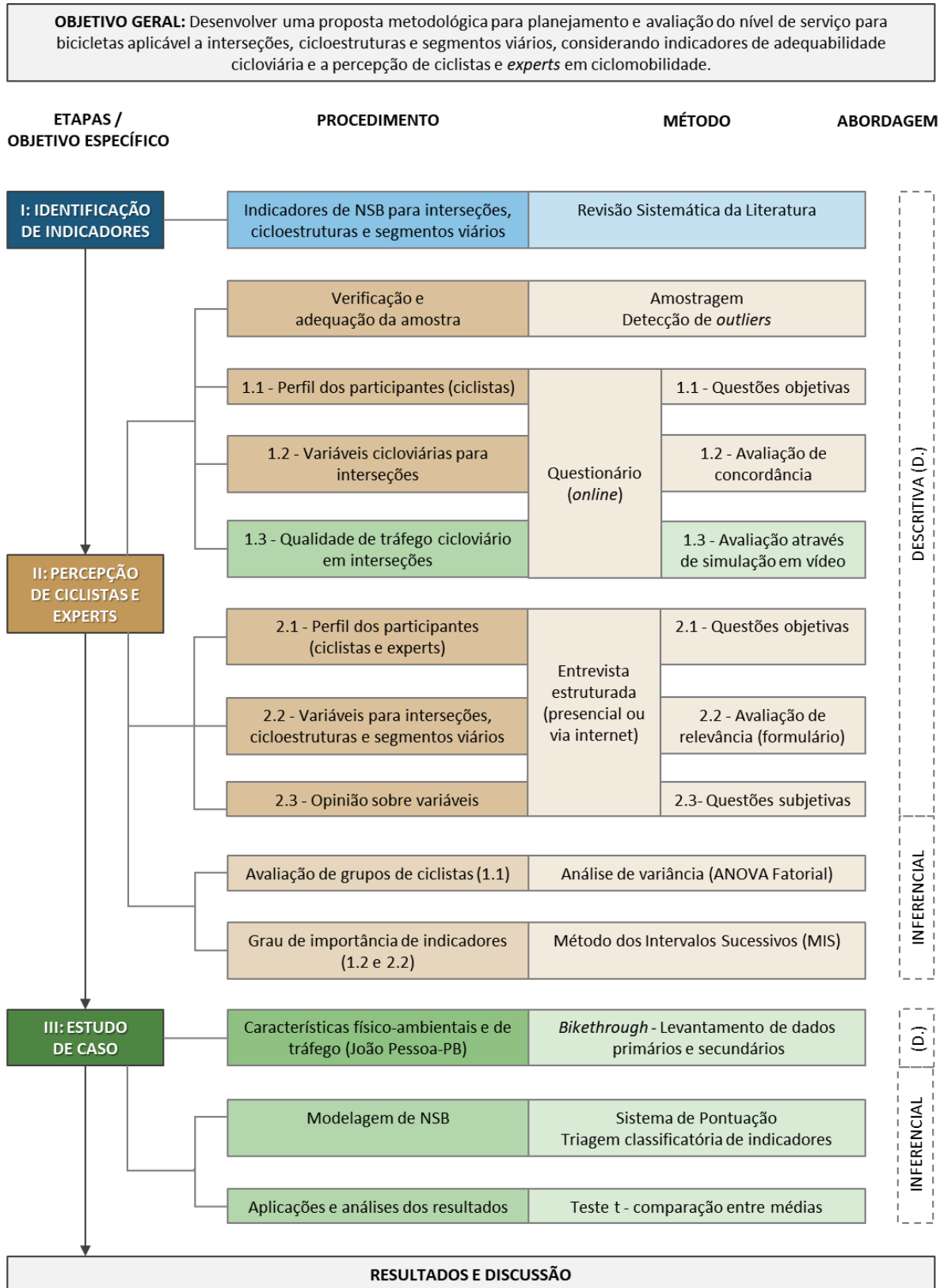
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa tese possui um delineamento de pesquisa com abordagem de métodos mistos (CRESWELL, 2007), com maior tendência quantitativa, mas também explorando aspectos qualitativos. Assim, o pesquisador busca desenvolver o conhecimento, a partir de suposições objetivas e plurais, centrando-se no problema e orientando-se para consequências; efetuando generalizações e elaborando temas sobre os dados. Foram empregadas estratégias de investigação envolvendo a coleta de informações tanto quantitativas, através de levantamentos para identificação de variáveis previsoras, mensurações e análises estatísticas. Como também qualitativas, através da percepção de usuários e experts, estudo de caso com exploração de contextos de deslocamentos de tráfego, observações de campo e interpretação de dados inter-relacionados, possibilitando também o aprofundamento de conceitos explorados no referencial teórico.

Os procedimentos metodológicos da presente tese foram organizados em três grandes etapas de trabalho associadas aos objetivos específicos da pesquisa e denominadas: Etapa I (Identificação de indicadores); II (Percepção de ciclistas e *experts*); e III (Estudo de caso). Cada etapa possui métodos próprios para resumir e representar o amplo conjunto de dados dos resultados alcançados, segundo uma abordagem inicial descritiva. Além disso, para as etapas II e III foram definidos métodos complementares, segundo uma abordagem estatística inferencial. Tais inferências possuem o propósito de obter conclusões com base numa amostra do estudo para proceder com uma modelagem preditiva e estudo de caso. A Figura 05 apresenta, de modo geral, uma síntese dos procedimentos metodológicos. Em seguida, cada etapa é descrita em detalhes. Por se tratar de uma pesquisa que envolve seres humanos, seguiu-se, em todas as suas etapas, o que dispõe a Resolução nº466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Dessa forma, o projeto foi encaminhado para apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal da Paraíba e obteve parecer favorável à execução do projeto de pesquisa (Anexo 01) (número do parecer: 5.376.102).



Figura 05 - Organograma dos procedimentos metodológicos da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria (2023).



3.1 Etapa I: Identificação de indicadores

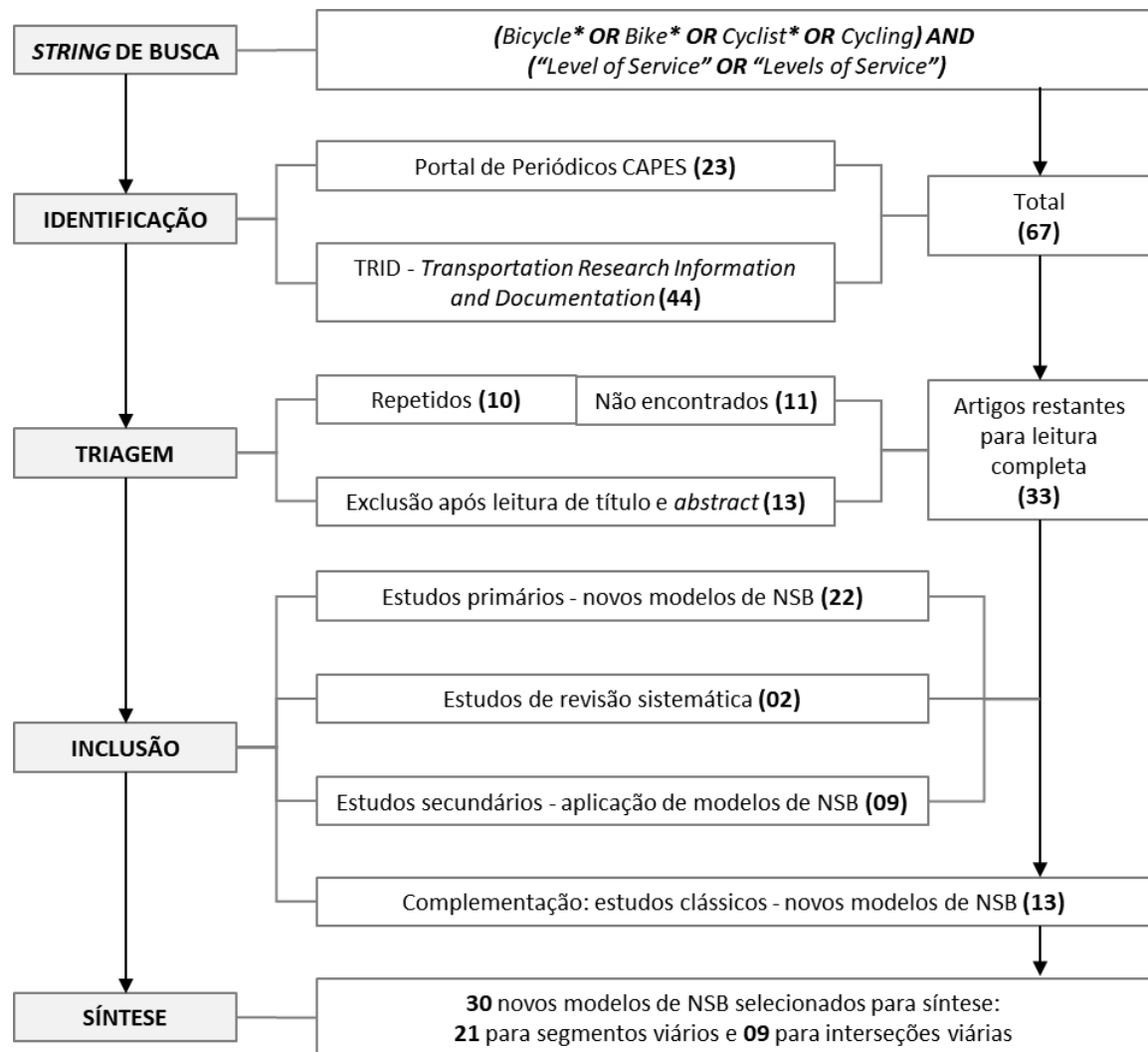
O objetivo específico I do presente trabalho trata da identificação dos principais indicadores que influem no nível de serviço para bicicletas. Para tanto, é proposto um procedimento de revisão sistemática da literatura (MUNN *et al.*, 2018). Primeiramente, buscou-se mapear os conceitos-chave que fundamentam a área de pesquisa sobre avaliação do espaço cicloviário, as principais referências, tipos de evidências disponíveis, fatores relacionados e lacunas de estudo. Com isso, foi possível delinear uma revisão para a sistematização de dados (identificação, seleção, síntese e avaliação), na tentativa de obter respostas sobre a existência e a aplicabilidade de variáveis para a análise cicloviária.

O protocolo (BIOLCHINI *et al.*, 2005) com os detalhes dos procedimentos de sistematização encontra-se no Apêndice A, onde estão descritas características como: as questões de pesquisa, objetivo, bases de periódicos, critérios de inclusão e exclusão, além das estratégias de busca. Em suma, a procura foi feita a partir da definição de palavras-chave e uma respectiva *string* de busca de acordo com o objetivo da pesquisa. Foram utilizadas duas bases de periódicos (Portal de Periódicos CAPES e TRID, *Transportation Research Information and Documentation*) para identificação de artigos científicos. Em seguida, foi realizado um procedimento de triagem com a adoção de critérios de inclusão para a definição dos trabalhos a serem lidos na íntegra.

Finalmente, realizou-se uma síntese dos modelos de NSB e a identificação de seus indicadores, delimitados em 2 grandes categorias: as interseções viárias e os segmentos viários (incluindo os segmentos compartilhados entre automóveis e bicicletas e os segmentos através de cicloestruturas). 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 2020. A Figura 06 apresenta um resumo da revisão sistemática da literatura demonstrando o quantitativo de artigos alcançados. Esses resultados serviram de base tanto para o referencial teórico (Seção 2) quanto para uma síntese e análise de indicadores de NSB em interseções (Seção 4.1).



Figura 06 - Organograma com resumo da revisão sistemática da literatura sobre Nível de Serviço para Bicicletas (NSB).



Fonte: Elaboração própria (2023).

3.2 Etapa II: Percepção de ciclistas e *experts* em ciclomobilidade

A segunda etapa metodológica, referente ao segundo objetivo específico, consiste na realização de procedimentos para detectar e avaliar a percepção de indivíduos acerca de fatores que exercem influência na qualidade de tráfego cicloviário. Os resultados da revisão sistemática da literatura mostraram-se essenciais para a escolha de métodos de abordagem e a elaboração do instrumento de coleta de dados com ciclistas. Além disso, a revisão foi utilizada para detectar os principais indicadores de NSB, os quais serviram como temas para a avaliação de percepção. Essa etapa possui a finalidade de descrever e estudar as



características de determinada população, buscando identificar a existência de relações entre variáveis e níveis de concordância. Assim como, proporcionar maior familiaridade com o problema da tese, o aprimoramento e as descobertas sobre o tema em questão, nesse sentido, aproximando-se de uma pesquisa exploratória (GIL, 2008).

A pesquisa com ciclistas foi realizada a partir de questionários de modo *online*. A escolha pela pesquisa à distância deve-se, em grande parte, a questões de conveniência em decorrência das dificuldades e a necessidade de medidas de afastamento social e segurança sanitária impostas pela pandemia do novo coronavírus (COVID-19) que assolou o país durante o período deste trabalho. Na medida do possível, a pesquisa incorporou uma nova fase de análise de opinião, associada a entrevistas estruturadas com pessoas chave que por sua vez ocorreram de modo *online*, mas também presencial (de modo a ampliar o nível de comentários de opinião sobre as variáveis em estudo). De modo a esclarecer os procedimentos, detalhar-se-á cada instrumento de coleta desenvolvido: “questionário” e “entrevista”.

À princípio, foram realizadas as aplicações de pré-testes para verificar, avaliar e validar a funcionalidade dos instrumentos de pesquisa (GIL, 2008). O pré-teste do questionário foi realizado no final de abril de 2022, com 10 ciclistas de perfis diversos, considerando ao menos 3 respondentes com diferença de gênero, cidade e tempo de uso da bicicleta. Já o pré-teste da entrevista foi realizado no final de maio de 2023, com 3 ciclistas e 3 experts em ciclomobilidade, buscando uma maior validade da ferramenta para mensuração de acordo com os objetivos estabelecidos. Os testes piloto permitiram a detecção de imprecisões, tanto na estrutura quanto nos argumentos utilizados nas questões e a necessidade de ajustes.

3.2.1 O questionário: variáveis de adequabilidade cicloviária para interseções

O questionário teve como finalidade captar a percepção de ciclistas sobre variáveis de adequabilidade cicloviária, com ênfase em interseções. Considerando a lacuna de estudos sobre esse tema em evidência, tal parte da pesquisa possui uma coleta de dados mais aprofundada. Os questionários para preenchimento via internet foram desenvolvidos no aplicativo de gerenciamento de pesquisas *Google Forms*, escolhido pela sua simplicidade, facilidade de uso, gratuidade e número ilimitado de questões. A divulgação da pesquisa se deu através de *link* direto para acesso, compartilhado em grupos de ciclistas, organizações cicloativistas e redes sociais. Além disso, também foi utilizada a estratégia de “bola de neve”,



onde os próprios respondentes são convidados a indicar novos participantes ao compartilhar o *link* da pesquisa.

Segundo Torini *et al.* (2016), algumas das vantagens proporcionadas pelos questionários *online* referem-se: à possibilidade de atingir muitos respondentes, inclusive de vários lugares, com baixo custo; anonimato das respostas; flexibilidade para escolha do momento de resposta; não influência do pesquisador na pesquisa; facilidade para ministrar; economia do tempo de aplicação; menor erro de fluxo de respostas; agilidade na tabulação dos dados; e possibilidade de apresentação de recursos audiovisuais. Por outro lado, algumas das limitações dos questionários *online* referem-se: a exclusão de pessoas analfabetas, com falta de compreensão ou sem acesso à internet; desconfiança acerca de *links*; impessoalidade e o não auxílio direto do pesquisador para sanar eventuais dúvidas; falta de controle das condições do ambiente de resposta; e possibilidade de baixa taxa de resposta).

O questionário (*online*) foi dividido em três partes:

- Parte 01: refere-se a uma pesquisa sobre o perfil social do respondente e aspectos sobre a temática do transporte por bicicleta.
- Parte 02: aborda a percepção dos ciclistas acerca de atributos relacionados com o transporte por bicicleta em interseções viárias.
- Parte 03: trata de uma avaliação da qualidade de serviço ciclovitário em estudo de caso através de interseções sob diferentes configurações e condições de tráfego.

O Apêndice D apresenta as informações completas do questionário, incluindo o termo de consentimento livre e esclarecido, as instruções de resposta, as questões sobre o perfil do participante, a pesquisa de percepção e de simulação em vídeo. Os resultados da coleta de dados foram sistematizados e analisados através de métodos de análise estatística descritiva e inferencial, para tanto, foram utilizados os *softwares Microsoft Excel* e *SPSS*. A seguir, são apresentadas as características das questões levantadas nas três partes da pesquisa de percepção de ciclistas através do questionário.

- **Parte 1 - Perfil dos ciclistas participantes**

Considerando a defasagem de pesquisas de opinião de ciclistas acerca da temática de interseções e o deslocamento ciclovitário no Brasil, a pesquisa buscou atingir dois grupos de localização dos respondentes: o primeiro considerou a população de ciclistas da cidade de João Pessoa-PB onde fora realizado o estudo de caso; já o segundo grupo levou em conta um



público mais abrangente de qualquer região do Brasil, para fins comparativos e de elucidação da temática investigada. Considerou-se também a dificuldade de obter a participação de ciclistas em período de pandemia, mesmo à distância. Assim, o público-alvo da pesquisa foram os ciclistas a partir de 18 anos de idade de qualquer lugar do Brasil que usassem a bicicleta para fins de deslocamento urbano ao menos uma vez por semana. Tais ciclistas foram denominados nesse trabalho como sendo “ciclistas cotidianos”.

O perfil dos ciclistas participantes foi composto por questões sobre gênero, cor/raça, idade, localidade, motivo de uso da bicicleta, frequência e tempo de uso, nível de confiança para pedalar e envolvimento em conflitos de trânsito em interseções. As questões serviram de base para a determinação de diferentes grupos de ciclistas a serem avaliados a partir dos resultados. Considerando o questionário por meio virtual, o perfil social sobre a renda não foi incluído devido à dificuldade de acesso a níveis diversos de renda e à inviabilidade de métodos mais rebuscados para sua estimativa e respostas precisas.

▪ **Parte 2 - Percepção sobre a importância de atributos de interseções viárias**

Para a elucidação e avaliação dos atributos relacionados ao NSB para interseções em contexto brasileiro, foram utilizados os indicadores identificados a partir da revisão sistemática da literatura (dados apresentados nos resultados, Seção 4.1). Esta fase do questionário foi estruturada com base na escala de Likert de acordo com procedimento metodológico adaptado de Providelo e Sanches (2011). A escala de Likert busca avaliar o nível de concordância sobre determinados enunciados, sejam afirmativos ou negativos. Para esta pesquisa foi adotada a escala de cinco níveis, a saber: “discordo totalmente”, “discordo em parte”, “nem discordo, nem concordo”, “concordo em parte”, “concordo totalmente”.

Para a análise dos dados, os graus de concordância ou discordância da escala de Likert foram codificados para valores numéricos. Ou seja, os itens com frases afirmativas receberam os valores de 1 até 5, segundo a ordem crescente de concordância. Já para as frases negativas, os valores foram invertidos, recebendo pontuação de 5 até 1, segundo a mesma ordem crescente de concordância. Além disso, foi adotado o critério de que o conteúdo afirmativo ou negativo das frases fossem distribuídos de modo aleatório, de modo a gerar maior dinamismo e evitar a repetição no preenchimento do questionário em geral. Foram formulados 16 enunciados correlacionados com 16 indicadores em questão para que cada



participante atribuiu suas respostas na escala de Likert. A relação dos enunciados e respectivos indicadores está apresentada nos resultados (Seção 4.2.3).

A partir da sistematização dos resultados descritivos sobre o perfil dos ciclistas da amostra final (após exclusão por *outliers*) e dos níveis de concordância quanto aos indicadores em questão, foram realizados dois procedimentos de análise estatística inferencial: o método de Análise de variância (ANOVA Fatorial) e o Método dos Intervalos Sucessivos (MIS). A ANOVA trata-se de um conjunto de testes para determinar diferenças entre grupos, utilizada para avaliar em que medida três ou mais grupos diferem em relação a uma variável de interesse. No caso, foram utilizados os grupos de ciclistas referente a suas variáveis de perfil, para saber se houve diferença significativamente diferente em suas médias quanto ao nível de concordância para cada um dos indicadores em questão. Em outras palavras, foram realizadas diferentes análises (ANOVA Fatorial) para cada indicador (fator) considerando os dados das variáveis (independentes) dos grupos de interesse. Por exemplo, verificar se houve diferença de respostas quanto à faixa etária dos ciclistas sobre o indicador de volume de veículos motorizados. Para a realização da ANOVA Fatorial foi utilizado o *software* SPSS.

Conforme discutido previamente, esta etapa do estudo analisou a percepção de ciclistas brasileiros em relação aos indicadores de NSB em interseções, utilizando a escala de Likert para medir o grau de concordância com determinadas afirmações. A escala de Likert, sendo de natureza ordinal, atribui uma ordem às respostas relativas a cada variável avaliada, mas não quantifica ou atribui peso sobre a importância relativa de cada indicador. A distância entre as categorias (ou seja, o grau de importância) é desconhecida e geralmente não uniforme. Portanto, faz-se necessário desenvolver um procedimento de conversão dos dados ordinais em uma escala intervalar que possibilite tal avaliação da importância relativa entre os indicadores em questão (PROVIDELO; SANCHES, 2011). Neste estudo, optou-se por utilizar o Método dos Intervalos Sucessivos (MIS) (GUILFORD, 1975). Um método que tem sido aplicado na área de transportes, como evidenciado em estudos anteriores (PROVIDELO; SANCHES, 2011; CORDEIRO, 2017; PIRES, 2020).

O Método dos Intervalos Sucessivos tem como finalidade estabelecer um conjunto de procedimentos destinados a calcular uma pontuação, que representa a média ponderada de determinados indicadores, e posteriormente converter essa pontuação em uma escala que varia de 0 a 1. Essa escala está intrinsecamente ligada à percepção dos usuários sobre o grau de importância dos indicadores analisados. Cada etapa desse método corresponde a uma



equação ou fórmula, que se baseia nos dados de frequência das respostas obtidas para cada categoria da escala de Likert para todos as variáveis em foco.

As etapas ou passo-a-passo para o MIS seguem a seguinte ordem de cálculo para cada categoria: I - determinação da frequência relativa (peso) (Eq. 1); II - frequência acumulada, através do somatório da frequência relativa da categoria atual e antecedente (Eq. 2); III - detecção dos limites superior e inferior (Eq. 3); IV - detecção das ordenadas dos limites superior e inferior (Eq. 4); V - obtenção do valor estimado (Eq. 5); VI - obtenção da distância entre categorias (Eq. 6); VII - obtenção da escala de referência acumulada (Eq. 7); VIII - diferença entre escalas de referência acumulada e valor da categoria (Eq. 8); e, IX - média das categorias convertida em escala 0-1 (Eq. 9), onde 0 significa que o atributo é menos importante e 1 mais importante. O passo a passo para o MIS apresenta-se no Quadro 06.

Quadro 06 - Equações por ordem de aplicação do Método dos Intervalos Sucessivos.

Nº EQUAÇÃO/FÓRMULA	LEGENDA DAS VARIÁVEIS
(1) $p_j = \frac{f_j}{\sum f}$	j : categoria p_j : frequência relativa da categoria; f_j : frequência da categoria; $\sum f$: somatório das frequências de todas as categorias;
(2) $P_j = \sum p_j + p_{j-1}$	P_j : frequência acumulada da categoria, com base na frequência relativa;
(3) =INV.NORMP	=INV.NORMP é a fórmula do <i>software Microsoft Excel</i> para o inverso da distribuição cumulativa normal padrão para P_{j-1} : limite (z) da categoria;
(4) $y_{1j} = \frac{1}{\sqrt{2 * \pi}} * e^{-0,5 * (z_{1j})^2}$ $y_{2j} = \frac{1}{\sqrt{2 * \pi}} * e^{-0,5 * (z_{2j})^2}$	y_{1j} : ordenada do limite inferior da categoria; y_{2j} : ordenada do limite superior da categoria; z_{1j} : limite inferior da categoria; z_{2j} : limite superior da categoria; π : número Pi $\cong 3,14$; e : número de Euler $\cong 2,71$;
(5) $x_j = \frac{y_{1j} - y_{2j}}{p_j}$	x_j : valor estimado para a categoria;
(6) $d_{j,j+1} = x_{j+1} - x_j$	$d_{j,j+1}$: distância entre as categorias; x_{j+1} : valor da categoria subsequente ($j + 1$);
(7) $ERAC_j = média_j + média_{j+1}$	$ERAC_j$: escala de referência acumulada; $média_j$: média dos atributos de $d_{j,j+1}$ (coluna).
	(continua)



$$(8) \text{ Decer} = ERACj - xj$$

Decer: distância entre a escala de categoria e a escala de referência;

$$(9) m'j = \frac{mj - \min(m)}{\max(m) - \min(m)}$$

$m'j$: resultado em **ESCALA 0-1**;

mj : média da categoria (j).

$\min(m)$: menor média entre todos os valores de mj ;

$\max(m)$: maior média entre todos os valores de mj .

Fonte: Elaboração própria (2023).

▪ Parte 3 - Percepção sobre a qualidade de serviço de interseções viárias

Os ciclistas são as pessoas mais vulneráveis em vias compartilhadas com veículos motorizados e são afetadas por uma variedade de estímulos diante desse ambiente de tráfego. Por essa razão, as pesquisas com esses usuários requerem muito cuidado quando realizadas em campo. Com base nas vantagens e desvantagens dos métodos para abordagem de ciclistas em estudos de avaliação cicloviária (Seção 2.2.6), foi adotado o método de simulação em vídeo para avaliar a percepção de qualidade de serviço de interseções viárias e suas adjacências. Tal procedimento serve para que os participantes possam averiguar, através de vídeos curtos, determinadas características de infraestrutura e de tráfego que influem na percepção geral de segurança e conforto para diferentes configurações de interseções.

De acordo com Dowling *et al.* (2008), o estudo de simulação em vídeo é o melhor método para pesquisa de modelagem de NSB, considerando: o relativo baixo custo; a habilidade de controlar o ambiente de exposição do ciclista, o que permite expor variadas situações de tráfego e características viárias para análise; a eliminação de riscos de exposição dos participantes em situações de campo; e a possibilidade de envolver pessoas de diferentes lugares para avaliar as mesmas cenas e variedade de situações. Tais vantagens serviram como critérios para a escolha de aplicação do método de simulação em vídeo no presente trabalho. Além disso, ressalta-se que esse método é o mais utilizado entre os autores que tratam de avaliar a percepção da qualidade de serviço cicloviário.

Para a filmagem foi utilizado um dispositivo para acoplar a câmera no guidão da bicicleta. As cenas propostas em vídeo buscam refletir um ciclista em movimento, percorrendo determinadas interseções viárias e adjacências, de modo a aproximar-se o máximo possível da visão de uma situação real. Alguns indicadores são mais facilmente perceptíveis em vídeo como o volume de tráfego e a presença de cicloestrutura. Porém,



outros aspectos viários são de difícil visualização, como as condições do pavimento e a largura das faixas de rolamento. Os vídeos não buscaram suprir a avaliação da completude de indicadores possíveis, mas sim os mais notáveis a partir de uma visão/nota geral por parte dos interlocutores. Considerando essa desvantagem, a segunda parte do questionário de percepção apresentado anteriormente explora a análise de outras variáveis, de modo a compensar a dificuldade de percepção de alguns indicadores como os citados neste parágrafo.

A produção dos vídeos para a pesquisa de percepção consistiu nos procedimentos de filmagem e edição para gerar videoclipes representativos de cada local. A filmagem foi conduzida por 15 minutos em cada local. Uma vez finalizada a filmagem foi realizado um levantamento de aspectos passíveis de identificação em vídeo como a presença de volume de tráfego para detectar cenas caracterizantes de acordo com cada contexto de tráfego. Um intervalo de 20 a 30 segundos para cada videoclipe foi determinado como adequado para a avaliação (*e.g.* CHEN *et al.*, 2017; GRISWOLD *et al.*, 2018; SHU *et al.*, 2018), buscando-se representar o melhor possível a situação de tráfego proposta para avaliação. Os videoclipes não contêm ciclistas por duas razões: não é factível que haja a presença de ciclistas para todos os vídeos, entre locais e indicadores almejados; e o mais importante, a avaliação do participante deve ser interpretada segundo as opiniões do próprio e não deve ser influenciada por ciclistas desconhecidos e de diferentes perfis e comportamentos pedalando no vídeo (HARKEY *et al.*, 1998).

A etapa final do questionário de percepção com ciclista apresenta as questões para avaliação do estudo de caso. Para melhor entendimento do respondente, foram inseridas ilustrações complementares ao videoclipe apresentando as interseções em perspectiva. Para proceder com a avaliação do questionário foi estabelecida uma escala de seis níveis variando de 1 (excelentes condições para pedalar) até 6 (péssimas condições para pedalar). Os videoclipes foram apresentados em modo aleatório, de modo a não exibir em sequência lugares com características semelhantes.

3.2.2 Entrevista: variáveis conjuntas de adequabilidade ciclovária

O estudo da mobilidade por bicicleta, enquanto fenômeno social, pode ser analisado através de métodos tanto quantitativos, quanto qualitativos. A entrevista é uma das principais técnicas de coleta e construção de dados nas ciências sociais e serve para fins tanto qualitativos, quanto quantitativos, a depender do grau de estruturação. Para esta pesquisa, a



entrevista foi planejada de modo estruturado, sob uso de roteiro e perguntas definidas, mas abrindo espaço para outras abertas e adaptáveis. Desse modo, buscou-se respostas padronizadas (a partir de formulário, sob instruções do pesquisador), mas também foi permitido a espontaneidade da fala do respondente, para fins de elucidação e complementos sobre as variáveis estudadas.

A entrevista tem como vantagens: a versatilidade, a preparação relativamente rápida, os temas moldados ao interesse do pesquisador e possivelmente adequados no momento da abordagem. A profundidade ou superficialidade das informações pode variar de acordo com os respondentes, de modo que isso pode ser tanto, uma vantagem, como desvantagem para a entrevista, respectivamente. Como desvantagens, cita-se: a repetição, por parte dos respondentes, daquilo que é socialmente aceito ou que venha a satisfazer o entrevistador; em se tratando de pessoas chave, pode apresentar dificuldades para sua realização, disponibilidade de tempo, ou até para encontrar o público-alvo; limitações quanto à memória do participante (TORINI *et al.*, 2016).

Para além do arcabouço aprofundado sobre as interseções, buscou-se também uma complementaridade através de uma abordagem analítica não só de indicadores de adequabilidade cicloviária para interseções, como também, para segmentos viários e cicloestruturas. Tal abordagem foi realizada com ênfase na percepção de pessoas chave para a investigação, ciclistas cotidianos e *experts* em ciclomobilidade. Para tanto, considerou-se a realização de entrevistas estruturadas de caráter elucidativo sobre a opinião dos participantes quanto ao objeto de estudo tratado. A coleta de dados foi realizada através de contato direto com cada participante, seja de modo presencial (com roteiro e formulário estruturado), seja de modo à distância (por internet, de forma síncrona, via formulário do *Google Forms* em associação com aplicativos de mensagens instantâneas e de voz).

A entrevista foi dividida em três fases:

- Fase 01: refere-se ao perfil dos grupos participantes.
- Fase 02: aborda a percepção (comparativa e complementar) de dois grupos em evidência, um de ciclistas com experiência no uso cotidiano da bicicleta para fins utilitários; e outro de *experts* em ciclomobilidade (incluindo cicloativistas, especialistas e profissionais sob níveis diversos, com experiência em pesquisa e/ou planejamento cicloviário). A percepção desse público-alvo tratou da relevância de indicadores de adequabilidade cicloviária em interseções, cicloestruturas e segmentos viários, de modo conjunto.



- Fase 03: trata da opinião mais aprofundada sobre as variáveis constantes na Fase 02, de modo a obter comentários, sugestões, exemplos e outras informações complementares.

O Apêndice E apresenta as informações completas da entrevista, incluindo o termo de consentimento livre e esclarecido, as instruções de resposta, as questões sobre o perfil do participante, a pesquisa de percepção e o roteiro com as perguntas de auxílio para a entrevista. Os resultados da coleta de dados foram sistematizados e analisados através de métodos de análise estatística descritiva e inferencial, para tanto, foram utilizados os *softwares Microsoft Excel* e *SPSS*. A seguir, são apresentadas as características informações levantadas nas três fases desta pesquisa.

▪ Fase 1 - Perfil dos grupos participantes

Conforme abordado, as entrevistas consideraram dois grupos em foco: os *experts* em ciclomobilidade (incluindo especialistas, técnicos, pesquisadores ou cicloativistas que detivessem conhecimento teórico e/ou prático em pesquisas e/ou planejamento/gestão sobre transporte por bicicleta; e outros grupo, o de pessoas que usam a bicicleta para fins utilitários e cotidiano, sem necessariamente deter conhecimento sobre planejamento cicloviário. Isso foi pensado de modo a obter dados comparativos/complementares frente ao grupo de *experts*. Inicialmente, foram coletadas informações sobre o gênero, cor/raça, cidade/estado, nível de experiência com o uso da bicicleta (para ambos os grupos) e instituição/empresa/organização a qual pertence e perfil de conhecimento em ciclomobilidade (especificamente para o grupo de *experts* em ciclomobilidade).

▪ Fase 2 - Percepção sobre a relevância de indicadores de adequabilidade cicloviária

Essa fase teve como finalidade identificar o grau de relevância dos principais indicadores de adequabilidade cicloviária, em outras palavras, obter a percepção do público-alvo sobre o nível de importância dos atributos de segurança/conforto viário para o transporte por bicicleta. O produto dessa fase da pesquisa serviria de base para a construção dos instrumentos de avaliação cicloviária, previstos no objetivo da tese. Para tanto, optou-se por apresentar um formulário para os participantes responderem, sendo o pesquisador o instrutor direto da investigação para a determinação do grau de relevância para diferentes atributos viários.



Buscou-se uma abordagem através dos principais indicadores encontrados na revisão sistemática da literatura, contemplando um conjunto de variáveis para interseções, segmentos compartilhados e cicloestruturas. Assim, buscou-se obter uma classificação de dados capaz de delimitar um grau de relevância para os índices de avaliação a serem propostos. Para isto, foi necessário estabelecer uma escala de respostas para preenchimento através do formulário. Foi criada uma escala de Likert de 11 níveis, variando de 0 a 10 em nível de relevância, os quais corresponderam a: 0 Nenhuma (relevância), 1 Baixíssima, 2 Baixa, 3 Superficial, 4 Moderada (leve), 5 Moderada (regular), 6 Moderada (notável), 7 Acentuada, 8 Alta, 9 Altíssima e 10 Absoluta (relevância). Posteriormente, os dados foram sistematizados e, novamente, utilizou-se o Método dos Intervalos Sucessivos de modo padronizado para a determinação do grau de importância das variáveis a partir das respostas dos participantes.

▪ Fase 3 - Percepção sobre o planejamento através de indicadores ciclovitários

A última fase da entrevista consistiu em um momento de conversa com os participantes, a partir de perguntas auxiliares acerca do planejamento ciclovitário e a importância dos indicadores de adequabilidade para o transporte por bicicleta avaliados na fase 2. A entrevista teve como objetivo recolher opiniões e experiências, de maneira a captar aspectos pouco ou não explorados, destacar elementos considerados de maior importância, o impacto dos temas tratados a partir dos indicadores no uso cotidiano da bicicleta, além de considerações sobre o planejamento ciclovitário.

Durante a entrevista atos verbais orais (gravados) ou em áudio/escrita (para os casos à distância) foram considerados para transcrição e coleta de dados. A análise do conteúdo foi realizada através do *software Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires* (IRAMUTEQ). Esse programa analisa os elementos dos discursos de cada participante e possibilita informações sobre as relações entre os mundos lexicais mais enunciados durante a pesquisa (CAMARGO; JUSTO, 2013). Além das estatísticas básicas de texto como a quantidade de palavras e segmentos de textos, uma análise textual através de uma nuvem de palavras, a qual possibilita agrupar e organizar graficamente as palavras em função de sua relevância; desse modo, buscou-se identificar indicações de proximidade entre os assuntos evocados pelos participantes, através de sua ocorrência entre as palavras e as perguntas auxiliares.



3.2.3 A amostra de dados

Os parâmetros de validade estatística são influenciados pelo tamanho de uma amostra coletada. “Quanto maior a amostra, maior a probabilidade de ela refletir a população inteira” (FIELD, 2009, p. 33). Contudo, a depender do público-alvo a ser estudado, é difícil e inviável coletar dados para grandes amostras, como ocorre para o caso de ciclistas e mais especificamente, *experts* em ciclomobilidade. Para as entrevistas buscou-se cobrir, na medida do possível, a heterogeneidade do perfil e de experiências pertinentes à pesquisa. Além disso, considerou-se como limite do número de respondentes, o nível de repetição das evidências obtidas, mas também, destaca-se as limitações devido a abrangência (duração) da entrevista e a dificuldade de encontrar disponibilidade do público-alvo em específico (*experts* em ciclomobilidade). Os resultados foram apresentados na Seção 4.2.6.

A fim de coletar dados através de um questionário, existem diferentes fórmulas para estimar um tamanho de amostra adequado para uma melhor precisão estatística ou diferentes finalidades de pesquisa. Considerando o objetivo de desenvolver um modelo de avaliação, com base em análise estatística de variáveis preditoras, foi adotada a regra geral de Tabachnick e Fidell (2019) (Equação 10) para a amostragem a ser realizada.

$$T.A. = 50 + 8k \quad (10)$$

Onde: T.A. = Tamanho Amostral

k = número de variáveis

Para verificar a adequação do tamanho amostral da coleta de dados realizada, optou-se por utilizar as fórmulas das Equações 11 e 12 (RICHARDSON; AMPT; MEYBURG, 1995) para cada uma das variáveis avaliadas, como forma de deferir uma maior validação dos resultados. Para tanto, considerou-se a variância dos indicadores de interesse, uma margem de erro de 5,00% e um intervalo de confiança de 95% como parâmetros ideais.

$$n = \frac{\sigma^2}{SE(média)^2} \quad (11)$$

$$SE(média) = \frac{margem_de_erro_absoluta}{z} \quad (12)$$

Onde: n = tamanho da amostra;

σ = desvio padrão da variável para a população;

SE(média) = erro padrão aceitável para a média;



z = parâmetro estatístico relacionado ao nível de precisão desejado (para 95% de precisão, $z = 1,96$).

Considerando a aplicação do questionário e a verificação da adequação de sua amostra, foi realizado um procedimento de verificação de valores muito diferentes ou atípicos (*outliers*) de respostas dadas pelos participantes. Essa verificação é importante para reduzir tendenciosidades discrepantes nos dados (FIELD, 2009). A detecção dos *outliers* partiu da verificação da média e desvio padrão para todos os indicadores avaliados. Uma distribuição normal possui probabilidades reconhecidas, onde: 68,26% dos valores de resposta ficam entre os limites definidos como média mais ou menos um desvio padrão; 95,46% dos valores ficam entre a média mais ou menos dois desvios padrão; e 99,73% dos valores ficam entre a média mais ou menos três desvios padrão.

A faixa entre média mais ou menos dois desvios padrão foi definida nesse trabalho como limite para os valores considerados dentro do padrão de normalidade. Assim, todos os valores que ficaram além dessa faixa foram identificados como *outliers*. A partir disso, foi realizada uma verificação geral do banco de dados através do *software Microsoft Excel*. Adotou-se o seguinte critério de exclusão: os participantes que registrassem quatro ou mais respostas consideradas *outliers* seriam removidos da pesquisa. O quantitativo da verificação e adequação amostral foram apresentados nos resultados (Seção 4.2.1).

3.3 Etapa III: Estudo de Caso

O estudo de caso foi realizado na cidade de João Pessoa, capital do estado da Paraíba no Brasil, a qual possui uma população estimada de 833.932 pessoas (IBGE, 2022). A cidade foi escolhida por apresentar características de tráfego cicloviário e problemática de transportes comum a outras capitais e cidades de médio/grande porte do Brasil (CÉSAR, 2014; PASSOS *et al.*, 2012). Além disso, ponderou-se a viabilidade técnica e financeira, bem como, estudos prévios e a disponibilidade do pesquisador (residente em João Pessoa) para o levantamento de dados primários e secundários para o estudo de caso. Para a escolha das unidades de análise, propriamente ditas, buscou-se uma seleção de diferentes tipos e configurações viárias associados aos indicadores identificados a partir da revisão sistemática e que viriam a compor os modelos de avaliação, conforme objetivos propostos.



Como critérios de seleção, o território para avaliação deveria abranger cicloestruturas existentes (como ciclovias e ciclofaixas), interseções e segmentos compartilhados entre veículos motorizados e bicicletas em área atrativa/geradora de viagens e acentuada conectividade entre bairros e macrozonas de tráfego da cidade. Além disso, buscou-se fazer uma avaliação a partir de uma representatividade de trânsito em horário de pico de viagens (período crítico para o planejamento de transportes). Os trabalhos de Batista (2019) e PMJP (2020) serviram como estudos secundários (mais notáveis, além de outros) para verificar as características prévias de tráfego cicloviário na cidade. Tanto para o mapeamento da malha cicloviária e seus elementos (BATISTA, 2019), quanto para verificar os fatores inter-relacionados de mobilidade urbana em geral, a partir de pesquisa de origem e destino e análises complementares do diagnóstico do Plano de Mobilidade da cidade (PMJP, 2020).

Nesse contexto, buscou-se realizar o estudo de caso a partir de um recorte territorial representativo em termos dos critérios abordados, adotando como centralidade de nível municipal o polo gerador de viagem de referência, o campus da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e suas conexões viárias com os bairros vizinhos e cicloestruturas existentes na cidade. Como critério delimitador, considerou-se a localização estratégica da UFPB, a qual faz parte da macrozona de tráfego Centro/Sul da cidade, a mais centralizada do território municipal (PMJP, 2013).

Como forma de explorar o contexto urbano de João Pessoa e seu potencial para a construção, a aplicação e a análise de qualidade cicloviária proposta, optou-se por apresentar os resultados através de uma abordagem multiescalar. Inicialmente, partindo da malha urbana cicloviária para uma análise mais abrangente, com base na adequabilidade de cicloestruturas existentes. Em seguida, avaliando segmentos viários compartilhados, buscando tratar da zona de tráfego em questão: as rotas circundantes à UFPB, abrangendo territórios dos bairros de conexão vizinhos: Castelo Branco, Bancários, Torre e Miramar. Por fim, buscando apresentar pontos críticos e representativos através da análise da qualidade cicloviária de interseções chave frente à problemática do território em questão.

Os procedimentos metodológicos para o estudo de caso foram decompostos em três momentos: (I) o desenvolvimento do modelo de avaliação, (II) o levantamento de dados e aplicação do modelo e (III) a análise do modelo e comparações com a avaliação de percepção.



3.3.1 Desenvolvimento do modelo de NSB para interseções, cicloestruturas e segmentos viários

Para a modelagem do nível de serviço para bicicletas foi escolhido o Sistema de Pontuação como abordagem metodológica que vem sendo desenvolvida através de diferentes modelos de NSB, desde clássicos (*e.g.* DAVIS, 1987; EPPERSON, 1994; DIXON, 1996; TURNER *et al.*, 1997) até outros mais recentes (*e.g.* XIE; SPINNEY, 2018; GRISWOLD *et al.*, 2018). Partindo dessa definição, buscou-se um tipo de sistema de pontuação com valores de grandeza mais facilmente aplicáveis e compreensíveis, com base na literatura e experiências desenvolvidas no próprio contexto brasileiro. Desse modo, o sistema de pontuação do Índice de Caminhabilidade (ITDP, 2018), elaborado pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP), foi adotado para o presente trabalho.

O sistema de pontuação do ITDP (2018) possui relevância, na medida em que foi formulado com base em amplo referencial técnico-científico, ajustado em eventos periódicos e considerado por diversos públicos (com abrangência nacional), como técnicos e gestores municipais, acadêmicos e organizações da sociedade civil. Tal método já foi incorporado em outras pesquisas (ANDRADE, 2018; BATISTA; LIMA, 2020), onde realizou-se uma adaptação para a avaliação específica de cicloestruturas. A atual proposta consiste não só em incorporar as medidas de pontuação, como também, de modo propositivo, incorporar outras unidades de análise (como interseções e segmentos compartilhados), novas categorias e indicadores cicloviários definidos criteriosamente a partir da revisão sistemática da literatura e da percepção de ciclistas e *experts*.

Os principais critérios para a escolha de tal abordagem foram: maior facilidade de aplicação, de compreensão de resultados e de integração a processos projetuais; menor consumo de tempo; e flexibilidade de ajuste do modelo para diferentes contextos (ASADI-SHEKARI; MOEINADDINI; SHAH, 2013). Tais critérios apresentam-se como vantagens, comparado às modelagens mais usuais da literatura que ocorrem através de abordagens estatísticas de regressão, as quais se mostram mais complexas para replicabilidade. É notório que a complexidade de modelagem, de operação e de análise do método de avaliação são fatores importantes para a sua viabilidade de execução. A desvantagem de um sistema de pontuação, referente a arbitrariedade de seleção dos indicadores, foi tratada neste trabalho

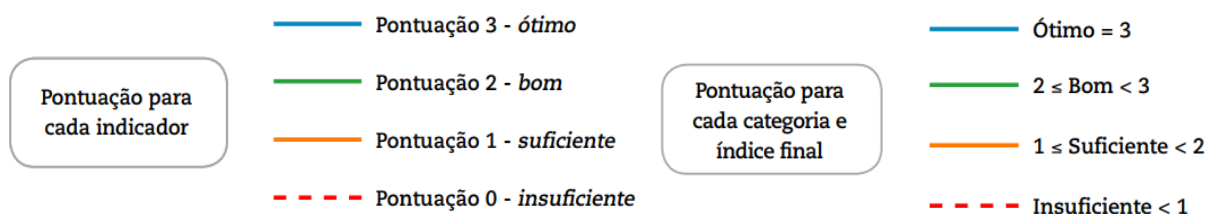


através da análise de significância dos indicadores através do Método dos Intervalos Sucessivos para uma melhor apuração.

Diante dessa conjuntura de definição metodológica, o método proposto de NSB foi denominado de **QualiCicloS**: Índice de Qualidade Cicloviária para Interseções, Cicloestruturas e Segmentos compartilhados. O próprio título define as unidades de análise incorporadas no índice, ou seja, a Interseção (como pontos de cruzamentos e rotatórias), a Cicloestrutura (como eixos de ciclovias e ciclofaixas) e o Segmento compartilhado (eixos viários entre interseções, com tráfego de veículos motorizados e bicicletas). Tal escolha de unidades de análise reflete a complementaridade dos espaços viários passíveis de serem experienciados através do ato de pedalar nas vias públicas urbanas.

Em síntese, o QualiCiclos consiste em uma avaliação quanti-qualitativa das condicionantes mais relevantes de adequabilidade cicloviária. Assim sendo, o índice é representado através de uma escala quantitativa que varia de 0 (zero) a 3 (três), que por sua vez, está associada a uma escala qualitativa que varia de (insuficiente) a (ótimo). Outro aspecto referente ao índice, diz respeito a ponderação associada às diferenças de extensão entre determinados eixos cicloviários, para cicloestruturas e segmentos compartilhados. Ou seja, o cálculo da pontuação considera que os eixos de maior extensão viária possuem maior peso na composição de medidas do conjunto de espaços avaliados. Para tanto, calcula-se o valor de proporção que cada eixo representará na extensão total dos eixos avaliados. A seguir apresenta-se a escala de pontuação adotada (Figura 07) e as etapas de mensuração adaptadas (Quadro 07).

Figura 07 - Sistema de Pontuação adotado para o QualiCiclos.



Fonte: ITDP (2018).

**Quadro 07** - Etapas definidas para o cálculo da pontuação do QualiCiclos.

ETAPAS PARA PONTUAÇÃO DO QUALICICLOS
ETAPA 1 – PONTUAÇÃO INICIAL:
<ul style="list-style-type: none"> Atribuir nota de 0 a 3, para cada indicador diante de todos os pontos (interseções) ou eixos cicloviários (cicloestruturas e segmentos compartilhados) em análise.
ETAPA 2 – PONTUAÇÃO DOS INDICADORES PONDERADA PELA EXTENSÃO:
<ul style="list-style-type: none"> Dividir a extensão de cada eixo (apenas para cicloestruturas e segmentos compartilhados) pela soma total das extensões dos eixos analisados (para cada unidade de análise) e multiplicar por 100, para obter o percentual da extensão de cada eixo cicloviário em relação à extensão total. Multiplicar o percentual da extensão do eixo pela pontuação inicial que foi atribuída ao eixo, para cada indicador. O resultado final do indicador é obtido por meio da soma das pontuações ponderadas de cada eixo cicloviário, divididas por 100. $Pi1 = \frac{(e1 * 100)}{\sum (e1; e2; e3; \dots)} * i1 \quad RI1 = \frac{\sum (Pi1; Pi2; \dots)}{100} \quad \text{onde:}$ <ul style="list-style-type: none"> Pi1 = pontuação ponderada do eixo cicloviário para cada indicador. e1; e2; e3; ... = extensão de cada eixo cicloviário. i1 = pontuação atribuída ao eixo para cada indicador (0-1-2-3). RI1 = resultado final de cada indicador. <ul style="list-style-type: none"> Observação: para o conjunto de pontos de interseção, a pontuação dos indicadores não é ponderada pela extensão. É representada através da média aritmética das notas atribuídas para cada indicador, a partir dos pontos avaliados.
ETAPA 3 – PONTUAÇÃO FINAL PARA CADA CATEGORIA:
<ul style="list-style-type: none"> Elencar os indicadores que compõem a categoria que receberá a pontuação final. Para cada eixo cicloviário, calcular a média aritmética entre as pontuações dos indicadores ponderadas pela extensão, para obter a pontuação ponderada do eixo cicloviário para cada categoria. O resultado final da categoria é obtido por meio da soma das pontuações ponderadas de cada eixo cicloviário, divididas por 100. $Ci1 = \frac{(Pi1; Pi2; \dots)}{ni} \quad RC1 = \frac{\sum (Ci1; Ci2; \dots)}{100} \quad \text{onde:}$ <ul style="list-style-type: none"> Ci1; Ci2; ... = pontuação ponderada do eixo cicloviário para cada categoria. Pi1; Pi2; ... = pontuação ponderada do eixo cicloviário para cada indicador. ni = número de indicadores pertencentes à categoria. RC1 = resultado final de cada categoria. <ul style="list-style-type: none"> Observação: para o conjunto de pontos de interseção, a pontuação das categorias é representada através da média aritmética das notas atribuídas para cada categoria, a partir dos pontos avaliados
(continua)



ETAPA 4 – PONTUAÇÃO FINAL DO QUALICICLOS:

- O resultado final do QualiCiclos é obtido pela média aritmética simples do resultado final das categorias avaliadas.

$$RI = \frac{\sum (RC1; RC2; \dots)}{nc}$$

- onde:

RI = resultado final do QualiCiclos.

RC1; RC2; ... = resultado final de cada categoria.

nc = número de categorias pertencentes ao QualiCiclos.

Fonte: Elaboração própria (2023) com base em ITDP (2018).

O processo de definição das variáveis do QualiCiclos foi resultante das etapas prévias: (I) identificação de indicadores (através da revisão sistemática da literatura); e (II) percepção de ciclistas e *experts* (através dos instrumentos de coleta de dados). A identificação a partir da etapa (I) forneceu uma base total de 40 tipos de indicadores diferentes, para avaliações, tanto de interseções, quanto de segmentos viários (inclusive cicloestruturas e segmentos compartilhados). Dentre os indicadores identificados na literatura, 25 foram objetos de opinião por parte dos ciclistas e *experts*. A delimitação foi feita sobre o critério de maior aplicabilidade perante os modelos de avaliação existentes. Nesse momento, os indicadores foram agrupados em 4 categorias temáticas, definidas com base na revisão da literatura e afinidade entre as variáveis.

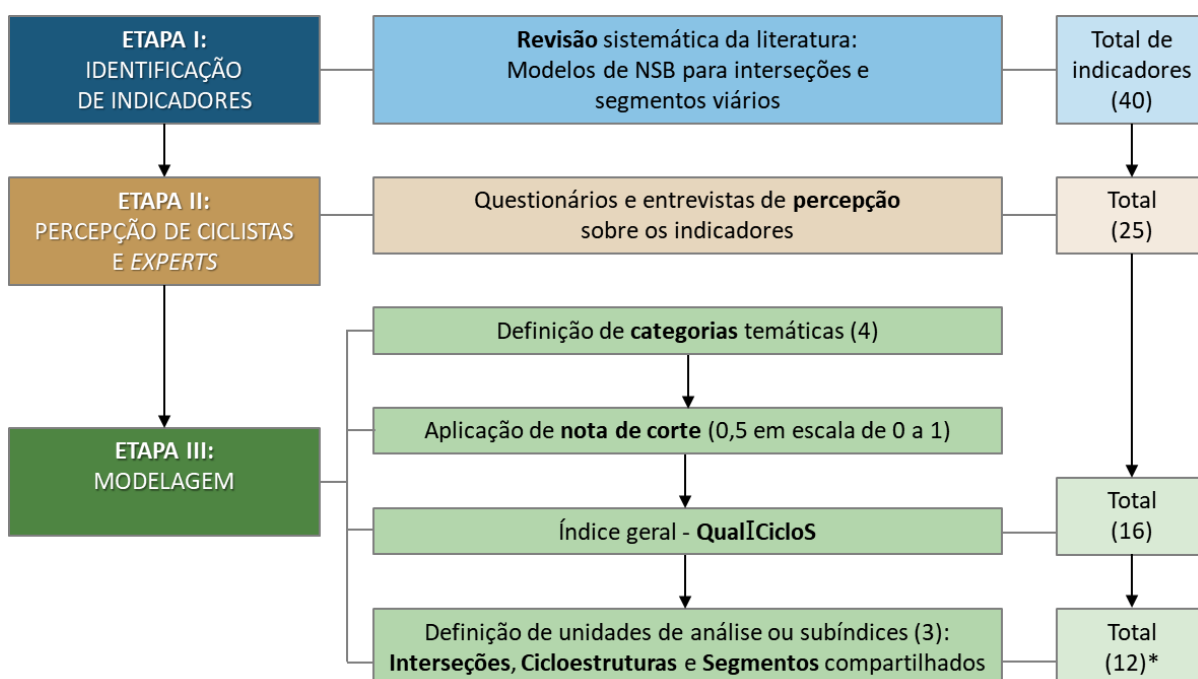
Para cada unidade de análise (interseções, cicloestruturas e segmentos compartilhados) seus respectivos indicadores foram hierarquicamente classificados a partir de uma escala de 0 a 1 (através da análise de significância pelo método dos intervalos sucessivos). Finalmente, estipulou-se uma nota de corte para elencar as variáveis finais que viriam a compor os subíndices (para cada uma das 3 unidades de análise), os quais compõem o modelo geral do QualiCiclos.

A nota de corte foi estipulada para adequar o número de indicadores de cada subíndice para um quantitativo plausível de aplicabilidade e simplificação do modelo, considerando as variáveis de maior relevância. Para tanto, verificou-se que a nota de corte de 0,5 (dentro da escala de 0 a 1 pelo MIS) apresentou-se como satisfatória, correspondendo, de modo geral, ao alcance dos indicadores mais aplicáveis (segundo a revisão da literatura). Assim, cada subíndice, após a nota de corte, permaneceu com 12 indicadores diversos no total. Verificou-se também a quantidade máxima de indicadores presentes nos modelos de referência da



literatura, nos quais, o máximo de variáveis em um único modelo foram 12, 13 ou 16, o que corrobora com a adequação da nota de corte estipulada. Entre as 12 variáveis para cada unidade de análise, alguns foram semelhantes entre si, de modo que, o índice geral do QualiCiclos é composto por 16 tipos de indicadores, distribuídos entre os seus 3 subíndices. A Figura 08 apresenta uma síntese desse processo de triagem de indicadores. A seção 4.3.2 apresenta os resultados detalhados, com a especificação dos dados abordados.

Figura 08 - Procedimentos de seleção de indicadores para o QualiCiclos.



Nota: *Cada subíndice possui 12 indicadores (iguais ou não) dentro do conjunto de 16 tipos selecionados para o escopo do índice geral.

Fonte: Elaboração própria (2023).

3.3.2 Aplicação do modelo

A aplicação do QualiCiclos foi realizada em João Pessoa-PB, onde foram realizadas pesquisas de campo exploratórias para reconhecimento do objeto de estudo, observando-se diretamente aspectos como a hierarquia viária, presença e tipo de infraestrutura cicloviária. Além disso, foram observados diferentes tipos de interseção (*e.g.* cruzamento semaforizado ou não semaforizado e rotatória) e segmentos viários (com ou sem canteiro central, de duplo ou único sentido, diferenças na configuração de faixas de tráfego).



O presente autor realizou as visitas exploratórias (entre outras para coleta de dados) deslocando-se através de bicicleta (*bikethrough*). Conforme abordado por Batista (2019), o *bikethrough* é um método inspirado no *walkthrough* (RHEINGANTZ, 2009), sendo útil para explorar o ambiente construído urbano e identificar qualidades e problemas. O *Bikethrough* consiste em um passeio de bicicleta em trajeto objeto de estudo, onde o pesquisador observa, registra e coleta dados, mapeia e depreende percepções (próprias ou de usuários). Assim, é possível aliar a visão técnica e teórica com a experiência vivenciada do lugar, aproximando-se ainda mais do objeto de estudo.

A aplicação do QualiCiclos é baseada em diferentes tipos de dados, de acordo com a natureza diversa dos indicadores em questão. A rigor, buscou-se a existência de dados secundários a partir de fontes como fotografias de satélite (via *Google Earth*) e recursos georreferenciados (como mapas da cidade), além de dados obtidos através de pesquisas anteriores (BATISTA, 2019; PMJP, 2020) e dados do próprio autor. Contudo, devido às dificuldades de disponibilização ou falta de geração de dados viários pelos órgãos municipais, para a maioria dos indicadores, foi necessário realizar a coleta de dados primários *in loco*. A especificação das fontes de dados utilizadas para cada indicador que fez parte do índice foi apresentada nos resultados (seção 4.3.3).

Para a mensuração do tráfego de veículos motorizados e ciclistas fez-se necessário uma coleta de dados primários. Para tanto, adotou-se o método de contagem manual com pesquisadores *in loco* para quantificar visualmente e com o auxílio de fichas de contagem (BATISTA; LIMA, 2021). O levantamento de dados através da contagem manual apresenta vantagens como: simplicidade de execução, baixo custo de materiais, possibilidade de aferir detalhes com maior precisão e maior flexibilidade metodológica para análises qualitativas e quantitativas. Como desvantagens, tem-se: dificuldades para compor recursos humanos, possibilidade de erros de observação, limitações quanto à duração das contagens e restrições quanto às condições climáticas (TA; ITDP, 2010; ITDP, 2013; 2018). Ressalta-se que as contagens não refletem o número real de viagens de uma localidade, mas serve como uma amostra que visa situar áreas com menor ou maior densidade de fluxo e seus padrões gerais de deslocamento. Assim, obtêm-se dados passíveis de verificação de condições atuais e tendências, com auxílio para os processos de planejamento de transporte.

Para o estudo de caso, foram definidos previamente o roteiro e os pontos de interseção para contagens volumétricas de tráfego de veículos motorizados e bicicletas, os



quais serviram para os dados de tráfego dos segmentos viários adjacentes. O objetivo das contagens limitou-se aos dados referentes aos indicadores do índice proposto, não se teve como finalidade caracterizar em detalhes o perfil dos veículos, condutores ou transeuntes da via. Além das contagens, foram realizadas medições de infraestrutura entre outras observações necessárias para a métrica exigida pelo índice. As fichas de levantamento de dados sobre as características físicas de infraestrutura, sinalização, aspectos ambientais e de tráfego dos locais de estudo de caso foram apresentadas nos Apêndices F e G. A averiguação dos dados foi feita nos resultados.

3.3.3 Análise do modelo

A percepção dos ciclistas é caracterizada como uma variável dependente. Já os indicadores físicos, ambientais e de tráfego são caracterizados como variáveis independentes, cujos dados são extraídos a partir de coleta de dados primários ou secundários. A variável de saída ou variável resposta do modelo trata-se do Nível de Serviço para Bicicletas, convertido para uma escala de classificação de 0 a 3 ou de Insuficiente a Ótimo, representando o desempenho de segurança e conforto ou adequabilidade cicloviária do espaço avaliado.

Após a aplicação do QualiCiclos, realizou-se o tratamento e sistematização dos resultados para análise dos dados. Para além dos resultados descritivos, foi proposta uma análise da diferença entre as médias de avaliação do índice e as médias de avaliação dos ciclistas (através do método de simulação em vídeo para percepção da qualidade de serviço, apresentado na seção 3.2.1 - Parte 3). Para determinar a relação entre as duas médias, foram feitas análises estatísticas calculadas utilizando um conjunto de testes como o Teste t de Student ou o Teste W de Wilcoxon (método não-paramétrico), dependendo da natureza dos dados e da sua distribuição. Desse modo, foi feita uma discussão comparativa dos resultados e diferenças entre as avaliações objetivas e subjetivas.

Assim, para analisar a conformidade das avaliações objetivas (mediante escores pré-determinados do QualiCiclos) com as avaliações subjetivas (mediante percepção de qualidade de serviço através dos ciclistas participantes), foram elencados os 5 pontos de interseção para análise. O cenário das avaliações efetuadas nesta tese busca retratar uma realidade como estudo de caso, proporcionando um diagnóstico exploratório de referência e gerando contribuições para o planejamento cicloviário. Essas e outras questões sobre os dados inter-relacionados foram descritas em pormenores no capítulo de resultados e discussão, a seguir.



4

RESULTADOS E DISCUSSÃO



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta tese foram divididos em quatro subseções. As três primeiras (4.1, 4.2 e 4.3) são referentes aos três objetivos específicos/etapas de trabalho, apresentados anteriormente. Já a subseção final (4.4) complementa a discussão desses resultados de forma mais aprofundada e correlacionada com o referencial teórico e desdobramentos da tese.

4.1 Etapa I: Identificação de indicadores

Os resultados do objetivo específico I desta tese apresentam uma síntese das variáveis identificadas a partir da revisão sistemática da literatura, cujos modelos de NSB foram apresentados na seção 2.2. Foram identificados os indicadores aplicados para cada modelo e sua influência como atributos de medição da adequabilidade cicloviária para segmentos e interseções viárias. Os Quadros (08, 09 e 10) sintetizam os indicadores identificados e foram organizados em ordem decrescente de utilização das variáveis pelos autores que por sua vez estão organizados em ordem cronológica. Também é informada a soma total de indicadores de cada modelo por autor, bem como, o total de utilizações por indicador.

4.1.1 Síntese dos indicadores para segmentos viários

O Quadro 08 apresenta uma síntese das referências encontradas na literatura e seus respectivos indicadores para a unidade de análise de segmentos viários, englobando tanto os segmentos compartilhados entre veículos motorizados e bicicletas, quanto os segmentos com a presença de infraestrutura cicloviária (as cicloestruturas, como ciclovias e ciclofaixas). Percebe-se que entre as variáveis adotadas para segmentos, o volume de veículos motorizados está em primeiro lugar, utilizado por 19 das 22 referências; seguido da velocidade de tráfego motorizado (aplicado em 18 modelos). Além desses, destaca-se outros indicadores com número mais expressivo de utilizações (acima de 10), como: Estacionamento na via, Tipo de uso do solo, Condição do pavimento, Largura da faixa externa, Entradas de garagem e Configuração das faixas de tráfego. Porém, 62% ou 18 dos indicadores possuem utilizações apenas entre 1 e 5 modelos, o que demonstra uma grande diversidade de variáveis existentes.



Quadro 08 - Principais indicadores de NSB para segmentos viários.

INDICADORES PARA SEGMENTOS VIÁRIOS	ANO		AUTOR(A)(ES)																	TOTAL utilizações por indicador				
	(1987)	(1994)	(1994)	(1995)	(1996)	(1997)	(1997)	(1998)	(2007)	(2007)	(2008)	(2012)	(2015)	(2017)	(2017)	(2017)	(2018)	(2018)	(2018)		(2018)	(2018)	(2019)	
Volume motorizado	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	19
Velocidade motorizada	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x	x	x		x	x	x	x	18
Estacionamento na via	x	x	x	x	x	x		x		x	x				x		x	x	x	x				14
Tipo de uso do solo	x	x	x	x		x		x		x		x			x	x	x	x	x	x	x			14
Condição do pavimento	x	x	x	x	x	x	x		x		x				x		x	x	x					13
Largura da faixa externa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						x	x						13
Faixas de tráfego	x	x	x	x	x	x				x		x	x								x			11
Entradas de garagem	x	x	x	x	x	x						x				x	x	x				x		11
Largura (cicloestrutura)																								7
Presença de cicloestrutura					x				x						x		x					x	x	7
Veículos pesados			x			x			x		x				x						x			6
Declividade da via	x	x		x											x		x							5
Visibilidade	x	x		x	x																			4
Canteiro central	x	x			x																			3
Frequência de curvas	x	x		x																				3
Largura linha de divisão											x				x									3
Volume de ciclistas																x	x							2
Volume de pedestres											x		x											2
Pontos de transporte público											x							x						2
Sombreamento da via																x						x		2
Presença de meio-fio	x	x																						2
Acostamento	x	x																						2
Vias laterais	x	x																						2
Elementos de drenagem	x	x																						2
Interações (<i>hindrance</i>)																								2
Sinalização de trânsito					x																			1
Iluminação																								1
Programas de transporte						x																		1
Nível de Serviço (auto.)						x																		1
TOTAL indicadores por autor(a)(es)	16	16	9	12	11	9	4	7	6	9	7	6	5	8	6	8	7	5	6	7	4	5		

Fonte: Elaboração própria (2023).



Os modelos de Davis (1987; 1995), Epperson (1994) e Dixon (1996) foram os que mais possuíam indicadores (acima de 10, até 16). Esses autores buscaram distinguir diversos fatores de localização e de conflitos como forma de evidenciar e especificar suas influências no transporte por bicicleta. Em média, o grupo geral de autores utilizaram aproximadamente 8 indicadores. Já outros, como Turner, Shafer e Stewart (1997), Foster *et al.* (2015), Griswold *et al.* (2018), Majumdar e Mitra (2018) e Okon e Moreno (2019), utilizaram poucos indicadores (até 5).

4.1.2 Síntese dos indicadores para segmentos viários com cicloestruturas

Os modelos que visam avaliar a qualidade cicloviária, em sua maioria, tratam de analisar os segmentos viários compartilhados entre veículos e bicicletas. Mesmo quando existem cicloestruturas, tais elementos são incorporados no índice como um indicador em paralelo aos demais (Harkey *et al.*, 1998; Griswold *et al.*, 2018). Ou seja, as especificidades dessas infraestruturas e suas condições para os ciclistas são tratadas de modo menos considerável. Mesmo aqueles que se propõe a avaliar as condições das cicloestruturas de modo independente, consideram a influência dos indicadores para vias compartilhadas (XIE; SPINNEY, 2018; BAI *et al.*, 2018; OKON; MORENO, 2019) ou buscam fazer comparações entre os tipos de cicloestrutura e as vias compartilhadas (KANG; LEE, 2012; FOSTER *et al.*, 2015; CHEN *et al.*, 2017). Tal cenário reflete o contexto internacional, porém, ao investigar-se o contexto nacional, encontram-se pesquisas com indicadores mais específicos para as cicloestruturas (AMOCICLO, 2016; ANDRADE, 2018; BATISTA, 2019)³.

O Quadro 09 apresenta uma síntese das referências nas quais constam o indicador de presença de cicloestrutura ou tratam da avaliação exclusiva das infraestruturas cicloviárias. Os indicadores para a unidade de análise das cicloestruturas são diversos, cerca de 70% (20 de 29) foram utilizados apenas 3 vezes ou menos, entre as referências apreciadas. Os modelos das referências nacionais foram os que mais pontuaram tipos de indicadores diferentes (12 ou mais). Em médias os modelos apresentaram 8 indicadores, com o mínimo de 4.

³ As referências nacionais incorporaram-se ao estudo durante a pesquisa por conhecimento do autor através de eventos sobre ciclomobilidade. Foram consideradas devido a citações ou aplicabilidade notória dos seus índices em outros trabalhos, o que demonstra a relevância delas. A literatura brasileira, sobretudo aquelas fornecidas apenas em língua portuguesa, ainda é pouco presente nas bases de dados de periódicos internacionais. Isso dificulta o reconhecimento dos pares, quando se busca pesquisas com maior rigor científico.



Quadro 09 - Principais indicadores de NSB para segmentos viários associados à cicloestruturas.

INDICADORES PARA SEGMENTOS VIÁRIOS ASSOCIADOS À CICLOESTRUTURAS	AUTOR(A)(ES)	ANO	TOTAL utilizações por indicador																				
	Harkey <i>et al.</i>	(1998)	Kang e Lee	(2012)	Foster <i>et al.</i>	(2015)	Ameçico	(2016)	Chen <i>et al.</i>	(2017)	Bai <i>et al.</i>	(2017)	Xie e Spinney	(2018)	Griswold <i>et al.</i>	(2018)	Andrade	(2018)	Batista	(2019)	Okon e Moreno	(2019)	
Presença/tipo cicloestrutura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11
Largura da cicloestrutura	x	x					x	x	x						x					x			7
Velocidade motorizada	x				x	x							x	x	x							x	7
Volume motorizado	x				x				x				x	x								x	6
Condição do pavimento							x	x									x	x					4
Volume de ciclistas									x	x							x	x					4
Sombreamento da via							x	x									x	x					4
Tipo de uso do solo	x	x								x	x												4
Largura da linha de divisão (proteção)					x	x													x		x		4
Faixas de tráfego			x	x									x										3
Declividade da via									x	x											x		3
Iluminação													x				x	x					3
Sinalização horizontal																	x	x					3
Sinalização vertical																	x	x					3
Entradas de garagem			x								x	x											3
Estacionamento na via	x								x														2
Situações de risco																					x		2
Existência de obstáculos/resíduos																					x		2
Interações (<i>hindrance</i>)			x																			x	2
Largura da faixa externa	x																						1
Veículos pesados										x													1
Volume de pedestres			x																				1
Moderação de tráfego																							1
Adequação ao Código de Trânsito Brasileiro																							1
Sinuosidade da via																							1
Poluição sonora																							1
Sinistros de trânsito																							1
Roubos e furtos																							1
Permeabilidade física																							1
TOTAL indicadores por autor(a)(es)	7	7	5	12	9	6	7	4	13	12	5												

Fonte: Elaboração própria (2023).



Observa-se diversas variáveis semelhantes aos segmentos compartilhados, porém, elas são avaliadas de maneira direta ou indireta para quem está circulando em cicloestruturas, a depender de seu tipo. Por exemplo, uma ciclofaixa, mesmo sendo um espaço dedicado às bicicletas, possui interferência indireta do tráfego motorizado adjacente frente aos ciclistas que ali pedalam. Desse modo, percebe-se a importância de tratar dos elementos da via e do tráfego de modo global. No tocante às variáveis mais proeminentes, além do indicador de Presença/tipo de cicloestrutura, destacam-se a Largura da cicloestrutura e a Velocidade de veículos motorizados (ambos com 7 aplicações entre as referências).

4.1.3 Síntese dos indicadores para interseções viárias

Os resultados das variáveis para a unidade de análise de interseções viárias foram sintetizados no Quadro 10, apresentando um conjunto proeminente de indicadores utilizados em modelos de NSB em interseções e suas respectivas referências da literatura. Entre as variáveis utilizadas, observa-se que o volume de veículos motorizados é o indicador majoritariamente aplicado. A largura da faixa externa aparece em segundo lugar, seguido de um empate entre os indicadores de sinalização, configuração de faixas de tráfego e presença de cicloestrutura. Os demais indicadores apresentaram 3 ou menos aplicações, com uma maior diversidade de variáveis em particular. Em média, utilizaram-se cerca de 6 indicadores.

Quando se trata da avaliação de NSB para interseções viárias a maioria dos indicadores são semelhantes aos utilizados para a avaliação de segmentos (*e.g.* Volume e Velocidade de tráfego, Condições do pavimento e Configuração das faixas de tráfego). Contudo, há algumas diferenciações nas abordagens metodológicas e outras variáveis específicas sobre as características das interseções (*e.g.* Distância de travessia, Pontos de conflito, Atraso de deslocamento (*delay*) e Raio da curva de interseção). O número de referências encontradas que tratam de interseções também foi bem menor (9) do que os relacionados a segmentos (21). Por tratarem de elementos de um espaço restrito, tem-se a oportunidade de planejar as interseções com intervenções mais precisas, de acordo com as necessidades de cada configuração espacial. Logo, os indicadores e a avaliação de interseções são importantes, não só devido à criticidade desses pontos frente aos sinistros de trânsito, mas também, do ponto de vista de uma melhor eficiência no uso de recursos.

**Quadro 10** - Principais indicadores de NSB em interseções viárias.

INDICADORES PARA INTERSEÇÕES VIÁRIAS	AUTOR(A)(ES)	ANO									
		(1987)	(1998)	(2003)	(2004)	(2007)	(2008)	(2013)	(2017)	(2018)	TOTAL utilizações por indicador
Volume de veículos motorizados	Davis	x	x	x		x	x	x	x	x	8
Largura da faixa externa	Harkey <i>et al.</i>			x			x	x	x	x	5
Sinalização de trânsito	Landis <i>et al.</i>	x			x	x		x			4
Configuração de faixas de tráfego	Steinman e Hines	x		x		x	x				4
Presença de cicloestrutura	Carter <i>et al.</i>		x		x	x		x			4
Acessos laterais com ultrapassagens	Dowling <i>et al.</i>		x		x	x					3
Estacionamento na via	Jensen					x			x	x	3
Velocidade de tráfego motorizado	Beura, Kumar e Bhuyan (2017)				x	x		x			3
Distância de travessia	Beura e Bhuyan (2018)			x	x		x				3
Atraso de deslocamento (<i>delay</i>)									x	x	2
Tipo de uso do solo									x	x	2
Volume de tráfego na faixa direita			x							x	2
Raio da curva de interseção		x						x			2
Pontos de conflito					x						1
Condição do pavimento									x		1
Restrições de visibilidade		x									1
Volume de pedestres na travessia										x	1
Largura da cicloestrutura								x			1
TOTAL de indicadores por autor(a)		5	4	4	6	7	4	7	6	7	

Fonte: Elaboração própria (2023).

4.1.4 Considerações sobre os indicadores identificados

Com base na explanação teórica sobre os indicadores de NSB (já tratados no Capítulo 2) mais a síntese apresentada nesta seção (demonstrando a composição das variáveis para cada modelo/referência sumarizada) foram traçadas algumas considerações relevantes para as próximas etapas da tese. O Quadro 11 apresenta os principais indicadores de adequabilidade cicloviária para avaliações de NSB de acordo com sua influência para ciclistas. Além disso, os indicadores foram destacados de modo comparativo, segundo o tipo de unidade de análise (interseções viárias, segmentos viários ou ambos). Verifica-se que grande



parte das variáveis são utilizadas para os dois tipos de espaço viário, sendo que os segmentos possuem ainda uma série de outros fatores de avaliação, enquanto as interseções também possuem outros fatores em particular, mas em menor quantidade.

Quadro 11 - Efeitos dos indicadores de Nível de Serviço para Bicicletas (NSB).

INDICADOR DE EFEITO POSITIVO (quanto mais, melhor o NSB)	INDICADOR DE EFEITO DIVERSO (a depender do contexto)	INDICADOR DE EFEITO NEGATIVO (quanto mais, pior o NSB)
Sinalização de trânsito Condição do pavimento Presença de cicloestrutura Largura da cicloestrutura Largura da faixa externa Largura da linha de divisão Presença de canteiro central Presença de meio-fio Presença de acostamento Programas de transporte Volume de bicicletas Iluminação Sombreamento da via	Velocidade de tráfego motorizado Configuração de faixas de tráfego Tipo de uso do solo	Volume de veículos motorizados Estacionamento na via Restrições de visibilidade Tráfego de veículos pesados Entradas de garagem Pontos de transporte público Vias laterais Declividade da via Frequência de curvas Elementos de drenagem na via Interações (<i>hindrance</i>) <u>Distância de travessia</u> <u>Pontos de conflito</u> <u>Atraso de deslocamento (<i>delay</i>)</u> <u>Raio da curva de interseção</u> <u>Acessos laterais com ultrapassagens</u> <u>Volume de tráfego na faixa direita</u>

Nota: indicadores em negrito representam nível de serviço para bicicletas em interseções e segmentos viários; sublinhados apenas para interseções e sem formatação apenas para segmentos.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Os indicadores identificados serviram para nortear as abordagens realizadas através dos instrumentos de percepção com ciclistas e *experts* para posterior desenvolvimento do modelo de NSB. Os efeitos dos indicadores, acima apresentados, foram apreciados nos procedimentos de percepção, com a finalidade de reconhecer ou refutar tais características dentro do contexto brasileiro. Compreende-se que alguns indicadores podem ter efeitos diferentes, a depender do contexto ou especificidades das variáveis. O estabelecimento de limites ou critérios de avaliação, perante os modelos de desempenho, podem auxiliar em uma melhor análise e planejamento dos espaços.



Conforme abordado nos procedimentos metodológicos foram realizados pré-testes a partir de questões sobre os indicadores com utilizações mais proeminentes. Foram considerados também enfoques a outros aspectos de interesse para o contexto brasileiro, como a distinção entre sinalização horizontal e vertical, e especificidades como as rotatórias e iluminação noturna (como fator de conforto, mas também de segurança pública). Após revisão e análise de opinião dos participantes sobre a pesquisa, além dos resultados estatísticos sobre a variância de respostas do pré-teste, algumas questões foram retiradas e outras adaptadas.

Em suma, foram elaborados 2 instrumentos de coleta: (1) o questionário para ciclistas opinarem sobre os elementos das interseções; e (2) a entrevista estruturada, associada a um formulário para obter a opinião de ciclistas e *experts* em mobilidade ciclovária, sobre os elementos conjuntos de interseções e segmentos viários (incluindo as cicloestruturas e vias compartilhadas). 20 indicadores foram alvos de percepção no pré-teste para o questionário, onde 16 foram utilizados no questionário final. A exclusão levou em consideração a necessidade de redução de variáveis para não tornar o instrumento muito extenso, a baixa adesão dos indicadores excluídos nos modelos observados na revisão de literatura, a presença de variáveis semelhantes e as dificuldades de entendimento pelos respondentes. Já para a entrevista, o pré-teste contou com 25 indicadores, os quais permaneceram na coleta de dados final, mas com adaptações levadas em consideração. A seguir apresenta-se os resultados da Etapa de percepção, onde serão informados todos os indicadores finais utilizados.

4.2 Etapa II: Percepção de ciclistas e *experts* em ciclomobilidade

4.2.1 Verificação e adequação amostral para o questionário *online*

O questionário *online* (Apêndice D) foi realizado com ciclistas cotidianos (os quais usavam a bicicleta para fins utilitários, ao menos 1 vez por semana), conforme abordado anteriormente. Tal instrumento de coleta foi precedido de uma amostragem estimada a partir da Equação 10 (TABACHNICK; FIDELL, 2019), onde o tamanho amostral é dado por $50 + 8k$, sendo k o número de variáveis em questão (16 fatores considerados). Logo, o tamanho amostral estimado para a coleta de dados foi igual a 178. O questionário final, após adequações de melhoria diante do pré-teste, foi lançado e aberto ao público-alvo através da



internet a partir do dia 09 de maio até 26 de junho de 2022. A amostra final contou com a participação de 182 respostas completamente válidas.

É notável que o questionário *online* reduz a existência de dados faltantes, devido a opção de tornar as questões fechadas de preenchimento obrigatório. Contudo, de modo melhorar o rigor científico da pesquisa, após a sistematização do banco de dados, foi realizado o procedimento para a detecção de *outliers*. Os resultados apontaram para a exclusão de 6 respondentes (menos de 3% da amostra de 182), restando no total 176 participantes com respostas aptas para análise.

Em seguida, foi realizado o procedimento de análise para verificar se o tamanho da amostra se manteve adequado para uma margem de erro de 5,00% e intervalo de confiança de 95,00%, utilizando as Equações 11 e 12 (RICHARDSON; AMPT; MEYBURG, 1995) descritas na Seção 3.2.3. A Tabela 01 apresenta os dados utilizados no procedimento de detecção de *outliers*, a amostra requerida por indicador, a margem de erro alcançada, média e desvio padrão finais. Em resumo, houve um baixo número de exclusões necessárias, com um efeito da variação da amostra trazendo pequena melhoria na distribuição normal dos valores. O indicador de sinalização vertical foi o que apresentou o maior número de *outliers* (15), representando apenas cerca de 8,00% das respostas. Os demais obtiveram 10 ou menos *outliers*.

Os resultados demonstraram também que apenas dois indicadores (iluminação e faixas de tráfego) apresentaram uma amostra requerida acima do total alcançado (192 e 216, respectivamente). Mesmo assim, os dois indicadores foram aceitos para análises posteriores, considerando uma margem de erro marginalmente muito próxima do valor de 5,00% almejado (5,22% e 5,54%, respectivamente). Além disso, observa-se que a iluminação, faixas de tráfego e sinalização vertical foram também os indicadores com maior desvio padrão, respectivamente, ou seja, os que possuíram mais distanciamento de respostas relativas ao valor da própria média.

**Tabela 01** - Medidas de média e dispersão para detecção de *outliers* e margem de erro.

INDICADOR	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	OUTLIERS ¹	AMOSTRA ² REQUERIDA (pós <i>outliers</i>)	MARGEM DE ERRO ³ (alcançada)	MÉDIA FINAL	DESVIO PADRÃO FINAL
Visibilidade	4,87	0,50	3	13	1,38%	4,88	0,46
Velocidade motorizada	4,85	0,60	6	25	1,87%	4,84	0,61
Cicloestrutura	4,78	0,48	5	13	1,37%	4,80	0,44
Estacionamento	4,59	0,74	4	32	2,13%	4,62	0,67
Distância de travessia	4,59	0,77	4	43	2,48%	4,60	0,77
Pavimentação	4,47	1,04	8	57	2,85%	4,56	0,88
Uso do solo	4,55	0,80	5	46	2,54%	4,55	0,78
Conflito em interseções	4,49	0,75	4	44	2,49%	4,48	0,76
Volume motorizado	4,41	1,03	7	63	2,99%	4,48	0,91
Sinalização Horizontal	4,34	0,90	10	59	2,90%	4,35	0,86
Acessos laterais	4,26	0,97	4	76	3,29%	4,26	0,95
Largura de faixa lateral	4,19	0,98	7	85	3,48%	4,18	0,99
Sinalização Vertical	4,04	1,25	15	118	4,10%	4,14	1,15
Iluminação	4,01	1,48	0	192	5,22%	4,07	1,44
Rotatória	3,69	1,23	0	163	4,81%	3,69	1,20
Faixas de tráfego	3,60	1,34	0	216	5,54%	3,58	1,34

Nota: ¹ 6 foi o número de pessoas que atenderam o critério de exclusão por possuir 4 ou mais *outliers*.

² Tamanho da amostra para uma margem de erro de 5,00%.

³ Margem de erro verificada para a amostra final utilizada (N = 176).

Fonte: Elaboração própria (2023).

4.2.2 Análise do questionário: Parte 1 - Perfil dos ciclistas

A Parte 01 do questionário aplicado trata-se do perfil da amostra da população de ciclistas participantes. Os resultados foram apresentados nesta seção em diferentes tabelas divididas por temas para uma melhor apreensão dos dados. A Tabela 02 apresenta as características pessoais dos participantes. Os principais resultados apresentam uma maioria de respondentes do sexo masculino, de cor branca e situada na faixa etária de adultos entre 30 e 39 anos. Apenas uma das participantes se declarou como mulher transgênero, a qual foi contabilizada no grupo de gênero feminino, para fins de cálculos amostrais; entretanto, outras especificidades de gênero não foram declaradas ou investigadas na pesquisa. Houve uma maior dificuldade para acessar pessoas declaradamente de cor preta, amarela e raça indígena. Com relação a idade dos ciclistas foi alcançada uma boa distribuição entre as faixas etárias.

**Tabela 02** - Estatística descritiva das variáveis: gênero, cor/raça e faixa etária.

VARIÁVEL	GRUPO	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL	ANÁLISE VISUAL
Amostra de ciclistas		176	100,0%	
Gênero	Masculino	115	65,3%	
	Feminino	61	34,7%	
Cor/raça	Branca	107	60,8%	
	Preta	10	5,7%	
	Parda	52	29,5%	
	Amarela	5	2,8%	
	Indígena	2	1,1%	
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%	

Fonte: Elaboração própria (2023).

A Tabela 03 apresenta as características de localidade dos participantes. A maior representatividade obtida refere-se a pessoas da região nordeste com faixa de população maior que 500 até 1 milhão de pessoas. João Pessoa-PB foi a cidade em particular com maior número de respostas, mas a pesquisa contou com uma maior frequência de respondentes do conjunto de outras cidades agrupadas de modo geral. Percebe-se que houve uma baixa representatividade das regiões Norte e Centro-oeste. Além disso, houve uma boa distribuição de faixas de população. Entende-se que o Brasil é um país de características socioculturais diversas. Contudo, a investigação das variáveis em questão, pouco presente na literatura nacional, justifica uma análise exploratória ampliada para fins de elucidação e comparação estatística de respostas. As variáveis de região e faixas de população foram obtidas a partir da questão sobre a cidade e estado presente no questionário.

**Tabela 03** - Estatística descritiva das variáveis: Região, Cidade e População.

VARIÁVEL	GRUPO	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL	ANÁLISE VISUAL
Amostra de ciclistas		176	100,0%	
Região	Nordeste	100	56,8%	
	Norte	4	2,3%	
	Centro-oeste	7	4,0%	
	Sudeste	46	26,1%	
	Sul	19	10,8%	
Cidade	João Pessoa-PB	39	22,2%	
	Outras cidades	137	77,8%	
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%	

Fonte: Elaboração própria (2023).

A Tabela 04 apresenta as características de experiência em pedalar dos participantes. A variável de nível de experiência dos ciclistas foi obtida a partir da soma de outras 3 variáveis presentes no questionário: uso da bicicleta em dias por semana; faixa de tempo de uso no período entre meses e anos; e faixa de tempo de viagem principal em minutos. Cada uma dessas 3 variáveis possui 7 grupos de resposta, e com essa base foi construída uma escala de 5 níveis de experiência a partir da soma de pontos de cada classe que variam numa escala de experiência muito baixa até muito alta. Os principais resultados apontaram para uma maior frequência de quem usa a bicicleta 2 ou 3 dias por semana (com valores próximos a 5 dias), sobretudo em viagens de 11 a 20 minutos. A grande maioria utiliza a bicicleta como modo de transporte há mais de 5 anos e apresentam um nível de experiência alto, seguido de regular. Além disso, questionou-se os participantes quanto a percepção do nível de confiança que possuem em pedalar, e a maioria demonstrou um nível também alto, seguido de regular.

**Tabela 04** - Estatística descritiva sobre uso da bicicleta, nível de experiência e confiança.

VARIÁVEL	ORDEM	GRUPO	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL	ANÁLISE VISUAL
Amostra de ciclistas			176	100,0%	
(A) Uso da bicicleta (dias/semana)	(1)	1	18	10,2%	
	(2)	2	39	22,2%	
	(3)	3	39	22,2%	
	(4)	4	19	10,8%	
	(5)	5	33	18,8%	
	(6)	6	10	5,7%	
	(7)	7	18	10,2%	
(B) Faixa de tempo de uso da bicicleta	(1)	menos de 6 meses	8	4,5%	
	(2)	entre 6 meses e 1 ano	10	5,7%	
	(3)	entre 1 e 2 anos	16	9,1%	
	(4)	entre 2 e 3 anos	19	10,8%	
	(5)	entre 3 e 4 anos	9	5,1%	
	(6)	entre 4 e 5 anos	13	7,4%	
	(7)	mais de 5 anos	101	57,4%	
(C) Faixa de tempo de viagem principal (minutos)	(1)	1 a 10	8	4,5%	
	(2)	11 a 20	55	31,3%	
	(3)	21 a 30	32	18,2%	
	(4)	31 a 40	15	8,5%	
	(5)	41 a 50	12	6,8%	
	(6)	51 a 60	26	14,8%	
	(7)	mais de 60	28	15,9%	
Nível de experiência Soma das ordens (A + B + C)	(3-5)	Muito baixo	2	1,1%	
	(6-9)	Baixo	18	10,2%	
	(10-13)	Regular	68	38,6%	
	(14-17)	Alto	80	45,5%	
	(18-21)	Muito alto	8	4,5%	
Nível de confiança para pedalar (percepção)	(1)	Muito baixo	12	6,8%	
	(2)	Baixo	25	14,2%	
	(3)	Regular	42	23,9%	
	(4)	Alto	61	34,7%	
	(5)	Muito alto	36	20,5%	

Fonte: Elaboração própria (2023).



As características relacionadas aos motivos de uso da bicicleta estão apresentadas na Tabela 05. Os participantes foram instruídos a responder qual seria a sua principal motivação de uso da bicicleta, com a possibilidade de complementar quais seriam os demais usos secundários (caso houvesse). Dentre os grupos de resposta, três foram associados ao uso utilitário (trabalho, faculdade/escola e compras/serviços) como sendo atividades funcionais do cotidiano as quais eram acessadas através de bicicleta. Já os outros dois grupos (lazer/social e esporte) foram associados ao uso não utilitário. Desse modo, os resultados apresentaram “trabalho” como motivo principal de viagem (associado a um maior uso utilitário) e “lazer/social” como principal motivo secundário (associado a um maior uso não utilitário). Como forma de compreender se os participantes realizavam ao menos 1 viagem utilitária, essa categoria de uso apresentou como resultado que a grande maioria (80%) exercia esse tipo de uso. Em contraponto os 20% restantes utilizavam a bicicleta apenas para fins não utilitários.

Tabela 05 - Estatística descritiva das variáveis: Motivo de viagem principal, Motivo secundário e Categorias de uso da bicicleta.

VARIÁVEL	GRUPO	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL	SUBGRUPO	PERCENTUAL
Amostra de ciclistas		176	100,0%		
Motivo da principal viagem por bicicleta (opção única)	Trabalho	70	39,8%	Uso utilitário	59,7%
	Faculdade / Escola	11	6,3%		
	Compras / Serviços	24	13,6%	Uso não utilitário	40,3%
	Lazer / Social	43	24,4%		
Esporte	28	15,9%			
Motivo secundário de viagem (opção múltipla)	Trabalho	25	9,9%	Uso utilitário	46,8%
	Faculdade / Escola	22	8,7%		
	Compras / Serviços	71	28,2%	Uso não utilitário	53,2%
	Lazer / Social	79	31,3%		
Esporte	55	21,8%			
Categorias de uso da bicicleta	Utilitário (em viagem principal ou secundária)	141	80,0%		
	Não utilitário (exclusivamente)	35	20,0%		

Fonte: Elaboração própria (2023).



Os participantes da pesquisa foram questionados se já haviam sofrido alguma situação de risco, hostilidade ou ocorrência de trânsito devido a conflitos de trânsito ao usar a bicicleta em interseções viárias. Apenas 13 pessoas afirmaram nunca ter sofrido tais danos. As respostas contaram com opções de múltipla escolha e espaço livre para relato de outras possibilidades. A Tabela 06 apresenta os resultados com a frequência de participantes que relataram já ter sofrido algum tipo de conflito. Observa-se que a principal ocorrência se refere a situação de veículos motorizados passando ao lado do ciclista de forma abrupta, sem manter um distanciamento seguro ou redução de velocidade. Metade das opções de conflito foram marcadas por mais de 50% dos respondentes, o que demonstra a variedade de situações às quais o ciclista pode estar suscetível no trânsito. Outras opções, inclusive de maior gravidade (como as colisões ou atropelamento), também foram destacadas, mas com menor percentual de respostas.

Tabela 06 - Incidência de sinistros de trânsito, situações de risco ou hostilidades sofridas em interseções pelos participantes.

CONFLITO DE TRÂNSITO EM INTERSEÇÕES	PERCENTUAL	FREQUÊNCIA
Desrespeito de motoristas quanto à velocidade e afastamento seguro	90,91%	160
Necessidade de parar ou desacelerar	73,30%	129
Ultrapassagem brusca (sem sinalizar)	65,34%	115
Dificuldade/risco para acessar faixas laterais	59,66%	105
Agressão verbal	57,95%	102
Colisão ou atropelamento	27,27%	48
Invasão de ciclofaixa por veículos ou pedestres	1,70%	3
Assédio	1,14%	2
Tentativa de assalto	0,57%	1
Agressão física	0,57%	1

Fonte: Elaboração própria (2023).

4.2.3 Análise do questionário: Parte 2 – Percepção sobre indicadores

Conforme apresentado nos procedimentos metodológicos (Seção 3.2.1) foi estabelecido uma escala de Likert de 5 níveis de concordância para 16 questões, as quais estavam teoricamente associadas a um indicador de NSB em interseções. O Quadro 12 apresenta a relação entre indicadores e enunciados das 16 questões em ordem aplicada. Além



disso, é apresentada a distribuição de frequência das respostas de modo positivo (onde a maioria concordou com o enunciado) e negativo (refletindo uma maior discordância). Com base na revisão da literatura os indicadores foram condizentes com estudos anteriores quanto ao seu caráter de efeito positivo ou negativo. Porém, os indicadores de efeito diverso - os quais na literatura internacional são abordados ora como efeito positivo, ora como negativo (a depender do contexto avaliado) - foram avaliados pela percepção dos ciclistas brasileiros. Assim, obteve-se uma distribuição de concordância com base no contexto brasileiro para os indicadores de Velocidade motorizada, Configuração de faixas de tráfego e Tipo de uso do solo.

Quadro 12 - Relação entre indicadores e argumentos para verificação de concordância.

Nº	INDICADOR	ENUNCIADO	DISTRIBUIÇÃO CONCORDÂNCIA
1	Conflito em interseções	Interseções são locais de maiores situações de conflito de trânsito e insegurança para pedalar, em comparação com corredores viários (trechos entre interseções).	Positiva (maioria concorda)
2	Rotatória	As rotatórias de trânsito promovem grande segurança para deslocamentos através de bicicleta.	Negativa (maioria discorda)
3	Distância de travessia	Quanto maior a distância de travessia em uma interseção, maior a tensão para atravessar de bicicleta.	Positiva
4	Largura de faixa lateral	Sinto-me mais seguro para pedalar em interseções que possuem uma faixa da direita mais larga.	Positiva
5	Iluminação	Considero, enquanto ciclista, que uma boa iluminação noturna em interseções pouco influencia no conforto visual e segurança pública.	Negativa
6	Cicloestrutura	Nas vias conectadas às interseções, infraestruturas cicloviárias (como ciclovias e ciclofaixas) são importantes para a segurança e orientação da travessia de ciclistas.	Positiva
7	Uso do solo	Ruas de uso mais intenso, como em áreas comerciais, influenciam na existência de conflitos entre veículos nas interseções.	Positiva
8	Sinalização Vertical	Placas ou semáforos exclusivos para bicicletas em interseções não são medidas de segurança tão significativas e podem atrapalhar o trânsito.	Negativa
9	Sinalização Horizontal	A sinalização através de pintura na pista, como uma faixa para bicicletas em meio a uma interseção, promove uma melhor orientação e facilidade de trânsito.	Positiva
10	Pavimentação	A qualidade do pavimento da pista pouco interfere no meu conforto ao pedalar por uma interseção.	Negativa
11	Visibilidade	A visibilidade (em termos de ver e ser visto) é um fator de extrema importância para uma passagem tranquila de bicicleta em uma interseção.	Positiva
			(continua)



12	Faixas de tráfego	Considero muito importante um maior número de faixas de trânsito em interseções, para pedalar de forma menos complicada.	Positiva
13	Acessos laterais	Interseções com acessos laterais (à esquerda e/ou à direita) são mais conflituosas para os ciclistas devido às ultrapassagens bruscas.	Positiva
14	Estacionamento adjacente	Estacionamentos na via próximos às interseções geram uma situação de risco de colisões, movimentos inesperados e bloqueio de visão para ciclistas.	Positiva
15	Volume motorizado	Com grande fluxo de veículos motorizados na interseção, fica mais fácil e seguro de pedalar.	Negativa
16	Velocidade motorizada	Quanto maior a velocidade dos veículos motorizados, maior o risco para ciclistas em interseções.	Positiva

Fonte: Elaboração própria (2023).

▪ Análise de grupos de ciclistas

Como forma de aprofundar a análise estatística dos dados coletados, esta seção busca apresentar os resultados de uma análise de variância (ANOVA) fatorial⁴. Tal análise serviu para verificar em que medida os níveis de concordância acerca dos indicadores de NSB em interseções foram significativos entre as diferentes categorias do perfil dos ciclistas participantes. As variáveis definidas para análise de grupos foram: Gênero, Faixa etária, Cidade, Faixas de população, Nível de experiência, Nível de confiança e Categorias de uso da bicicleta. Dentre as variáveis possíveis acerca do perfil dos ciclistas, foi desconsiderada completamente a questão sobre Cor/raça devido ao seu baixo poder de análise, considerando que a amostra de pessoas pretas, amarelas e indígenas foi muito pequena. Outras ressalvas, trata-se do grupo de nível de experiência “muito baixa” e do grupo de faixa etária “60 anos ou mais” que também foram desconsideradas devido à baixa amostra, mas mantido os demais grupos.

Devido à complexidade da análise proposta, não foram realizadas explorações acerca de interações externas (entre os grupos), apenas acerca das diferenças internas (dos grupos) para cada variável característica do perfil do ciclista em questão. Por exemplo, avaliou-se a diferença “dos grupos” de gênero (feminino e masculino) OU a diferença “dos grupos” de faixa

⁴ Considerando que os pressupostos da análise não foram acatados, a rigor, para todos os grupos de avaliação, foram implementados procedimentos de *bootstrapping* (1000 reamostragens; 95% IC. BCa.). Esses procedimentos servem para se obter uma maior confiabilidade dos resultados, corrigir desvios de normalidade da distribuição da amostra e diferenças entre os tamanhos dos grupos e assim, apresentar um intervalo de confiança de 95% para as diferenças entre as médias (HAUKOOS; LEWIS, 2005). Análises de post-hoc para os efeitos principais foram realizadas por meio do teste de Bonferroni.



etária (18 a 29, 60 + etc.), mas não “entre os grupos” diferentes de gênero e faixa etária, de modo inter-relacionado (feminino de 18 a 29 anos, masculino de 60 + etc.). Assim, foram analisadas as variâncias intragrupo, ou seja, o quanto os respondentes de cada grupo se diferem entre si para cada variável de interesse.

A Tabela 07 apresenta uma esquematização das variáveis que obtiveram resultado estatisticamente significativo ou que obtiveram um resultado marginalmente significativo, descrito como sendo de tendência representativa. A variável Cidade, não obteve qualquer valor significativo, portanto, não foi incluído na Tabela 07. Isso quer dizer que os ciclistas participantes do grupo “João Pessoa-PB”, em particular, não tiveram diferenças de respostas significativas frente aos do grupo “Outras cidades”, com relação aos indicadores avaliados.

Tabela 07 - Representação da significância entre diferenças intragrupos por indicador.

Nº INDICADOR	GÊNERO	FAIXA ETÁRIA	POPULAÇÃO	EXPERIÊNCIA	CONFIANÇA	TIPO DE USO
1 Conflito em interseções	-	(t.)	x*	-	-	-
2 Rotatória	-	(t.)	-	x*	-	(t.)
3 Distância de travessia	-	-	-	-	(t.)	-
4 Largura de faixa lateral	-	-	-	x*	x**	(t.)
5 Iluminação	-	-	-	-	-	-
6 Cicloestrutura	(t.)	-	-	-	-	-
7 Uso do solo	-	-	-	-	(t.)	(t.)
8 Sinalização Vertical	-	-	-	-	-	-
9 Sinalização Horizontal	-	(t.)	-	-	-	-
10 Pavimentação	-	x**	-	-	-	-
11 Visibilidade	-	-	x**	-	-	(t.)
12 Faixas de tráfego	-	-	-	-	x**	(t.)
13 Acessos laterais	-	-	(t.)	-	(t.)	-
14 Estacionamento adjacente	-	-	-	-	(t.)	-
15 Volume motorizado	-	-	-	-	-	-
16 Velocidade motorizada	-	-	-	-	-	-

Nota: indicadores sem destaque em negrito, não obtiveram diferenças de respostas significativas, nem tendências representativas nas respostas.

Legenda: x = valores significativos para: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; (t.) = tendência representativa; - = não significativo.



Os resultados da Tabela 07 demonstram que alguns indicadores não obtiveram diferenças relevantes (Iluminação, Sinalização vertical, Volume e Velocidade motorizada) e os demais, apesar de haver relevância estatística, foi apenas para alguns grupos específicos. As tendências referem-se ao quanto determinado grupo de cada variável de perfil demonstra haver maiores preocupações (níveis de concordância) quanto aos enunciados de cada indicador. Para a variável Gênero, o grupo feminino apresentou uma tendência maior que o grupo masculino para o indicador de presença de Cicloestrutura. Para a Faixa etária, todos os grupos de 18 a 49 anos apresentaram médias estatisticamente significativas e maiores que o grupo de 50 a 59 anos para o indicador de Pavimento, e tendência representativa para Conflito em interseções, Rotatória e Sinalização Horizontal, considerando também grupos de idade menor com escores mais altos que aqueles com idade maior.

Com relação a variável Nível de experiência, obteve-se resultados estatisticamente significativos e maiores nos grupos Baixo, Regular e Alto em comparação ao grupo Muito alto, para o indicador Rotatória; e maior no grupo Regular em comparação a Alto, para Largura da faixa lateral. Já quanto ao Nível de confiança, verificou-se resultados estatisticamente significativos para e maiores nos grupos Alto em comparação a Muito alto, para Largura da faixa lateral, e Baixo em comparação a Muito alto, para Faixas de tráfego; além disso, observou-se tendência de escores mais representativos para os grupos de níveis mais baixos de confiança comparado a outros mais altos, para os indicadores Distância de travessia, Uso do solo, Acessos laterais e Estacionamento adjacente.

Com relação a Faixa populacional, foram obtidos resultados estatisticamente significativos nos grupos: > 100 até 500 mil, > 1 até 5 milhões, > 5 milhões para o indicador de restrições de Visibilidade; e > 1 até 5 milhões para Conflitos; todos com escores maiores que o grupo de até 100mil. Além disso, houve uma tendência maior no grupo > 1 até 5 milhões também quanto ao de até 100mil, para o indicador de Acessos laterais. Nesse caso, reitera-se que a cidade de João Pessoa-PB (pertencente ao grupo > 500 até 1 milhão de habitantes) não obteve diferenças significativas com relação a sua faixa de população e as demais. Por fim, a Categoria de uso da bicicleta demonstrou tendência com maiores escores para o grupo Não utilitário em comparação ao grupo Utilitário, para os indicadores: Rotatória, Largura de faixa lateral, Uso do solo, Visibilidade e Faixas de tráfego.



▪ Grau de importância dos indicadores

Essa seção tem como finalidade apresentar os resultados da aplicação do Método de Intervalos Sucessivos, conforme passo a passo apresentado nos procedimentos metodológicos (Seção 3.2.1). A Tabela 08 apresenta a distribuição de frequência de respostas por categoria de concordância da escala de Likert adotada. Para fins de cálculos estatísticos, as respostas dos indicadores com distribuição negativa tiveram seus valores de discordância e concordância invertidos, a saber: rotatória, iluminação, sinalização vertical, pavimentação e volume de veículos motorizados. A partir desta base de informações, foram realizados os cálculos para frequência relativa e acumulada, detecção de limites e ordenadas, valor estimado e distância entre categorias de concordância, além da diferença entre escalas de referência acumulada e valor da categoria (Equações 1 a 08 - Seção 3.2.1). A Tabela 09 apresenta um exemplo com as respostas dos cálculos utilizados para o indicador “Sinalização horizontal” a partir dos parâmetros estatísticos citados. Os mesmos cálculos foram realizados para cada um dos 16 indicadores do questionário.

Tabela 08 - Distribuição de respostas para os 16 indicadores, por categorias adotadas.

Nº INDICADOR	FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS POR CATEGORIA (N = 176)				
	(1)=Discordo totalmente	(2)=Discordo em parte	(3)=Nem discordo, nem concordo	(4)=Concordo em parte	(5)=Concordo totalmente
1 Conflito em interseções	2	2	10	58	104
2 Rotatória*	10	23	33	55	55
3 Distância de travessia	1	6	7	35	127
4 Largura de faixa lateral	4	6	30	50	86
5 Iluminação*	24	7	10	27	108
6 Cicloestrutura	1	1	3	29	142
7 Uso do solo	2	2	14	37	121
8 Sinalização Vertical*	10	8	21	45	92
9 Sinalização Horizontal	2	6	14	60	94
10 Pavimentação*	3	7	7	30	129
11 Visibilidade	1	1	1	14	159
12 Faixas de tráfego	18	21	39	37	61
13 Acessos laterais	3	5	29	46	93
14 Estacionamento adjacente	1	1	9	42	123
15 Volume motorizado*	3	7	11	36	119
16 Velocidade motorizada	3	1	3	10	159

Nota: *indicadores com distribuição negativa que tiveram valores invertidos entre discordância/concordância.



Tabela 09 - Parâmetros estatísticos para o procedimento de detecção de valores estimados das categorias avaliadas por indicadores, exemplo: “Sinalização horizontal”.

INDICADOR: SINALIZAÇÃO HORIZONTAL Parâmetros estatísticos	ESCALA DE LIKERT: CATEGORIAS (J)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Frequência (f_j)	2	6	14	60	94
Frequência relativa (p_j)	0,011	0,034	0,080	0,341	0,534
Frequência acumulada (P_j)	0,011	0,045	0,125	0,466	1,000
Limite inferior da categoria (z_1)	0,000	-2,278	-1,691	-1,150	-0,086
Limite superior da categoria (z_2)	-2,278	-1,691	-1,150	-0,086	0,000
Ordenada do limite inferior (y_1)	0,000	0,030	0,096	0,206	0,398
Ordenada do limite superior (y_2)	0,030	0,096	0,206	0,398	0,000
Valor estimado da categoria (x_j)	-2,623	-1,930	-1,387	-0,562	0,744
Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,000	0,693	0,543	0,825	1,307
Distância entre escala de categoria e escala de referência ($Decer$)	2,623	2,531	2,443	2,273	2,298

Fonte: Elaboração própria (2023).

A partir dos procedimentos citados anteriormente, foi realizado o cálculo da média ponderada das categorias de concordância para cada indicador. Para facilitar a análise dos resultados das médias finais elas foram convertidas através do cálculo da Equação 09 (Seção 3.2.1) para a escala de 0 a 1 que representa o grau de importância relativa de cada indicador segundo a percepção dos participantes. A Tabela 10 apresenta os indicadores com os valores da média e da escala 0-1 por ordem de importância. Conforme a percepção dos participantes da pesquisa, os indicadores mais proeminentes foram: restrições de Visibilidade, presença de Cicloestrutura e Velocidade de veículos motorizados. Esses resultados, serviram de base para uma comparação entre a percepção de ciclistas *experts* em ciclomobilidade (a ser apresentado posteriormente, na Seção 4.2.5). Desse modo, tem-se um amplo panorama de estudo e opiniões sobre as especificidades das interseções viárias.



Tabela 10 - Valor dos indicadores em ordem escalar de 0 a 1, do maior para o menor nível de importância relativa segundo a média ponderada de percepção.

ORDEM	INDICADOR	MÉDIA PONDERADA (mj)	ESCALA 0 - 1	ANÁLISE VISUAL
1º	Visibilidade	3,056	1,000	
2º	Cicloestrutura	2,931	0,909	
3º	Velocidade motorizada	2,826	0,832	
4º	Estacionamento adjacente	2,785	0,803	
5º	Distância de travessia	2,670	0,719	
6º	Uso do solo	2,609	0,675	
7º	Conflito em interseções	2,578	0,652	
8º	Pavimentação	2,522	0,611	
9º	Volume motorizado	2,462	0,568	
10º	Sinalização Horizontal	2,434	0,547	
11º	Acessos laterais	2,321	0,465	
12º	Largura de faixa lateral	2,235	0,403	
13º	Sinalização Vertical	2,093	0,299	
14º	Iluminação	1,946	0,193	
15º	Rotatória	1,796	0,084	
16º	Faixas de tráfego	1,681	0,000	

Fonte: Elaboração própria (2023).

4.2.4 Análise das entrevistas: Fase 1 - Perfil dos grupos participantes

A Fase 1 da entrevista aplicada (Apêndice E) trata-se do perfil da amostra das duas populações de participantes: ciclistas cotidianos e *experts* em ciclomobilidade. A pesquisa contou com uma amostra total de 32 participantes, 16 para cada população específica. Os resultados com a descrição das características dos participantes foram apresentados na Tabela 11. De modo geral, os participantes possuíam um maior nível de experiência com o uso da bicicleta. Pessoas de diferentes cidades do Brasil participaram da pesquisa, sobretudo de capitais da região nordeste. O contato com essas pessoas se deu através de eventos sobre ciclomobilidade, os quais o autor da pesquisa participou durante o período da tese, possibilitando a colaboração de pessoas chave.



Tabela 11 - Estatística descritiva das entrevistas para as variáveis: gênero, cor/raça, faixa etária, nível de experiência e cidade.

VARIÁVEL	GRUPO	CICLISTAS COTIDIANOS		EXPERTS EM CICLOMOBILIDADE	
		Frequência	Percentual	Frequência	Percentual
Amostra de participantes		16	100,0%	16	100,0%
Gênero	Masculino	8	50%	11	69%
	Feminino	8	50%	5	31%
Cor/raça	Branca	9	56%	11	69%
	Preta	4	25%	2	13%
	Parda	3	19%	2	13%
	Amarela	0	0%	1	6%
Faixa etária (anos)	18 a 29	9	56%	2	13%
	30 a 39	6	38%	7	44%
	40 a 49	1	6%	4	25%
	50 a 59	0	0%	3	19%
Nível de Experiência com o uso da bicicleta	Muito baixo	0	0%	2	13%
	Baixo	0	0%	1	6%
	Regular	4	25%	5	31%
	Alto	4	25%	3	19%
	Muito alto	8	50%	5	31%
Cidade-Estado	João Pessoa-PB	5	31%	2	13%
	Fortaleza-CE	0	0%	2	13%
	Natal-RN	3	19%	2	13%
	Aracaju-SE	1	6%	1	6%
	Recife-PE	2	13%	1	6%
	Salvador-BA	1	6%	1	6%
	Campina Grande-PB	2	13%	0	0%
	Rio de Janeiro-RJ	1	6%	2	13%
	Vitória-ES	0	0%	1	6%
	Campos dos Goytacazes-RJ	0	0%	1	6%
	São Paulo-SP	1	6%	0	0%
	Balneário Camboriú-SC	0	0%	1	6%
	Brasília-DF	0	0%	2	13%

Fonte: Elaboração própria (2023).



Além das características apresentadas, para a população de *experts* em ciclomobilidade foram feitas outras questões específicas, como o nível de escolaridade, o perfil de conhecimento em ciclomobilidade e a instituição/organização pertencente (Tabela 12). Os resultados apontaram para um nível de escolaridade diverso, desde a graduação até a pós-graduação (doutorado). A pergunta que buscava saber qual o tipo de experiência ou envolvimento com o tema da ciclomobilidade foi de múltipla escolha. Assim, obteve-se uma maioria que afirmou ter experiência em pesquisas sobre o transporte por bicicleta, seja através de estudos acadêmicos, como também, pesquisas exploratórias para fins de planejamento ciclovitário ou perfil do ciclista.

Tabela 12 - Estatística descritiva das entrevistas com *experts* em ciclomobilidade para as variáveis: nível de escolaridade, perfil de conhecimento na área e instituição/organização.

EXPERTS EM CICLOMOBILIDADE			
Variável	Grupo	Frequência	Percentual
Amostra de participantes		16	100,0%
Nível de escolaridade	Graduação	5	31%
	Pós-graduação Especialização	4	25%
	Pós-graduação Mestrado	4	25%
	Pós-graduação Doutorado	3	19%
Perfil de conhecimento em ciclomobilidade (múltipla opção)	Cicloativista (pertencente à associação organizada)	10	63%
	Experiência em pesquisa sobre transporte por bicicleta	14	88%
	Profissional/técnico/gestor na área de transportes	9	56%
Instituição ou Organização	União de Ciclistas do Brasil - UCB		
	Transporte Ativo		
	Bike Anjo		
	Universidade de Brasília - UnB		
	Universidade Federal do Ceará - UFC		
	Associação Metropolitana de Ciclistas do Recife - Ameciclo		
	Observatório da mobilidade de Salvador - Obmob		
	Governo do Estado da Paraíba		
	Prefeitura Municipal de Fortaleza		
	Prefeitura Municipal de Natal		
	Instituto Municipal de Trânsito e Transporte de Campos de Goytacazes		
	Prefeitura Municipal de Vitória		
Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro			

Fonte: Elaboração própria (2023).



A pesquisa também contou com a participação de profissionais, técnicos ou gestores que trabalham diretamente na área de transportes, bem como, coordenadores ou membros conselheiros de organizações cicloativistas, os quais desempenham trabalhos de fomento e pesquisa sobre o transporte ciclovitário. Houve dificuldades para conseguir a colaboração de profissionais de órgãos gestores de mobilidade urbana que tratassem do transporte por bicicleta. Porém, obteve-se uma quantidade de respostas satisfatórias para os fins exploratórios da pesquisa, inclusive com colaboradores de instituições/organizações ou órgãos municipais de diferentes instâncias e lugares do Brasil.

4.2.5 Análise das entrevistas: Fase 2 - Percepção sobre a relevância dos indicadores

A segunda fase das entrevistas com ciclistas e *experts* em ciclomobilidade buscou obter o grau de relevância de 25 indicadores de adequabilidade ciclovitária. Primeiramente, os participantes responderam um formulário, sob instrução do pesquisador, em seguida foi aplicado o método dos intervalos sucessivos, conforme abordado nos procedimentos metodológicos (seção 3.2.2). A Tabela 13 apresenta os indicadores abordados e a distribuição de frequência de respostas por categoria de concordância da escala de Likert adotada com 11 níveis. Uma maior quantidade de níveis foi adotada de modo a obter uma maior precisão na diferença de respostas.

Tabela 13 - Distribuição de respostas para os 25 indicadores, por categorias adotadas.

GRAU DE RELEVÂNCIA SOBRE INDICADORES DE ADEQUABILIDADE CICLOVIÁRIA											
Nº INDICADOR	FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS POR CATEGORIA (N = 32)										
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1 Volume de veículos motorizados	-	-	-	-	-	-	2	4	14	8	4
2 Velocidade de veículos motorizados	-	-	-	-	-	-	-	4	3	7	18
3 Estacionamento adjacente	-	-	-	-	8	14	4	2	3	-	1
4 Paradas de transporte público	-	-	3	10	6	7	5	-	1	-	-
5 Tipo de uso do solo	-	-	-	7	6	11	6	2	-	-	-
6 Restrições de visibilidade	-	-	4	3	5	10	5	3	-	2	-
7 Condições do pavimento	-	-	1	-	1	5	8	6	8	3	-
8 Configuração faixas de tráfego	-	-	1	2	3	1	11	5	6	2	1
9 Entradas de garagem	-	3	6	9	9	2	2	1	-	-	-
10 Volume de veículos pesados	-	-	-	-	2	-	-	5	10	10	5

(continua)



Nº INDICADOR	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
11 Declividade da rua	-	-	3	4	9	8	5	3	-	-	-
12 Pontos de conflito	-	-	-	3	-	5	7	3	5	5	4
13 Rotatórias	-	1	3	3	5	6	3	1	4	4	2
14 Acessos laterais	-	-	2	-	2	5	13	6	2	2	-
15 Distância de travessia	-	1	2	3	-	5	10	6	3	2	-
16 Presença de cicloestrutura	-	-	-	-	-	-	-	-	4	14	14
17 Largura de cicloestrutura	-	-	-	-	-	-	-	4	14	12	2
18 Proteção da cicloestrutura	-	-	-	-	-	-	7	4	12	6	3
19 Iluminação noturna	-	-	-	-	-	3	6	9	8	5	1
20 Sombreamento/arborização	-	-	-	1	5	3	11	5	5	1	1
21 Sinalização Horizontal	-	-	-	-	-	2	4	9	8	8	1
22 Sinalização Vertical	-	-	-	-	2	2	8	10	7	2	1
23 Largura da faixa externa	-	-	-	-	4	7	6	5	6	3	1
24 Volume de ciclistas na rua	-	-	-	-	-	2	7	11	3	3	6
25 Volume de ciclistas na cicloestrutura	-	-	-	1	1	13	5	6	4	1	1

Nota: As categorias de avaliação correspondem a: 0 Nenhuma (relevância), 1 Baixíssima, 2 Baixa, 3 Superficial, 4 Moderada (leve), 5 Moderada (regular), 6 Moderada (notável), 7 Acentuada, 8 Alta, 9 Altíssima e 10 Absoluta (relevância). Os valores sem nota foram representados por um traço (-), para melhor visualização da tabela.

Fonte: Elaboração própria (2023).

De modo análogo ao realizado para os questionários *online*, foram realizados os cálculos para frequência relativa e acumulada, detecção de limites e ordenadas, valor estimado e distância entre categorias de concordância, além da diferença entre escalas de referência acumulada e valor da categoria (Equações 1 a 09 - Seção 3.2.1). Os mesmos cálculos foram realizados para cada um dos 25 indicadores do formulário mais aprofundado das entrevistas. O questionário *online* tratou de especificidades sobre as interseções, enquanto as entrevistas trataram de especificidades sobre as cicloestruturas e segmentos compartilhados, mas também de aspectos em comum com as interseções. Não importa a diferença de níveis da escala de Likert utilizadas entre o questionário e os formulários na entrevista, pois houve a conversão para a escala de 0-1 ao final da aplicação do método. Isso permitiu uma análise de modo análogo. A Tabela 14 apresenta os indicadores com os valores da média ponderada e da escala 0-1 por ordem de relevância.



Tabela 14 - Valor dos indicadores em ordem escalar de 0 a 1, do maior para o menor nível de relevância, segundo ciclistas cotidianos e *experts* em ciclomobilidade.

ORDEM	INDICADOR	MÉDIA PONDERADA	ESCALA 0 - 1	ANÁLISE VISUAL
1º	Presença de cicloestrutura	3,005	1,000	
2º	Velocidade de veículos motorizados	2,986	0,986	
3º	Largura de cicloestrutura	2,781	0,840	
4º	Volume de veículos motorizados	2,771	0,833	
5º	Volume de veículos pesados	2,758	0,824	
6º	Proteção da cicloestrutura	2,677	0,766	
7º	Volume de ciclistas na rua	2,637	0,738	
8º	Sinalização horizontal	2,600	0,712	
9º	Iluminação noturna	2,541	0,669	
10º	Pontos de conflito em interseções	2,493	0,635	
11º	Sinalização vertical	2,446	0,602	
12º	Largura da faixa externa	2,371	0,548	
13º	Condições do pavimento	2,357	0,538	
14º	Configuração das faixas de tráfego	2,313	0,507	
15º	Sombreamento/arborização	2,298	0,496	
16º	Volume de ciclistas na cicloestrutura	2,286	0,488	
17º	Acessos laterais	2,206	0,430	
18º	Rotatórias	2,177	0,410	
19º	Estacionamento adjacente	2,150	0,390	
20º	Distância de travessia	2,133	0,379	
21º	Restrições de visibilidade	1,974	0,265	
22º	Tipo de uso do solo	1,916	0,224	
23º	Declividade da rua	1,874	0,194	
24º	Paradas de transporte público	1,803	0,143	
25º	Entradas de garagem	1,602	0,000	

Nota: os indicadores foram representados por diferenças de cor, referentes ao efeito do indicador, onde: azul corresponde efeitos positivos e rosa, efeitos negativos, de acordo com abordagem tratada na tese.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Conforme distinção do efeito dos indicadores apresentado na Tabela 14, verifica-se que os indicadores de efeito positivos possuíram uma ordem de maior relevância do que os negativos, de modo geral. Os 3 primeiros indicadores de efeito positivo estão associados às cicloestruturas: Presença, Largura e Proteção da cicloestrutura, respectivamente. Enquanto os 3 primeiros indicadores de efeito negativo estão associados aos veículos motorizados: Velocidade, Volume e tamanho (Veículos pesados) de veículos motorizados. De acordo com



essa percepção, fica claro, a importância relativa das cicloestruturas e o impacto negativo associado aos veículos motorizados, considerando o contexto brasileiro.

Ainda com base nos dados coletados a partir das entrevistas, foi feita uma comparação entre a soma das notas avaliadas entre as 2 populações participantes. A Tabela 15 apresenta a ordem dos indicadores de modo comparativo, bem como, as notas para cada variável e a soma total. No tocante a soma das notas para cada população, verifica-se que os ciclistas apresentaram um valor menor. Isso significa que a distribuição de notas pelos ciclistas cotidianos foi menos associada a notas máximas, ou seja, foi mais criteriosa do que a dos *experts*, de modo geral.

Tabela 15 - Comparação entre as respostas das populações de ciclistas cotidianos e *experts* em ciclomobilidade.

CICLISTAS COTIDIANOS			EXPERTS EM CICLOMOBILIDADE	
Soma das notas	Indicador	Ordem	Indicador	Soma das notas
150	Presença de cicloestrutura	1º	Velocidade veículos motorizados	154
141	Velocidade veículos motorizados	2º	Presença de cicloestrutura	148
137	Largura de cicloestrutura	3º	Volume de veículos pesados	134
131	Volume de veículos motorizados	4º	Volume de veículos motorizados	133
129	Volume de veículos pesados	5º	Largura de cicloestrutura	131
127	Proteção da cicloestrutura	6º	<u>Sinalização horizontal</u>	126
124	Volume de ciclistas na rua	7º	Proteção da cicloestrutura	123
118	Iluminação noturna	8º	<u>Pontos de conflito em interseções</u>	120
116	Sinalização horizontal	9º	Volume de ciclistas na rua	116
106	Sinalização vertical	10º	Iluminação noturna	115
105	<u>Largura da faixa externa</u>	11º	Sinalização vertical	114
103	Condições do pavimento	12º	<u>Configuração das faixas de tráfego</u>	112
102	Pontos de conflito em interseções	13º	Condições do pavimento	109
100	<u>Acessos laterais</u>	14º	Sombreamento/arborização	104
99	<u>Distância de travessia</u>	15º	<u>Volume de ciclistas (cicloestrutura)</u>	103
94	Sombreamento/arborização	16º	<u>Largura da faixa externa</u>	102
93	Rotatórias	17º	<u>Estacionamento adjacente</u>	92
92	Volume de ciclistas (cicloestrutura)	18º	<u>Acessos laterais</u>	91
90	Configuração das faixas de tráfego	19º	Rotatórias	86
82	Estacionamento adjacente	20º	<u>Tipo de uso do solo</u>	85
75	Restrições de visibilidade	21º	<u>Distância de travessia</u>	84
67	Declividade da rua	22º	Restrições de visibilidade	81
65	Tipo de uso do solo	23º	Declividade da rua	78
59	Paradas de transporte público	24º	Paradas de transporte público	74
51	Entradas de garagem	25º	Entradas de garagem	56
2556	TOTAL		TOTAL	2671



Nota: os indicadores foram representados por diferenças de cor, referentes ao efeito do indicador, onde: azul corresponde a efeitos positivos e rosa, efeitos negativos. Os indicadores sublinhados referem-se àqueles com maior grau de diferença comparativa entre as populações participantes.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Através da comparação entre cada uma das populações, percebe-se que há algumas diferenças entre a ordem de relevância avaliada, mas de modo geral, as notas obtiveram uma ordem de maior proximidade, sobretudo entre os primeiros e últimos classificados. Foi verificado que os indicadores de Sinalização horizontal, Pontos de conflito em interseções, Configuração das faixas de tráfego, Volume de ciclistas na cicloestrutura e Estacionamento adjacente foram mais evidenciados pelos *experts* em ciclomobilidade. Enquanto, outros como a Largura da faixa externa, Acessos laterais e Distância de travessia foram mais evidenciados pelos ciclistas cotidianos.

4.2.6 Análise das entrevistas: Fase 3 – Percepção geral sobre o planejamento cicloviário

A partir das entrevistas realizadas com ciclistas e *experts* foi realizada uma análise lexical do conjunto de palavras registradas a partir das evocações dos participantes. Tal análise compreende uma nuvem de palavras a qual representa graficamente aquelas com maior importância em termos de frequência no corpus textual. Assim, buscou-se facilitar a compreensão da análise das entrevistas, tornando-a mais simples de visualizar. O número de textos utilizados foi 32 (de acordo com o número de participantes), sendo 102 segmentos de textos e 3546 ocorrências de palavras.

A Figura 09 apresenta os resultados da fase 3 das entrevistas através de uma nuvem de palavras. Verificou-se que as 10 palavras mais evocadas foram: “ciclista” (frequência = 49), “bicicleta” (f = 44), “via” (f = 38), “trânsito” (f = 34), “rua” (f = 33), “interseção” (f = 32), “veículo” (f = 31), “pedalar” (f = 29), “velocidade” (f = 29) e “faixa” (f = 26). Entre estas palavras verifica-se que o usuário (o próprio ciclista) e seu veículo (a bicicleta) são, naturalmente, o centro das discussões.



A partir do reconhecimento e avaliação dos indicadores ciclovitários que influem no pedalar, os participantes foram levados a opinar sobre aspectos gerais dessas variáveis, como sua relevância, seus efeitos ou exemplos práticos do cotidiano. Diversos aspectos dos resultados de percepção apresentados a partir das análises inferenciais (seções 4.2.3 e 4.2.5) foram corroborados pelas falas dos participantes. Entre as pontuações acerca dos indicadores de efeitos positivos, destaca-se a presença de cicloestruturas, suas características e importância diante do contexto em que devem estar presentes. Isso foi destacado tanto por ciclistas cotidianos, quanto pelos *experts* em ciclomobilidade, muitos desses também ciclistas cotidianos. Algumas dessas observações, podem ser vistas através das citações a seguir.

“Entre os mais importantes (indicadores) de serem promovidos sem dúvidas são as ciclofaixas (cicloestruturas) com uma largura agradável” (Participante 21, ciclista cotidiano).

“(...) é preciso analisar a tipologia de cada via para definir a configuração ideal de cada cicloestrutura” (Participante 5, expert).

“Cicloestrutura segregada é muito importante em vias de alta velocidade” (Participante 13, expert).

“Áreas com ciclovias são as que oferecem maior segurança. Na sua ausência ciclofaixas e rotas são soluções pra alguns locais, mas que oferecem, ainda assim, medo pra quem não possui tanta destreza. Agora ruas que não possuem nenhum desses exemplos não são seguras enquanto mantiverem uma velocidade média dos carros acima de 40km/h” (Participante 1, expert).

Percebe-se na fala dos participantes, uma associação direta entre a necessidade de cicloestruturas, sobretudo, em vias com excesso de velocidade. Isso vai ao encontro do que as preconizações de moderação de tráfego e segurança ciclovitária estabelecem, como observado na maioria das falas dos *experts*. Outros indicadores de efeito positivo evocados pelos participantes foram: o volume de ciclistas, *“(...) andar em grupo também dá muito mais segurança”* (Participante 21, ciclista cotidiano); sombreamento, *“Qualquer sombra na rua já é atrativa”* (Participante 19, ciclista cotidiano); iluminação *“Prefiro ruas mais iluminadas pra se sentir mais segura”* (Participante 19, ciclista cotidiano).

Alguns destaques com relação a falta ou problemas entre os indicadores de efeito positivo trataram da: iluminação e restrições de visibilidade, *“Me sinto inseguro ao pedalar a noite, mais por causa da visibilidade que é precária, não consigo visualizar o pavimento”* (...) *“Já sofri um acidente por causa da falta de visibilidade, um carro tentou uma ultrapassagem arriscada e acabou me jogando para o canto da pista”* (Participante 31, ciclista cotidiano);



sinalização, “A **sinalização** (horizontal) muitas vezes está apagada, precisa haver mais manutenção” (Participante 14, expert).

Com relação aos indicadores de efeitos negativos, esses foram principalmente associados a questão da velocidade de veículos motorizados. Outro fator importante destacado se refere aos problemas frente às interseções, como cruzamentos e rotatórias. Ademais, outras variáveis foram levantadas pelos participantes, assim como, algumas falas buscaram contextualizar, através de experiências do cotidiano (Apêndice H). A seguir são apresentadas algumas citações sobre os aspectos abordados.

*O maior risco pra mim é a alta **velocidade** dos veículos somada ao **tamanho e volume** de passagem destes” (Participante 7, expert).*

*“A **velocidade** dos veículos assusta, já levei fino de carros e ônibus”. (Participante 31, ciclista cotidiano).*

*“Acredito que o **volume motorizado** é pior do que uma via com maior velocidade. Congestionamentos são muito complicados, sempre procuro um caminho mais tranquilo ou que tenha ciclofaixas” (Participante 21, ciclista cotidiano).*

*“A ausência de placas, demarcações no chão e **sinais** geram sim uma percepção de falta de segurança, mas o que mais oferece risco de atropelamento e morte é a **velocidade** da via” (Participante 3, expert).*

*“As **paradas de ônibus** dificultam a pedalada, às vezes tenho que ir para o meio fio” (Participante 31, ciclista cotidiano).*

*“Os **cruzamentos** são um grande problema, depois de uma colisão que sofri em um cruzamento sem **semáforo**, com longa **distância** ao cruzar, baixa **visibilidade** e veículos em alta **velocidade**, fiquei com trauma de percorrer certos trechos com a bicicleta” (Participante 20, ciclista cotidiano).*

*“**Rotatórias** com ciclofaixa unidirecional torna natural a presença do ciclista na pista, em contextos de disputa de espaço entre carro e bicicleta” (Participante 22, ciclista cotidiano).*

*“**Rotatórias** são bastante perigosas e causam situações de disputa por espaço” (Participante 13, expert).*

*“**Rotatórias** só são boas para os carros. São sempre péssimas para os ciclistas e para os pedestres.” (Participante 19, ciclista cotidiano).*

Além dos aspectos sobre os efeitos dos indicadores, foram destacados alguns elementos importantes das evocações dos *experts* em ciclomobilidade sobre o planejamento cicloviário, com ênfase na segurança de trânsito, e sobre a importância do uso da bicicleta. Percebe-se que a segurança cicloviária é um dos itens (destacado como de grande importância) capazes de melhorar o fomento e os benefícios do uso da bicicleta, mas para



efetivar uma mobilidade ciclovária, de fato, também são necessárias outras medidas no campo socioeconômico e político. Tais evocações são exemplificadas, a seguir:

*“Os **indicadores** apresentados são bastante abrangentes e representam bem os problemas enfrentados pelos ciclistas na rua” (Participante 14, expert).*

*“Sem **infraestrutura segura** para o ciclista e educação no trânsito, continuaremos a ter mais e mais carros nas ruas e mais pessoas que poderiam usar a bicicleta como meio de transporte apenas utilizando como lazer” (Participante 2, expert).*

*“Isso (a segurança viária) só é possível através do fomento de possibilidades de deslocamento **para além do automóvel**. Transporte público de qualidade e gratuito. Caminhabilidade acertada. E mais importante ainda, uso do solo que configure e permita viagens curtas e rápidas para a maior parte das necessidades de um cidadão” (Participante 12, expert).*

*“Percebo que mais do que medidas urbanísticas, é necessária uma **conscientização** de motoristas (e motociclistas, principalmente) sobre a convivência pacífica com ciclistas” (Participante 15, expert).*

*“Penso que o desenvolvimento de uma **cultura da bicicleta** na cidade viabiliza um maior uso do modal. Passa por campanhas de educação de trânsito, medidas de desestímulo ao uso do veículo individual privado, intermodalidade com o transporte coletivo e aumento de infraestrutura ciclovária” (Participante 11, expert).*

*“Saúde física e mental, **benefícios** econômicos no deslocamento urbano, integração com o espaço urbano, na medida em que pedalar é evidenciar o espaço das cidades em suas faces, contrastes e desigualdades, deve-se reforçar o aspecto sustentável da bicicleta” (Participante 11, expert).*

Por fim, quando questionados se haveria alguma variável não apresentada, foram citados fatores como: o fluxo de pedestres nas interseções, além da necessidade de avaliar calçadas ou passeios compartilhados entre pedestres e ciclistas; situações de risco devido a elementos de drenagem na via; a importância de estacionamento para bicicletas (como paraciclos e bicicletários); a conexão entre as vias ciclísticas e a intermodalidade entre diferentes modos de transporte. Entre essas características, algumas estiveram presentes na revisão da literatura (fluxo de pedestres e elementos de drenagem), mas não foram selecionadas devido à baixa aplicabilidade. Contudo, considera-se importante tratar de tipos específicos de configurações espaciais que contemplam o ciclista, como os passeios compartilhados. Já os estacionamentos para bicicletas e características que envolvem a conectividade entre rotas e a intermodalidade são importantes, mas são fatores que exercem



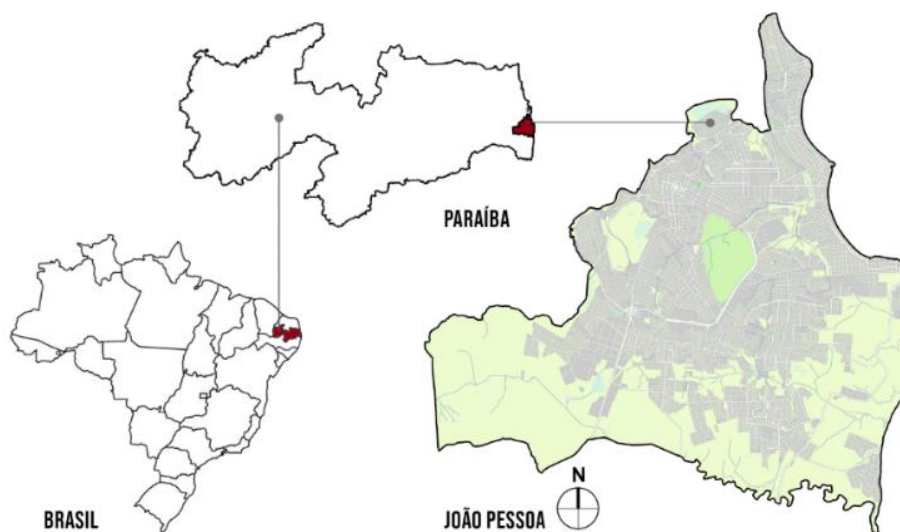
efeito em um nível mais amplo de avaliação da mobilidade por bicicleta (a ciclabilidade). Por isso, não foram contemplados na presente discussão sobre aspectos de adequabilidade cicloviária.

4.3 Etapa III: Estudo de caso

4.3.1 Características físico-ambientais e de tráfego de João Pessoa-PB

O estudo de caso deste trabalho foi realizado em João Pessoa, localizada no litoral da Paraíba, Nordeste do Brasil (Figura 10). Nesta cidade a bicicleta representa apenas cerca de 3% (34mil) dos deslocamentos diários (PMJP, 2020). A infraestrutura cicloviária contempla cerca de 85 km (Figura 11). Alguns eixos funcionam de modo temporário, para o uso de lazer e esporte. A primeira cicloestrutura da cidade foi construída na década de 80, mas só a partir dos anos 2000 novas infraestruturas passaram a ser construídas, de modo mais significativo através de ciclofaixas (BATISTA, 2019). Elas estão localizadas de modo desigual e desconectado no território, com prevalência nos bairros litorâneos, também predominantemente turísticos e de maior nível de renda. Esta seção tem como finalidade apresentar as características físico-ambientais e de tráfego de João Pessoa-PB, com ênfase para os bairros da zona de localização do estudo de caso, selecionados sob critérios abordados nos procedimentos metodológicos. O Anexo 02 apresenta o mapa de João Pessoa com a indicação de todos os bairros delimitados da cidade.

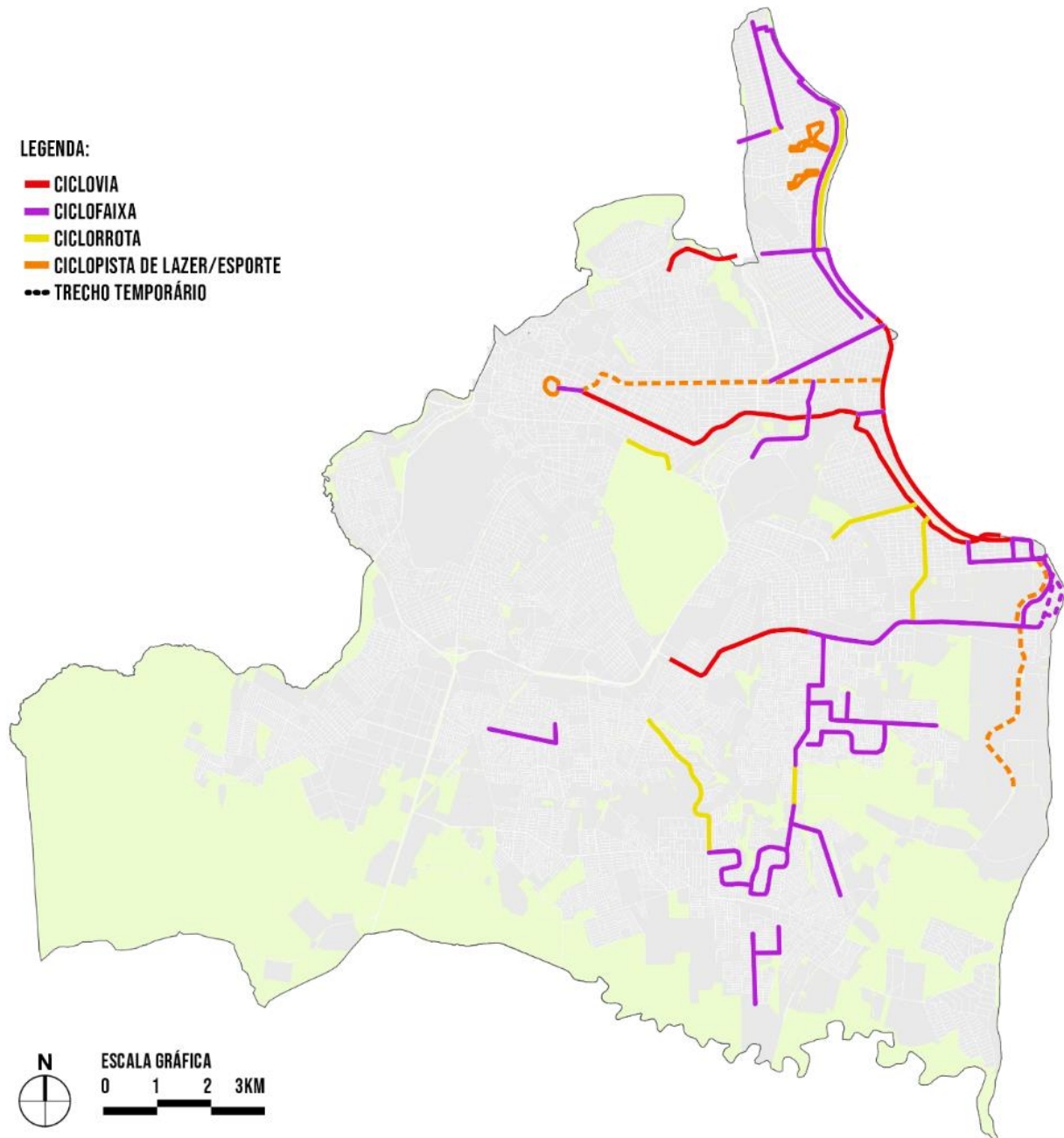
Figura 10 - Localização da cidade de João Pessoa-PB, Brasil.



Fonte: Elaboração própria (2023).



Figura 11 - Mapa com a malha ciclovitária da cidade de João Pessoa-PB, Brasil.



Nota: Total da extensão completa de cicloestruturas em João Pessoa-PB = 85km (aproximadamente), entre: ciclovias (19 km), ciclofaixas (38 km), ciclorrotas (11 km) e ciclopistas de lazer e esporte (17 km). Os trechos temporários funcionam em horários pré-determinados e sinalizados, por exemplo o circuito da ciclofaixa de lazer aos domingos na Av. Epitácio Pessoa (linha tracejada horizontal no mapa) ou o circuito da ciclorrota esportiva durante o início das manhãs na Av. Panorâmica (linha tracejada vertical no mapa).

Fonte: Elaboração própria (2023) com base em dados de Batista (2019) e Pedagogia Urbana (2023).



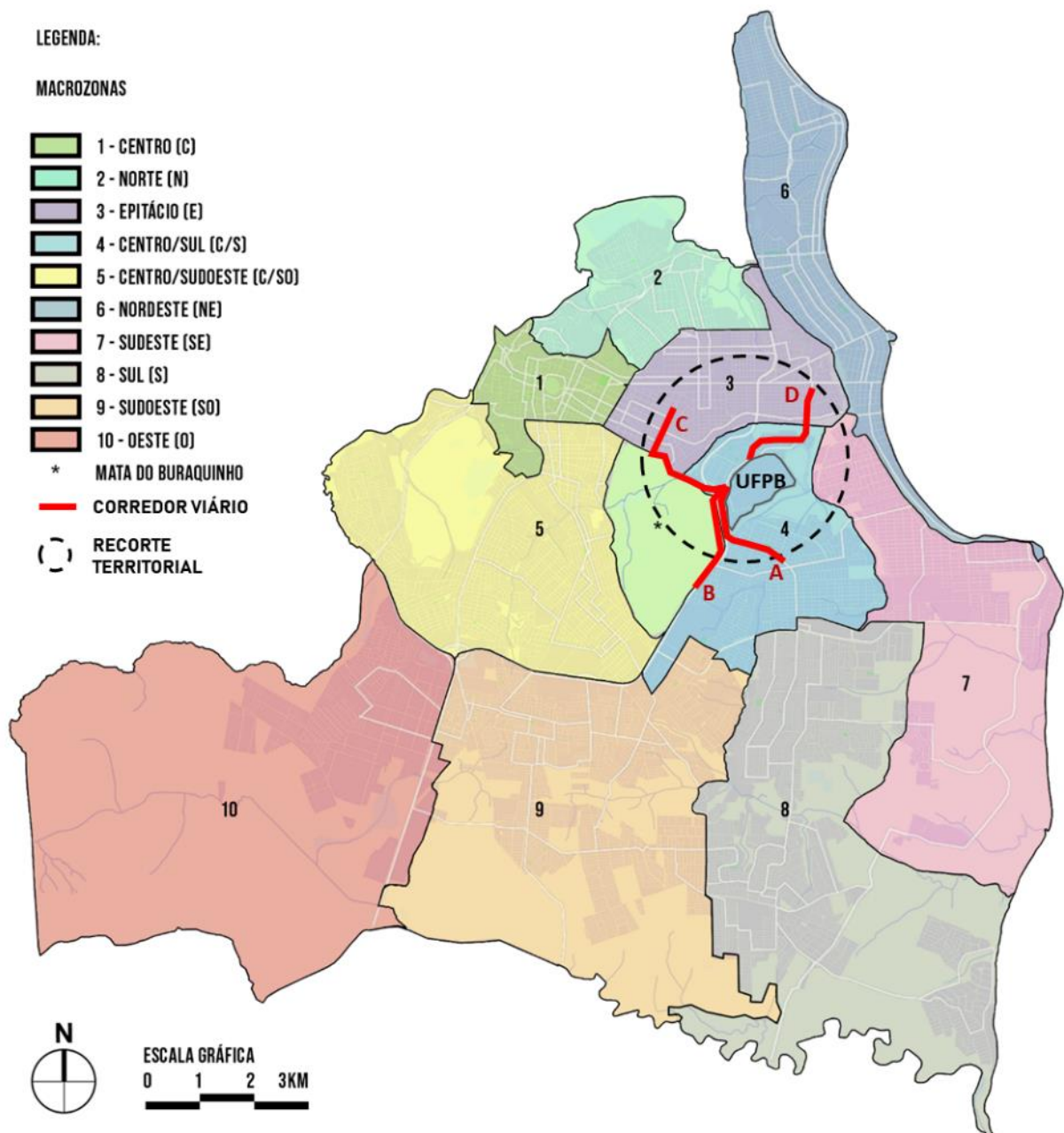
Para o estudo de caso, foi escolhida a macrozona de tráfego Centro/Sul, com recorte territorial nos arredores do importante polo gerador de viagens que é a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) (Figura 12). A UFPB possui conexões viárias com os bairros vizinhos (Torre, Castelo Branco, Bancários e Miramar) e suas cicloestruturas existentes na cidade. Segundo dados de PMJP (2020), a população desses bairros vem apresentando uma variação crescente desde a última década, com aumento expressivo nos bairros Bancários (60 a 85%) e Miramar (10 a 35%), e de modo menos expressivo, nos bairros da Torre e Castelo Branco (1 a 10%). Além disso, a densidade média desses bairros gira em torno de 7.000 a 11.500 hab./km², com destaque para o bairro do Castelo Branco que possui uma das maiores densidades de pessoas por domicílio da cidade (3 a 3,5). Quanto maior a população, maior o fluxo de viagens.

O padrão de uso da região avaliada possui um caráter misto, com zona comercial e de prestação de serviços frente às vias arteriais ou coletoras de acesso e circulação principal entre os bairros, além do caráter predominantemente residencial nas zonas internas dos bairros. Alguns PGV da região incluem: a UFPB, o Hospital Universitário e outros hospitais no bairro da Torre, mercados públicos (Castelo Branco, Torre e Miramar), hipermercados e shopping (Bancários), entre outros. Nesse contexto, tais bairros apresentam alta proporção de empregos formais e informais (de 30% a mais de 40%) (PMJP, 2020).

O nível de renda média domiciliar por bairro varia na área de estudo, sendo menos expressiva no Castelo Branco (de 2 a 3 SM) e mais nos Bancários e Miramar (de 4 a 5 ou mais SM). De modo análogo, a renda esteve associada a uma maior taxa de motorização por posse de automóvel nesses bairros. Por outro lado, as maiores taxas de motorização por motocicleta ocorrem em bairros de menor renda. Em João Pessoa, a evolução da frota de automóveis aumentou cerca de 80% na última década, contudo mais de 50% das famílias não possuem automóvel. A divisão modal das viagens realizadas em João Pessoa apresenta um alto índice de viagens a partir de transportes individuais motorizados (45%), sendo 30% para transportes ativos (inclusos 3% para bicicletas), 21% para transportes coletivos e outros (4%) (PMJP, 2020).



Figura 12 - Representação das macrozonas de tráfego da cidade de João Pessoa-PB com recorte territorial da área de estudo e rotas de conexão com a UFPB.



Nota: As linhas vermelhas indicam importantes corredores viários conectados à UFPB e que levam para as várias zonas da cidade, onde:

A - Rua Empresário João Rodrigues Alves (UFPB - Bancários - zona Sul);

B - Via expressa Padre Zé e Rua Diógenes Chianca (UFPB - Água Fria/Bancários - zona Sudoeste);

C - Av. Dom Pedro II (UFPB - Torre/Centro - zona Epitácio/Centro);

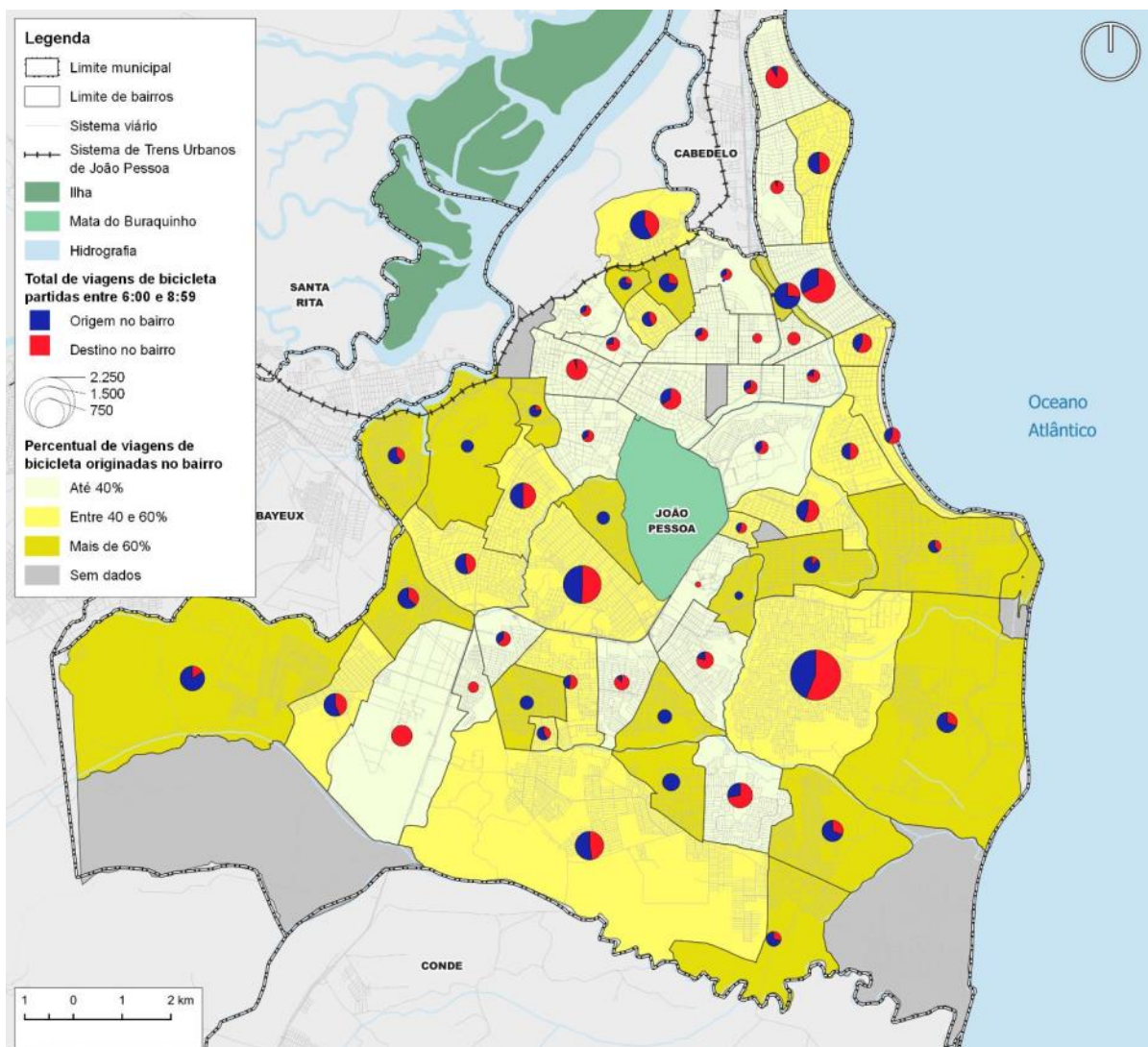
D - Rua Tito Silva (UFPB - Castelo Branco - zona Epitácio/Nordeste).

Fonte: Elaboração própria (2023).



De modo geral, os horários de pico na cidade ocorrem nas faixas horárias de 6:45-7:45h, 12:20-13:20h e 17:05-18:05h (PMJP, 2020), com predominância de ciclistas no período do fim da tarde entre 17h-18h (BATISTA, 2019). A Figura 13 apresenta um percentual de viagens de bicicleta no período da manhã em João Pessoa. Entre os bairros em questão, observa-se que Bancários é um bairro mais originário de viagens de bicicleta, enquanto os demais destinatários. Já a Figura 14 demonstra a atração de viagens em dia útil por zonas de tráfego em João Pessoa, onde percebe-se a zona da UFPB como um dos maiores atratores da cidade, com localização territorial central na cidade.

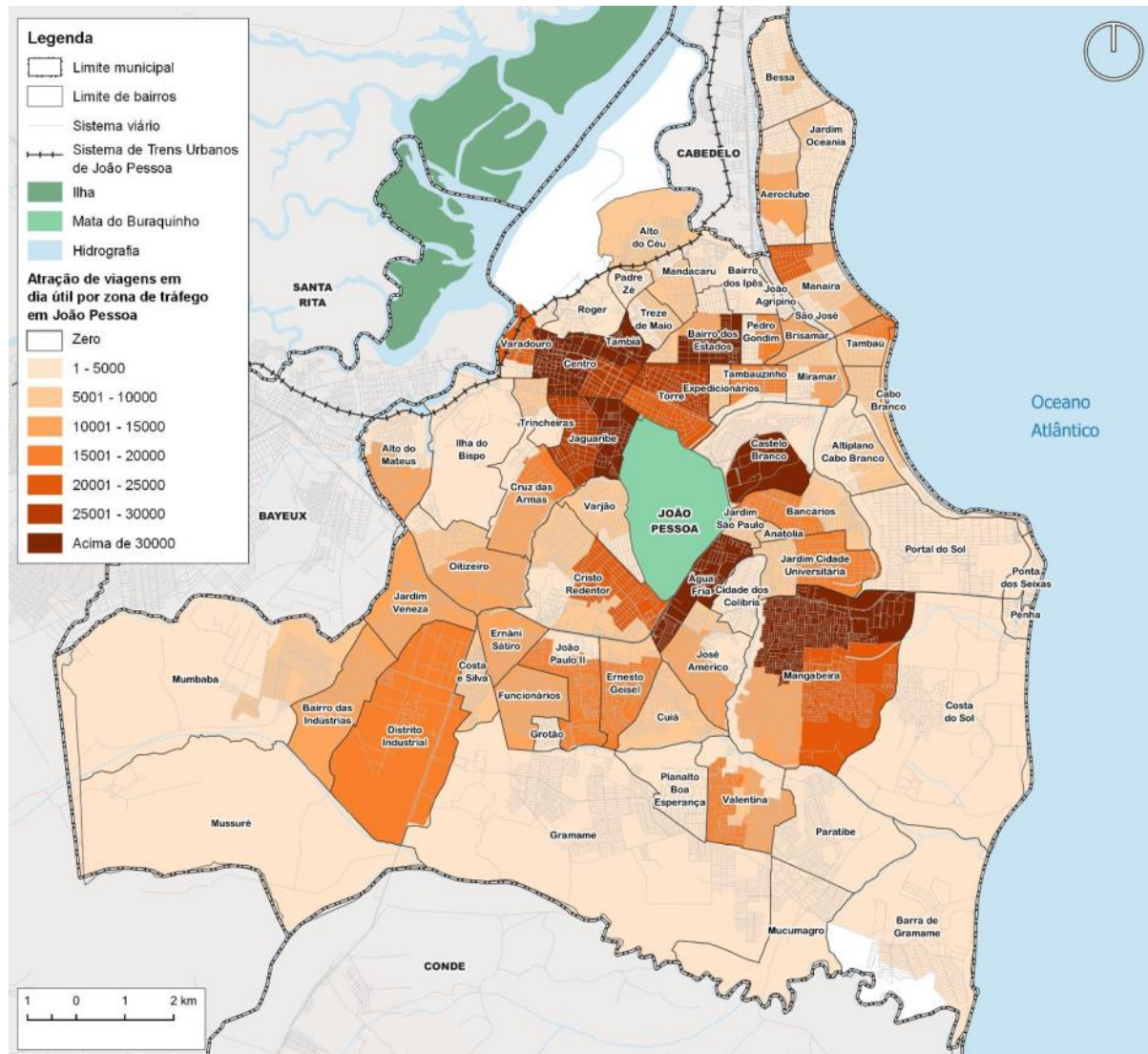
Figura 13 - Origem e destinos por modo de transporte: bicicleta, em João Pessoa.



Fonte: CONSÓRCIO CONCREMAT-COMAP-SISTRAN, 2019 *apud*. PMJP (2020).



Figura 14 - Atração de viagens por zonas de tráfego em João Pessoa.

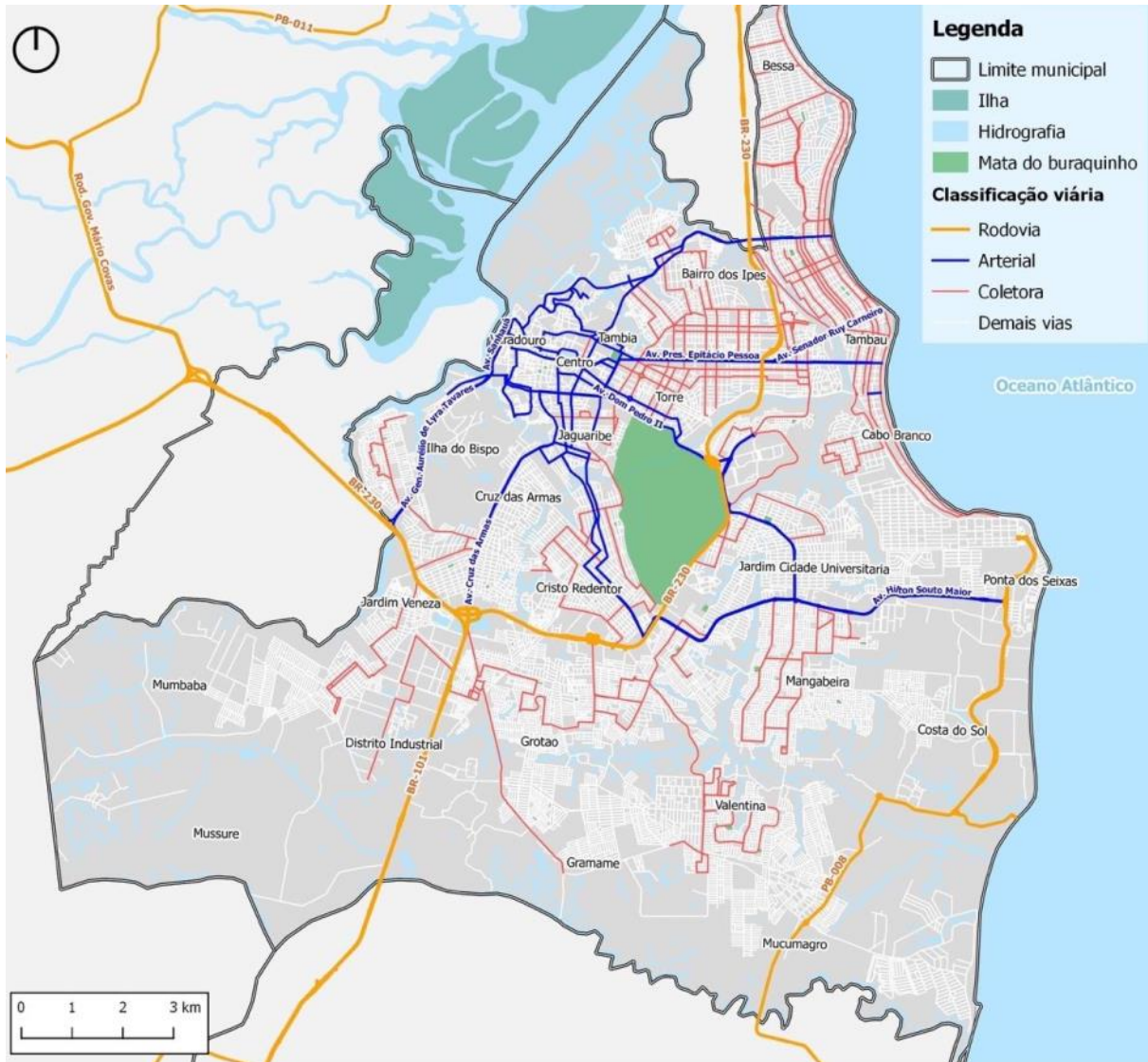


Fonte: CONSÓRCIO CONCREMAT-COMAP-SISTRAN, 2019 *apud*. PMJP (2020).

É notório que os *campi* universitários são grandes atratores do modo de transporte por bicicleta (CEVADA, 2015). Os bairros estudados possuem alta proporção de população estudante (de 20% a 30%), devido aos polos geradores de viagem das Universidade Federal da Paraíba e Centro Universitário de João Pessoa (Unipê), além de outros equipamentos educacionais de ensino público e privado. As viagens por motivo de estudo englobam uma parcela significativa de usuários do transporte ativo em João Pessoa, mas ainda se percebe um nível de ciclistas reduzido perante a potencialidade de demanda na região de estudo. Avaliações como as propostas na presente tese contribuem para diagnosticar possíveis entraves de atração de viagens na região de estudo. O momento histórico é importante para

o planejamento ciclovitário da área, uma vez que se encontram em andamento grandes obras⁵ no sistema viário as quais trarão grandes modificações espaciais e no fluxo de viagens no entorno da UFPB e conexões. A Figura 15 apresenta o sistema viário de João Pessoa, com ênfase para a área de estudo.

Figura 15 - Classificação viária de João Pessoa.



Fonte: CONSÓRCIO CONCREMAT-COMAP-SISTRAN, 2019 *apud*. PMJP (2020).

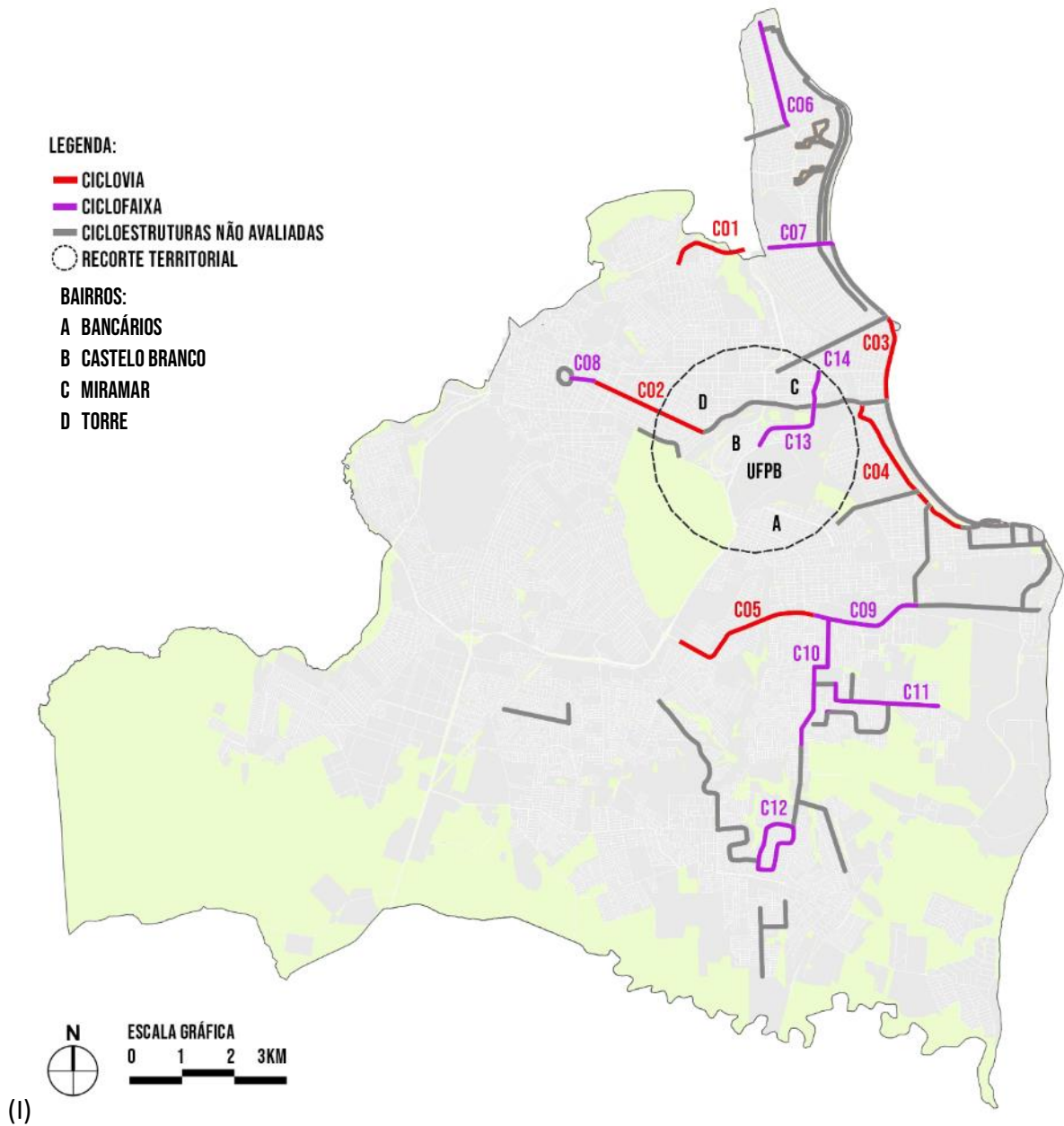
O recorte territorial definido para o estudo de caso contempla vias de importantes rotas de conexões para todas as direções da cidade, como as macrozonas Centro, Sudoeste,

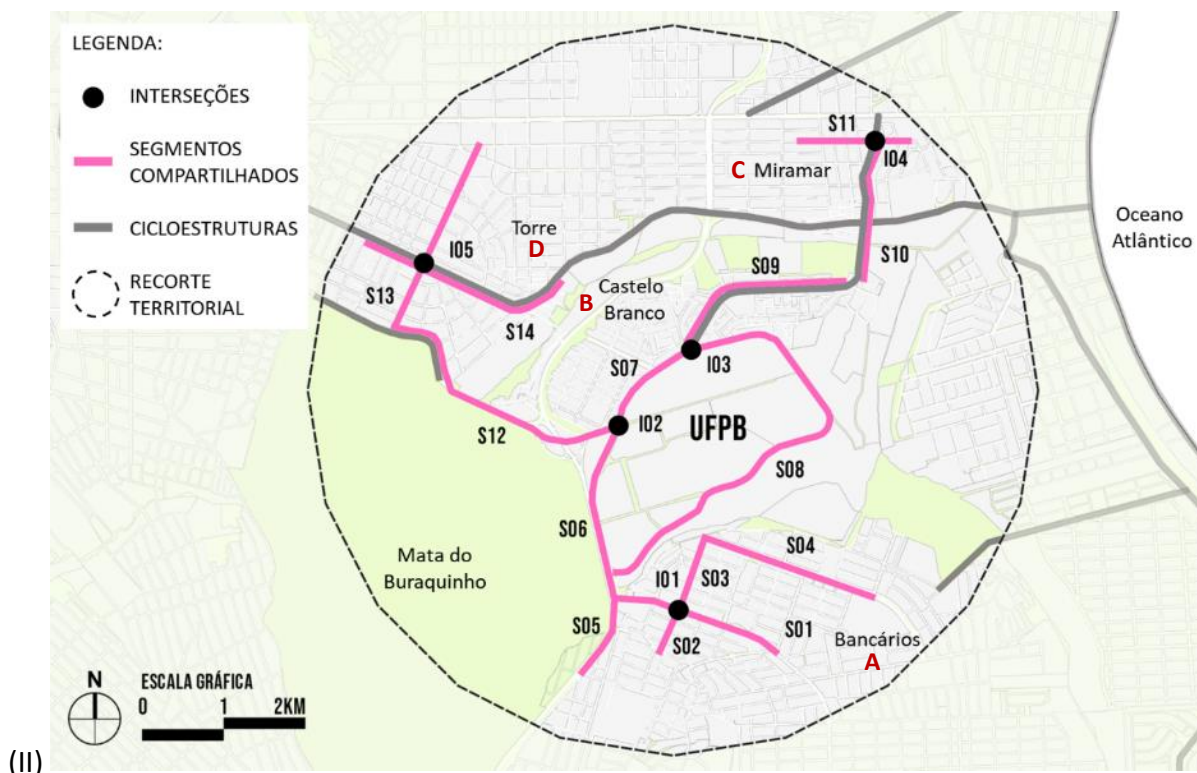
⁵ As grandes obras em questão trata-se da abertura de pontes que cortarão de maneira impactante as matas ciliares ao redor do campus da UFPB e farão a conexão entre os bairros Bancários e Altiplano com a Av. Tabelião Estanislau Eloy, a qual circunda a universidade.



Sul, Sudeste e Epitácio (PMJP, 2013). Nesse contexto, foram selecionadas 5 interseções, 14 eixos de cicloestruturas (entre ciclovias e ciclofaixas, sendo 12 eixos no contexto geral da cidade e 2 eixos dentro do recorte delimitado) e 14 segmentos compartilhados diversos para fazerem parte da avaliação através do índice proposto. Os mapas a seguir apresentam a localização específica das unidades de análise para cicloestruturas (Figura 16 - I), interseções e segmentos compartilhados (Figura 16 - II).

Figura 16 - Mapa de João Pessoa-PB com indicação das unidades de análise para o estudo de caso: (I) cicloestruturas e (II) interseções e segmentos viários.





4.3.2 Desenvolvimento do Índice de Qualidade Ciclovária para Interseções, Cicloestruturas e Segmentos compartilhados - QualiCicloS

- Modelagem sob indicadores de adequabilidade

O Índice de Qualidade Ciclovária para Interseções, Cicloestruturas e Segmentos compartilhados ou QualiCicloS passou por um processo rigoroso de triagem de indicadores até chegar em sua composição final. Primeiramente, a seleção foi baseada na revisão sistemática da literatura, a qual possibilitou o estudo de cerca de 40 tipos de variáveis diversas, sob 3 unidades de análise: as interseções, cicloestruturas e segmentos compartilhados. Após a exploração inicial e síntese desses indicadores (seção 4.1) foi possível verificar o nível de aplicabilidade, semelhanças/diferenças entre os indicadores e fazer uma primeira triagem.

Após a triagem inicial, 25 variáveis foram objetos de avaliação através da percepção de ciclistas cotidianos e *experts* em ciclomobilidade a partir de entrevistas (seção 4.2.5). Dessas 25 variáveis, 16 foram também objeto de avaliação através da percepção de ciclistas cotidianos a partir de questionários (seção 4.2.3), tratando especificamente sobre a unidade de análise de interseções viárias, dada a sua especificidade e lacuna de estudos sobre esse



tema. Após as avaliações de percepção, foi realizada a aplicação do método dos intervalos sucessivos, resultando em uma escala hierárquica com valores de importância ou relevância entre os 25 indicadores. Para os indicadores aplicáveis às interseções foi feita uma média da nota do MIS referente ao questionário e às entrevistas. Assim, foi aplicada a nota de corte (seção 3.3.1) e finalizada a segunda triagem.

A partir desse panorama, 4 categorias foram definidas para os indicadores, com base em suas características afins e verificação de categorias nos modelos de referência com base na revisão da literatura. As categorias foram: Infraestrutura, Sinalização, Tráfego e Ambiente. A terceira e última triagem, ocorreu a partir do conjunto de indicadores pré-selecionados⁶ a partir do MIS. O objetivo foi definir as variáveis específicas para cada um dos 3 subíndices referentes às 3 unidades de análise, resultando em 12 indicadores para cada subíndice, considerando seus respectivos pesos de importância/relevância e a nota de corte. 6 indicadores mantiveram-se em comum, entre os 3 subíndices, enquanto os demais foram ordenados, segundo a aplicabilidade para cada unidade de análise. O Quadro 13 apresenta o detalhamento de todo o processo de seleção de indicadores do modelo, além disso, foram especificadas as categorias temáticas por indicador. A Figura 17 apresenta um infográfico com a composição do QualiCiclos e a Tabela 16 especifica a ordem de importância e pesos dos indicadores classificados para as 3 unidades de análise.

⁶ As variáveis “Rotatória” e “Pontos de conflito em interseções” (cruzamentos) não foram incluídas por tratar-se de uma avaliação exploratória sobre os tipos de interseções (cruzamentos/rotatórias). Onde buscou-se compreender o grau de relevância entre elas.



Quadro 13 - Detalhamento do processo de triagem para definição de indicadores do QualiCiclos.

TRIAGEM DE INDICADORES PARA O QUALICICLOS					
MÉTODO DE PERCEPÇÃO		INDICADORES (selecionados para o QualiCiclos)	UNIDADES DE ANÁLISE (3ª triagem)		
Questionário (Q)	Entrevista (E)		Interseção	Cicloestrutura	Segmento
x	x	Presença de cicloestrutura	x	x	x
x	x	Velocidade de veículos motorizados	x	x	x
x	x	Volume de veículos motorizados	x	x	x
x	x	Sinalização horizontal	x	x	x
x	x	Condições do pavimento	x	x	x
x	x	Sinalização vertical	x	x	x
x	x	Largura da faixa lateral	x		x
x	x	Volume de veículos pesados	x		x
	x	Volume de ciclistas na rua	x		x
x	x	Configuração das faixas de tráfego		x	x
x	x	Sombreamento/arborização		x	x
x	x	Iluminação noturna		x	x
x	x	Estacionamento adjacente	x		
x	x	Restrições de visibilidade	x		
x	x	Distância de travessia	x		
	x	Proteção da cicloestrutura		x	
	x	Volume de ciclistas na cicloestrutura		x	
	x	Largura da cicloestrutura		x	
Outros indicadores sob análise de percepção (não selecionados a partir do Método dos Intervalos Sucessivos - 2ª triagem)					
Pontos de conflito (Q, E)		Tipo de Uso do solo (Q, E)	Paradas de Transporte público (E)		
Rotatórias (Q, E)		Acessos laterais (Q, E)	Entradas de garagem (E)		
			Declividade da rua (E)		
Outros indicadores identificados na literatura (não selecionados para a avaliação de percepção sob critérios de aplicabilidade - 1ª triagem)					
Canteiro central		Programas de transporte	Sinistros de trânsito		
Frequência de curvas		Nível de Serviço (automóveis)	Roubos e furtos		
Volume de pedestres		Existência de obstáculos/resíduos	Permeabilidade física		
Elementos de drenagem		Moderação de tráfego	Atraso de deslocamento (<i>delay</i>)		
Interações (<i>hindrance</i>)		Poluição sonora	Volume de tráfego na faixa direita		

Nota: os indicadores a partir da análise de percepção estão representados por cores de acordo com 4 categorias temáticas: (azul) = Infraestrutura, (rosa) = sinalização, (amarelo) = tráfego e (verde) = ambiente.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Figura 17 - Infográfico com a composição do QualiCiclos.



Fonte: Elaboração própria (2023). Design gráfico: Anderson Guedes.

Tabela 16 - Subíndices com indicadores classificados sob ordem de importância e seus respectivos pesos avaliados através do Método dos Intervalos Sucessivos.

ORDEM	SUBÍNDICES (UNIDADES DE ANÁLISE)					
	INDICADORES PARA INTERSEÇÕES		INDICADORES PARA CICLOESTRUTURAS		INDICADORES PARA SEGMENTOS	
		PESO		PESO		PESO
1º	Presença de cicloestrutura	1,0	Presença de cicloestrutura	1,0	Presença de cicloestrutura	1,0
2º	Velocidade motorizados	0,9	Velocidade motorizados	0,9	Velocidade motorizados	0,9
3º	Volume de veículos pesados	0,8	Largura da cicloestrutura	0,8	Volume motorizados	0,8
4º	Volume de ciclistas na rua	0,7	Volume motorizados	0,8	Volume de veículos pesados	0,8
5º	Volume motorizados	0,7	Proteção da cicloestrutura	0,8	Volume de ciclistas na rua	0,7
6º	Restrições de visibilidade	0,6	Sinalização horizontal	0,7	Sinalização horizontal	0,7
7º	Sinalização horizontal	0,6	Iluminação noturna	0,7	Iluminação noturna	0,7
8º	Estacionamento adjacente	0,6	Sinalização vertical	0,6	Sinalização vertical	0,6
9º	Condições do pavimento	0,6	Condições do pavimento	0,5	Largura da faixa lateral	0,5
10º	Distância de travessia	0,5	Faixas de tráfego	0,5	Condições do pavimento	0,5
11º	Largura da faixa lateral	0,5	Sombreamento/arborização	0,5	Faixas de tráfego	0,5
12º	Sinalização vertical	0,5	Volume de ciclistas	0,5	Sombreamento/arborização	0,5

Nota: os pesos dos indicadores foram arredondados para 1 casa decimal.

Categorias temáticas: (azul) = Infraestrutura, (rosa) = sinalização, (amarelo) = tráfego e (verde) = ambiente.

Fonte: Elaboração própria (2023).



- **Categorias e indicadores de avaliação do QualiCiclos**

O QualiCiclos é um índice geral composto por 3 subíndices de acordo com as unidades de análise. Além disso, é formado por 4 categorias (Infraestrutura, Sinalização, Tráfego e Ambiente) que configuram um conjunto de diferentes indicadores segundo elementos ou dimensões relacionadas com o desempenho ciclovitário. A seguir foram feitas algumas considerações sobre as categorias e seus respectivos indicadores, ressaltando características passíveis de avaliação. O Apêndice I apresenta um guia de aplicação do QualiCiclos com maiores detalhes sobre os critérios de avaliação e respectivas pontuações associadas.

A categoria **INFRAESTRUTURA** refere-se às características dos componentes físico-espaciais da via, determinantes para o desempenho dos transportes. É notadamente percebida pelos usuários das vias e gera implicações no conforto e segurança dos deslocamentos. Os 5 indicadores do QualiCiclos presentes nesta categoria são: Cicloestrutura, Travessia, Largura, Proteção e Pavimento; os quais, de modo geral, obtiveram alto grau de importância, segundo a percepção de ciclistas e *experts*, bem como, alto nível de aplicação, perante os modelos existentes na literatura.

O indicador **CICLOESTRUTURA** trata da presença de infraestrutura ciclovitária, seja ao longo de segmentos viários, seja nas adjacências de interseções (Figura 18). Considera-se o seu tipo, de acordo com uma maior segregação perante outros modais, como as ciclovias, as ciclofaixas e as ciclorrotas. Além disso, deve-se observar a direcionalidade da cicloestrutura, se é bidirecional ou unidirecional (nesse caso, observando se a cicloestrutura atende o duplo sentido de deslocamento, estando presente nos 2 lados da via). Busca-se responder o seguinte problema: A via possui cicloestrutura? De que tipo? Permite o fluxo em duplo sentido?

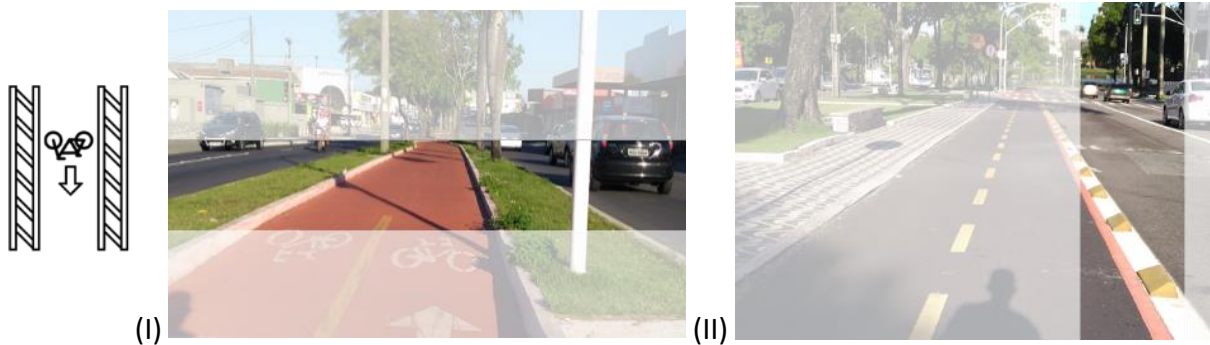
Figura 18 - Representação do indicador CICLOESTRUTURA, (I) ciclovia e (II) ciclofaixa.





O indicador **PROTEÇÃO** trata dos elementos que geram proteção às cicloestruturas, sendo uma variável específica para esse tipo de unidade de análise (Figura 19). Tais elementos se referem aos diferentes tipos de dispositivos utilizados para garantir a funcionalidade e segurança das cicloestruturas. Tanto para garantir uma segregação total (ciclovias) ou parcial (ciclofaixas) mais segura, impedindo as invasões de veículos motorizados, como para delimitar o espaço de uso do ciclista. Para tanto, deve estar em boas condições de manutenção e possuir tamanhos ou extensões adequadas. Busca-se responder o seguinte problema: A cicloestrutura possui elementos de proteção de forma adequada e em boas condições?

Figura 19 - Representação do indicador PROTEÇÃO, com destaque para segregação de ciclovia através de canteiro (I) e tachões sinalizados para ciclofaixa (II).

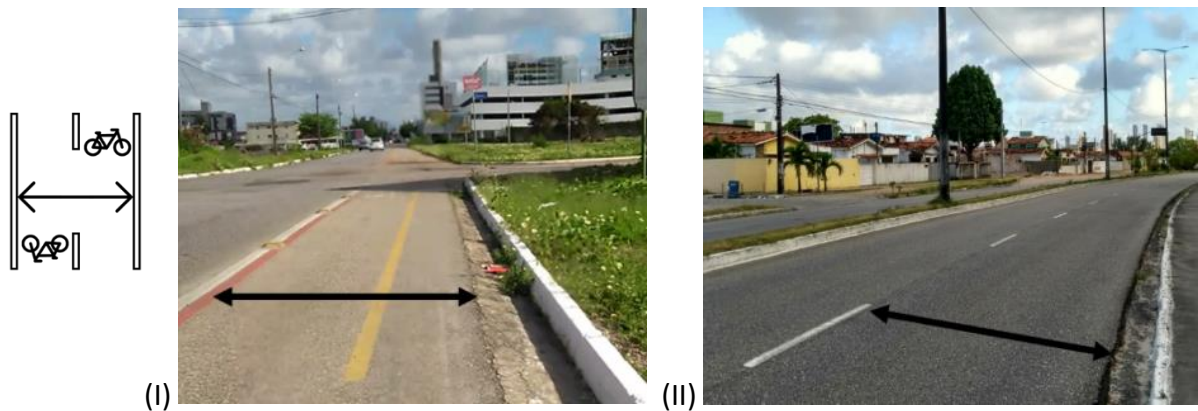


Fonte: Acervo do autor (2023), João Pessoa-PB.

O indicador **LARGURA** trata da extensão transversal e sua adequabilidade aos tipos de cicloestrutura ou faixa da direita (para interseções e segmentos compartilhados) (Figura 20). Possui implicações na segurança durante ultrapassagens seja o fluxo compartilhado com veículos motorizados, seja com outros ciclistas. Busca-se responder os seguintes problemas: Qual é a largura média da cicloestrutura? Ela está adequada ao fluxo de ciclistas e a direcionalidade da cicloestrutura? (para cicloestruturas). Qual é a largura da faixa da direita do leito viário? Ela comporta veículos pesados, bem como, outros veículos motorizados e bicicletas, de modo a permitir ultrapassagens mais seguras? (para interseções e segmentos compartilhados).



Figura 20 - Representação do indicador LARGURA, para cicloestruturas (I) e para a faixa da direita (interseções e segmentos) (II), considerando a medida útil.



Fonte: Acervo do autor (2023), João Pessoa-PB.

O indicador **TRAVESSIA** trata da extensão longitudinal que um ciclista percorre durante a travessia de uma interseção viária (cruzamentos ou rotatórias) (Figura 21). Possui implicações na segurança durante o deslocamento, pois quanto maior a travessia, maior a exposição do ciclista às situações de conflito. As interseções apresentam uma zona de maior risco e vulnerabilidade para os ciclistas em trânsito compartilhado. Busca-se responder o seguinte problema: Qual a distância de travessia percorrida na interseção?

Figura 21 - Representação do indicador TRAVESSIA.



Fonte: Acervo do autor (2023), João Pessoa-PB.

O indicador **PAVIMENTO** trata de características como o tipo de pavimento e sua qualidade de conservação (Figura 22). A regularidade de um pavimento é um aspecto mais perceptível para os ciclistas do que para os motoristas, por isso, é importante considerar as implicações de segurança e conforto que as superfícies de deslocamento geram. Situações de



risco podem ser evitadas quando o pavimento se encontra em boa qualidade de manutenção ao longo de sua extensão. Essa variável aplica-se a todas as unidades de análise. Busca-se responder o seguinte problema: Qual o tipo e as condições de conservação do pavimento?

Figura 22 - Representação do indicador PAVIMENTO, ilustrando a diferença de condições de qualidade do asfalto em partes do leito viário.



Fonte: Acervo do autor (2023), João Pessoa-PB.

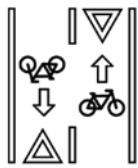
A categoria **SINALIZAÇÃO** refere-se às características dos componentes de orientação e espacialização do trânsito ou estacionamento de veículos na via, determinantes para o funcionamento dos transportes. É notadamente percebida pelos usuários das vias e gera implicações na segurança dos deslocamentos. Os 4 indicadores do QualiCiclos presentes nesta categoria são: Sinalização horizontal, Sinalização vertical, Configuração das faixas de tráfego e Estacionamento adjacente; os quais, de modo geral, obtiveram nível médio no grau de importância, segundo a percepção de ciclistas e *experts*, bem como, nível médio de aplicação, perante os modelos existentes na literatura.

Os indicadores **SINALIZAÇÃO HORIZONTAL** e **VERTICAL** tratam da presença e características dos dispositivos de comunicação viária, seja no piso (horizontal) (Figura 23 - I), seja através de placas e semáforos (vertical) (Figura 23 - II). Essas variáveis aplicam-se a todas as unidades de análise. A sinalização possui funções diversas: delimitação de cicloestruturas, definição de sentidos de fluxo, marcação de travessias, advertência, indicação de rotas etc. Para tanto, deve-se observar suas qualidades de conservação, implantação e orientação de trânsito. Busca-se responder os seguintes problemas: Existe sinalização horizontal (ou vertical)



adequada para o tráfego de ciclistas na via ciclável? Essa sinalização está em boas condições de manutenção, promovendo orientação, informação e segurança viária?

Figura 23 - Representação dos indicadores SINALIZAÇÃO HORIZONTAL (I) e VERTICAL (II e III).



(I)



(II)



(III)



Fonte: Acervo do autor (2023), João Pessoa-PB.

O indicador **CONFIGURAÇÃO DAS FAIXAS DE TRÁFEGO** trata do quantitativo dos eixos de sinalização delimitadora das faixas de tráfego veicular motorizado (Figura 24). Uma maior quantidade de faixas de tráfego está diretamente associada a uma maior largura da via e, logo, reflete em mais espaço disponível para um maior volume de veículos motorizados e suas implicações na segurança viária para os ciclistas. Essa variável aplica-se aos segmentos viários (compartilhados ou cicloestruturas). Busca-se responder o seguinte problema: Qual o número de faixas de tráfego veicular? A via apresenta uma escala espacial adequada para um deslocamento seguro de ciclistas?



Figura 24 - Representação do indicador CONFIGURAÇÃO DAS FAIXAS DE TRÁFEGO.



Fonte: Acervo do autor (2023), João Pessoa-PB.

O indicador **ESTACIONAMENTO ADJACENTE** trata das características da sinalização delimitadora de vagas para automóveis presentes no bordo do leito viário (Figura 25). Essa variável foi classificada para aplicação apenas nas unidades de análise de interseções viárias, portanto, deve-se observar a presença de estacionamento nas adjacências delas; considerando as implicações negativas que os estacionamentos possuem no acesso e saída de interseções. O tipo de angulação da vaga para automóveis impacta na visibilidade do motorista e gera riscos para o ciclista em deslocamento. Portanto é recomendável que as vagas sejam paralelas e possuam uma faixa de proteção. Busca-se responder o seguinte problema: A via ciclável adjacente à interseção possui vaga de estacionamento para automóvel na rua, prejudicando a visibilidade, atenção ou gerando possíveis situações de risco nas proximidades da travessia?

Figura 26 - Representação do indicador ESTACIONAMENTO ADJACENTE.



Fonte: Google Earth (2023), João Pessoa-PB.



A categoria **TRÁFEGO** refere-se às características concernentes à quantidade de diferentes tipos de veículos circulando na via, bem como, as condições de limite de velocidade para os veículos motorizados. O tráfego de veículos motorizados e sua velocidade possuem um grande impacto negativo para a segurança de todos os usuários das vias, de modo oposto, um maior volume de ciclistas está associado a um impacto positivo, considerando seus benefícios coletivos. As condições de tráfego são determinantes para a mobilidade urbana em geral. Os 4 indicadores do QualiCiclos presentes nesta categoria são: Ciclistas, Volume motorizado, Veículos pesados e Velocidade motorizada; os quais, de modo geral, obtiveram nível alto no grau de importância, segundo a percepção de ciclistas e *experts*, bem como, nível alto de aplicação, perante os modelos existentes na literatura.

O indicador **CICLISTAS** trata do quantitativo de ciclistas pedalando, seja em cicloestruturas, seja na rua (em segmentos compartilhados ou interseções viárias), de acordo com a unidade de análise (Figura 27). O fluxo de ciclistas na via reflete-se nas condições de viárias, ou seja, quanto melhor a qualidade ciclovária, mais ciclistas se sentirão atraídos para pedalar, e quanto mais ciclistas presentes, maior a atratividade, em um ciclo virtuoso. A visibilidade e o reconhecimento de ciclistas na via, melhora, inclusive, a segurança para todos na via. Desse modo, é preciso compreender o estado de fluxo de ciclistas para ações de planejamento mais efetivas e condizentes com cada contexto. Busca-se responder o seguinte problema: Qual é o volume de ciclistas da via? O fluxo existente apresenta-se de modo influente no percentual de viagens de bicicleta na cidade, contribuindo para o aumento da atratividade ciclística e, conseqüentemente, maior segurança e benefícios associados?

Figura 27 - Representação do indicador CICLISTAS.





Os indicadores de **VOLUME MOTORIZADO** e **VEÍCULOS PESADOS** trata do quantitativo de fluxo de veículos motorizados na via (em geral) (Figura 28) e particularmente quanto àqueles de grande porte (os veículos pesados, como ônibus, caminhões, vans etc.) (Figura 29). A variável de Volume motorizado é aplicável para todas as unidades de análise, considerando até mesmo as cicloestruturas segregadas, uma vez que não se pode desassociar o impacto que o tráfego motorizado causa no contexto geral da via. Salvo exceção para o indicador de Veículos pesados que foi classificado para aplicação de interseções e segmentos compartilhados. Busca-se responder os seguintes problemas: Qual o volume de veículos motorizados da via? O fluxo existente é moderado para um tráfego mais seguro de bicicletas? (Volume motorizado). Qual o percentual de veículos pesados da via? A via comporta um percentual moderado para um tráfego mais seguro de bicicletas? (Veículos pesados).

Figura 28 - Representação do indicador VOLUME MOTORIZADO.



Fonte: Google Earth (2023), João Pessoa-PB.

Figura 29 - Representação do indicador VEÍCULOS PESADOS.



Fonte: Acervo do autor (2023), João Pessoa-PB.



O indicador **VELOCIDADE MOTORIZADA** trata do limite de velocidade da via para veículos motorizados (Figura 30). Essa variável é aplicável para todas as unidades de análise. A velocidade motorizada possui grande impacto na segurança viária para todos. Considera-se necessário que haja medidas de moderação de tráfego associadas ao limite de velocidade da via. Além disso, é importante que a hierarquia viária contemple cicloestruturas de modo adequado, segundo a necessidade. Busca-se responder o seguinte problema: O limite de velocidade máxima de veículos motorizados é favorável para um trânsito seguro de ciclistas na via? Possui medidas de moderação da velocidade de tráfego motorizado?

Figura 30 - Representação do indicador VELOCIDADE MOTORIZADA, diferentes placas de limite de velocidade.



Fonte: Acervo do autor (2023), João Pessoa-PB.

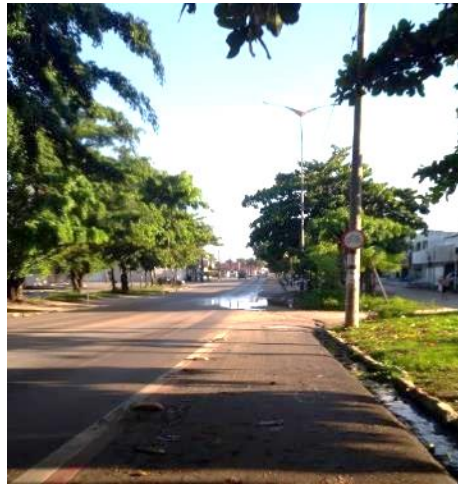
A categoria **AMBIENTE** refere-se sobretudo às circunstâncias associadas ao conforto ciclístico diante das condições do ambiente viário, levando em conta o conforto térmico, lumínico e visual, mas também se observa influências ambientais na segurança. Os 3 indicadores do QualiCiclos presentes nesta categoria são: Sombreamento, Iluminação e Visibilidade; os quais, de modo geral, obtiveram nível médio no grau de importância, segundo a percepção de ciclistas e *experts*, e nível baixo de aplicação, perante os modelos existentes na literatura, mas considerados importantes para o contexto brasileiro.

O indicador **SOMBREAMENTO** trata dos componentes que geram sombra na via, tais como a presença de arborização ou elementos construídos (Figura 31). Essa variável é aplicável apenas para as unidades de análise de cicloestruturas e segmentos compartilhados. A sombra produz uma maior sensação de conforto térmico e proteção solar, quando associada



à arborização, essa pode trazer outros benefícios como sensação de bem-estar, conforto acústico, retenção de poluentes etc. Busca-se responder o seguinte problema: A via ciclável é bem sombreada? Possui arborização?

Figura 31 - Representação do indicador SOMBREAMENTO.



Fonte: Acervo do autor (2023), João Pessoa-PB.

O indicador **ILUMINAÇÃO** trata dos componentes que geram luz na via em período noturno, tais como postes ou luzes atreladas a elementos construídos (Figura 32). Considera-se importante avaliar as condições de manutenção e funcionamento dos componentes de iluminação. A luz produz uma maior sensação de conforto lumínico e proporciona maior visibilidade e atenção para os usuários da via, evitando situações de conflito no trânsito. Além disso, associa-se a uma maior percepção de segurança pública, uma vez que espaços livres públicos mais iluminados, possuem menos indícios de ocorrências criminais. Essa variável é aplicável para a análise de cicloestruturas e segmentos compartilhados. Busca-se responder o seguinte problema: A via ciclável é bem iluminada para o tráfego noturno de ciclistas?



Figura 32 - Representação do indicador ILUMINAÇÃO.



Fonte: Acervo do autor (2023).

O indicador **VISIBILIDADE** trata dos componentes que geram restrição de visibilidade na via (Figura 33). Essa variável é aplicável para a unidade de análise de interseções. Considera-se importante avaliar os elementos (naturais ou construídos) presentes nas adjacências das interseções, os quais podem gerar acessos/saídas com obstrução visual e consequentemente maior risco para os ciclistas. Busca-se responder o seguinte problema: A travessia e adjacências da interseção permite pedalar com boa visibilidade do/para o ciclista?

Figura 33 - Representação do indicador VISIBILIDADE.



Fonte: Acervo do autor (2023).

A escala de pontuação adotada para o índice QualiCiclos inclui uma ordem quantitativa que varia de 0 a 3. Nesse sentido, obtém-se também uma ordem qualitativa que varia de "Insuficiente" a "Ótimo". Para a presente proposta metodológica foram formuladas as determinadas definições (Quadro 14), representativas do nível de serviço para bicicletas. Em seguida, apresenta-se a aplicação do índice.



Quadro 14 - Escala de pontuação quanti-qualitativa do QualiCiclos, definições por Nível de Serviço para Bicicletas (NSB), categorias e planejamento.

NSB	INFRAESTRUTURA	SINALIZAÇÃO	TRÁFEGO	AMBIENTE	PLANEJAMENTO E AÇÕES
<p>Insuficiente (< 1): indica que a unidade de análise (interseção, cicloestrutura ou segmento compartilhado) não atende adequadamente às necessidades dos ciclistas em termos de segurança e conforto.</p>	<p>Indica uma falta de infraestrutura adequada para os ciclistas, em termos de qualidade, extensão, manutenção, entre outros problemas de caráter estrutural que geram perigo para os ciclistas.</p>	<p>Reflete uma sinalização escassa, pouco clara ou mal mantida, resultando em confusão e potencial risco para os ciclistas.</p>	<p>Refere-se às condições de tráfego que representam desafios significativos para os ciclistas, como os altos impactos dos veículos motorizados (volume, velocidade e tamanho), ou ausência de medidas de moderação de tráfego apropriadas, resultando em uma baixíssima presença de ciclistas.</p>	<p>Sugere que o ambiente ao redor das vias cicláveis é desfavorável para os seus usuários, com possíveis obstáculos, ausência de arborização, falta de medidas de conforto ambiental ou elementos degradados que afetam negativamente a experiência do ciclista.</p>	<p>Essa classificação recomenda a necessidade de melhorias substanciais para garantir condições seguras e confortáveis para os ciclistas, a partir de intervenções de caráter prioritário e ações imediatas.</p>
<p>Suficiente (entre 1 e < 2): significa que a unidade de análise (interseção, cicloestrutura ou segmento compartilhado) atende aos requisitos mínimos (no limite). As infraestruturas existentes proporcionam um ambiente ciclável, mas apenas relativamente seguro e confortável, pois embora ainda possa haver áreas em conformidade, há também pequenos trechos que necessitam de melhorias para garantir uma experiência ideal para os ciclistas.</p>	<p>Indica que há infraestrutura básica disponível para os ciclistas, mas ainda há espaço para melhorias em termos de expansão, qualidade e manutenção.</p>	<p>Reflete uma sinalização que atende aos requisitos mínimos, mas poderia ser mais abrangente e clara para garantir a segurança e orientação adequada dos ciclistas.</p>	<p>Refere-se às condições de tráfego gerenciáveis, embora ainda possa haver certos desafios para os ciclistas, como interseções complexas ou locais de alto tráfego de veículos motorizados que requerem atenção extra por parte dos ciclistas ou inibem, de certo modo, a sua presença.</p>	<p>Sugere que o ambiente ao redor das vias cicláveis é geralmente adequado, mas pode ser aprimorado para oferecer uma experiência mais agradável e confortável aos ciclistas.</p>	<p>Essa classificação recomenda a necessidade de melhorias parciais para garantir condições seguras e confortáveis para os ciclistas, a partir de intervenções de caráter prioritário e ações a curto prazo.</p>

(continua)



NSB	INFRAESTRUTURA	SINALIZAÇÃO	TRÁFEGO	AMBIENTE	PLANEJAMENTO E AÇÕES
<p>Bom (entre 2 e <3): sugere que a unidade de análise (interseção, cicloestrutura ou segmento compartilhado) oferece condições que vão além das expectativas mínimas. Ela proporciona segurança, conforto e conveniência para os ciclistas, garantindo uma experiência agradável e sem complicações ao longo das vias cicláveis.</p>	<p>Indica uma infraestrutura bem projetada e desenvolvida que atende às necessidades dos ciclistas, com amplitude apropriada, facilidades para bicicletas e manutenção periódica.</p>	<p>Reflete uma sinalização clara, abrangente e bem mantida, proporcionando orientação eficaz para os ciclistas ao longo da via ciclável.</p>	<p>Refere-se às condições de tráfego favoráveis, com medidas de acalmamento mais robustas e eficazes para proporcionar segurança para todos os usuários da via.</p>	<p>Sugere um ambiente agradável ao redor das vias cicláveis, com paisagem atraente e arborizada, visual aberto, bem iluminada, entre outras medidas de conforto ambiental que contribuem para uma experiência positiva de ciclismo.</p>	<p>Essa classificação recomenda melhorias para garantir condições ainda mais seguras e confortáveis para os ciclistas, a partir de intervenções de caráter desejável e ações a médio prazo.</p>
<p>Ótimo (= 3): indica que a unidade de análise (interseção, cicloestrutura ou segmento compartilhado) oferece condições exemplares e de alta qualidade para os ciclistas. Esse nível de classificação demonstra um compromisso excepcional com a segurança e o conforto dos ciclistas. Juntamente com recursos adicionais que aprimoram a experiência do ciclista, como áreas de descanso e estacionamento, estações de reparo de bicicletas, conectividade eficiente com outras redes de transporte, entre outras facilidades, pode vir a ser um modelo para o contexto local.</p>	<p>Indica uma infraestrutura primorosa, bem projetada e executada, de manutenção constante e de alta qualidade para garantir a segurança e o conforto excepcionais aos ciclistas.</p>	<p>Reflete uma sinalização exemplar, abrangente e altamente visível, garantindo a orientação eficaz dos ciclistas em todos os pontos necessários ao longo da via ciclável.</p>	<p>Refere-se às condições de tráfego ideais, um lugar bastante atrativo para ciclistas, com medidas altamente eficazes de acalmamento de tráfego motorizado, proporcionando uma experiência de ciclismo livre de complicações.</p>	<p>Sugere um ambiente notadamente agradável para os ciclistas, com paisagem atraente e arborizada, visual aberto e medidas de conforto ambiental exemplares que contribuem para uma experiência de ciclismo excelente.</p>	<p>Essa classificação recomenda melhorias para garantir as condições excepcionais de segurança e conforto para os ciclistas, a partir de intervenções de manutenção e ações a longo prazo.</p>

Fonte: Elaboração própria (2023).



4.3.3 Aplicação do QualiCiclos

Essa seção apresenta os resultados do estudo de caso, mediante a aplicação do índice a partir do recorte territorial proposto (Seção 4.3.1). A aplicação do QualiCiclos pressupõe o levantamento de dados secundários e primários, conforme a necessidade de cada indicador apresentado. O Quadro 15 apresenta uma síntese da fonte de dados utilizada para cada indicador. A aplicação esteve limitada à uma baixa apreciação de dados secundários, o que fez necessário uma ampla coleta de dados primários, e ao mesmo tempo, dificultou uma análise maior do território definido para o estudo de caso. O Apêndice J apresenta um resumo das principais características da coleta de dados primários para cada unidade de análise e seus respectivos indicadores.

Quadro 15 - Detalhamento das fontes de dados para aplicação do QualiCiclos.

INDICADORES	FONTE DE DADOS				
	Levantamento de campo	Imagem de satélite	Observação <i>in loco</i>	Contagem de fluxo	Dados secundários
Presença de cicloestrutura			x		x
Proteção da cicloestrutura	x				x
Largura da cicloestrutura	x				x
Largura da faixa externa	x				
Distância de travessia	x				
Condições do pavimento			x		
Sinalização horizontal		x	x		
Sinalização vertical		x	x		
Configuração das faixas de tráfego		x	x		
Estacionamento adjacente		x	x		
Volume de ciclistas				x	
Volume de veículos motorizados				x	x
Volume de veículos pesados				x	
Velocidade de veículos motorizados			x		x
Sombreamento/arborização			x		
Iluminação noturna			x		
Restrições de visibilidade			x		

Nota: Categorias: (azul) = Infraestrutura, (rosa) = sinalização, (amarelo) = tráfego e (verde) = ambiente.



O QualiCiclos possui diferentes níveis de resultados passíveis de avaliação, os quais serão abordados através de sua aplicação no estudo de caso, são eles:

Nível I - pontuação inicial para cada espaço avaliado;

Nível II - pontuação ponderada para cada indicador, no conjunto de espaços avaliados;

Nível III - pontuação para cada categoria temática, no conjunto de espaços avaliados;

Nível IV - nota para cada subíndice ou tipo de unidade de análise;

Nível V - nota final para o índice geral (QualiCiclos), considerando o recorte territorial.

▪ Aplicação do QualiCiclos para CICLOESTRUTURAS

A presença de cicloestrutura foi um indicador percebido pelos participantes da pesquisa como sendo de altíssima importância, além disso, demonstrou uma quantidade média de utilizações em modelos da literatura. Com essa consideração, primeiramente, foi realizada a aplicação do subíndice para cicloestruturas (Tabela 17), na escala macro da cidade, através de um conjunto de 5 eixos de ciclovias e 9 de ciclofaixas, totalizando cerca de 25 km de cicloestruturas consideradas representativas.

Os resultados da aplicação do QualiCiclos para Cicloestruturas apresentaram pontuações majoritariamente de valor “Suficiente” de acordo com a escala de pontuação adotada. As principais exceções ocorreram para: (de modo positivo) a ciclofaixa C08 (Centro) (Figura 34 - I) a qual destaca-se por uma boa qualidade de manutenção da sinalização horizontal e presença de arborização de grande porte ao longo de todo o percurso; (de modo negativo) a ciclovia C01 (Tancredo Neves) (Figura 34 - II) a qual destaca-se pela presença de um espaço altamente degradado, o qual comportou-se como uma ciclovia desde a década de 80, mas atualmente, encontra-se em total abandono de serviços de manutenção, com diversos prejuízos para os ciclistas, os quais mantem-se presente na via, mas circulando pela rua compartilhada.



Tabela 17 - Aplicação do QualiCiclos para cicloestruturas em João Pessoa.

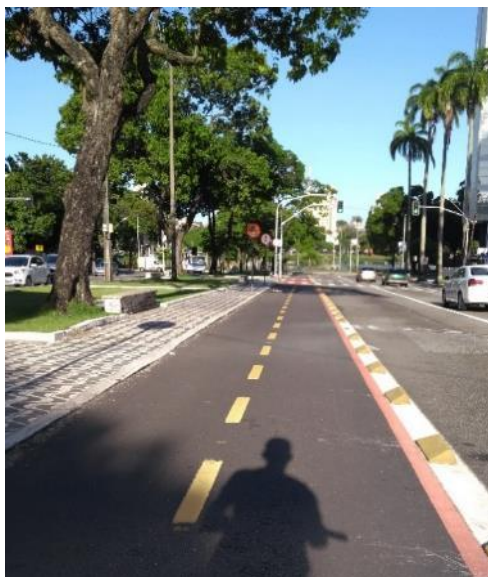
SUBÍNDICE		INDICADORES										CATEGORIAS																
QUALICICLOS: CICLOESTRUTURAS	Extensão (km)	Cicloestrutura				Sinal. Horizontal			Sinal. Vertical			Faixas de tráfego		Ciclistas		Vol. Motorizado		Vel. Motorizada		Sombreamento		Iluminação		INFRAESTRUTURA	SINALIZAÇÃO	TRÁFEGO	AMBIENTE	QUALICICLOS
		Cicloestrutura	Proteção	Largura	Pavimento	Sinal. Horizontal	Sinal. Vertical	Faixas de tráfego	Ciclistas	Vol. Motorizado	Vel. Motorizada	Sombreamento	Iluminação	INFRAESTRUTURA	SINALIZAÇÃO	TRÁFEGO	AMBIENTE	QUALICICLOS										
Nº	CICLOVIAS																											
C01	Tancredo Neves	1,0	0	0	1	0	0	2	2	0	1	0	1	0,3	0,7	1,0	0,5	0,6										
C02	Beira Rio	2,2	3	2	3	2	2	2	2	0	1	3	1	2,5	2,0	1,0	1,5	1,9										
C03	Orla	1,7	3	2	3	2	1	2	3	1	1	1	2	2,5	1,7	1,7	1,5	1,8										
C04	Altiplano	3,3	3	1	3	1	0	1	2	0	1	2	1	1	2,0	1,0	1,0	1,3										
C05	Hilton Souto (J. A.)	3,1	3	1	2	1	0	0	2	1	0	2	2	1	1,8	0,7	1,0	1,2										
	Pontuação ponderada		2,7	1,3	2,5	1,3	0,7	0,8	2,0	1,3	0,4	1,6	1,6	1,2	1,9	1,2	1,1	1,4										
Nº	CICLOFAIXAS																											
C06	Bessa	1,9	2	1	1	1	1	1	2	0	1	2	1	2	1,3	1,3	1,0	1,5	1,3									
C07	Manaíra	1,0	2	2	1	1	2	1	1	1	0	2	0	2	1,5	1,3	1,0	1,0	1,2									
C08	Centro	0,4	2	2	2	2	2	3	2	0	0	2	3	2	2,0	2,3	0,7	2,5	1,9									
C09	Hilton Souto (M.)	2,1	2	0	3	1	0	0	2	3	0	1	1	1	1,5	0,7	1,3	1,0	1,1									
C10	Mangabeira	2,2	2	0	1	1	0	1	2	3	0	2	0	2	1,0	1,0	1,7	1,0	1,2									
C11	Cidade Verde	1,0	2	0	1	1	0	0	2	1	1	2	1	1	1,0	0,7	1,3	1,0	1,0									
C12	Valentina	2,7	2	0	1	1	0	0	2	3	0	2	1	1	1,0	0,7	1,7	1,0	1,1									
C13	Castelo Branco	1,2	2	1	1	2	2	1	2	1	0	1	1	1	1,5	1,7	0,7	1,0	1,2									
C14	Miramar	1,0	2	1	1	1	2	1	2	0	0	1	1	1	1,3	1,7	0,3	1,0	1,1									
	Pontuação ponderada		2,0	0,5	1,3	1,1	0,7	0,6	1,9	1,8	0,2	1,7	0,8	1,4	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2									
	CICLOESTRUTURAS																											
	Pontuação final		2,4	0,9	1,9	1,2	0,7	0,7	2,0	1,6	0,3	1,6	1,2	1,3	1,6	1,1	1,2	1,3	1,3									

Nota: Escala de Pontuação: < 1 (Insuficiente); entre 1 e < 2 (Suficiente); entre 2 e < 3 (Bom); = 3 (Ótimo).

Fonte: Elaboração própria (2023).



Figura 34 - (I) Ciclofaixa C08 (Centro), localizada na Av. Presidente Getúlio Vargas, Centro; (II) Ciclovía C01 (Tancredo Neves), localizada na Av. Presidente Tancredo Neves, Bairro dos Ipês.



(I)



(II)

Fonte: Acervo do autor (2023).

Entre as cicloestruturas com nível de serviço suficiente, a C02 (Beira Rio) (Figura 35 - I) e a C11 (Cidade Verde) (Figura 35 - II) ficaram no limiar positivo e negativo, respectivamente. Já as demais, em sua maioria, também ficaram notas próximas ao nível insuficiente, o que caracteriza a necessidade de ações de curto prazo para que não se tornem obsoletas, semelhante ao que ocorreu com a ciclofaixa da Av. Tancredo Neves (C01). A falta de manutenção das cicloestruturas é um problema grave que ocorre diante das administrações públicas. Muitas vezes, tais espaços são fomentados e valorizados em sua inauguração, mas são menosprezados ao longo do tempo. Contudo tal atitude (ou sua falta) ocorre de modo desigual, a depender de sua localização.



Figura 35 - (I) Ciclovía C02 (Beira Rio), localizada na Av. Min. José Américo de Almeida, Torre;
(II) Ciclovía C11 (Cidade Verde), localizada na R. José Feliciano da Silva, Mangabeira.



(I)



(II)

Fonte: Acervo do autor (2023).

É possível perceber que as vias de caráter predominantemente turísticas e em zona com maior nível de renda, tais como a ciclovía da Orla (C03) de João Pessoa (Figura 36), possuem maiores investimentos de manutenção. Enquanto vias em zonas com menor nível de renda, tais como as ciclofaixas dos bairros de Mangabeira (C10) e Valentina (C12) (Figura 37), possuem menores ou inexistentes investimentos em melhorias; apesar de serem lugares da cidade que possuem um dos maiores índices de volume de ciclistas.

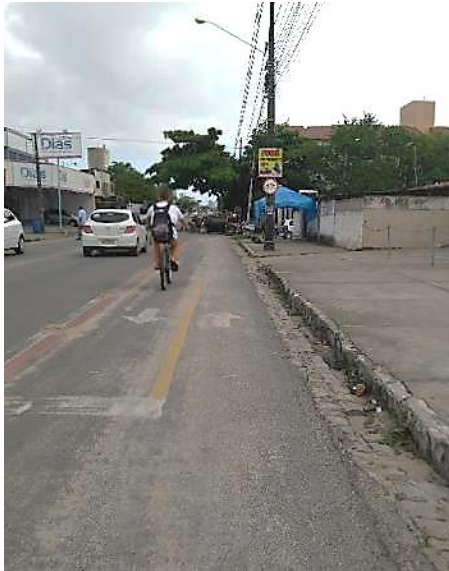
Figura 36 - Ciclovía C03 (Orla), localizada na Av. Cabo Branco, Cabo Branco.



Fonte: Acervo do autor (2023).



Figura 37 - (I) Ciclofaixa C10 (Mangabeira), localizada na R. Cel. Benevenuto Gonçalves da Costa, Mangabeira; (II) Ciclofaixa C12 (Valentina), localizada na Av. Emília Mendonça Gomes, Valentina.



(I)



(II)

Fonte: Acervo do autor (2023).

No contexto de João Pessoa, seria possível até mesmo sugerir uma hipótese de que as cicloestruturas com maior segurança e segregação (ciclovias) são também implantadas prioritariamente em zonas de maior poder aquisitivo; enquanto outras cicloestruturas (quando existentes) situam-se, de modo menos adequado às exigências de segurança viária, em locais de menor renda. Isso sem contar com a inexistência de cicloestruturas em áreas periféricas da cidade. Os resultados do índice apontam para essa discussão, onde as ciclovias (1,39) obtiveram uma nota maior do que as ciclofaixas (1,16), apesar de ambas estarem em nível suficiente. As fotos a seguir ilustram as demais ciclovias (Figura 38) e ciclofaixas (Figura 39) que fizeram parte do estudo de caso. São várias camadas de complexidade socioeconômicas que envolvem a análise cicloviária no contexto brasileiro. A possibilidade, através do QualiCiclos, de realizar uma análise multicategórica e multicritérios enriquece as análises do índice proposto.

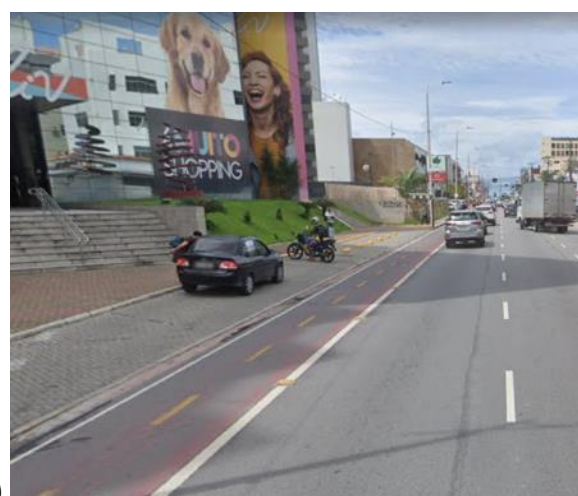
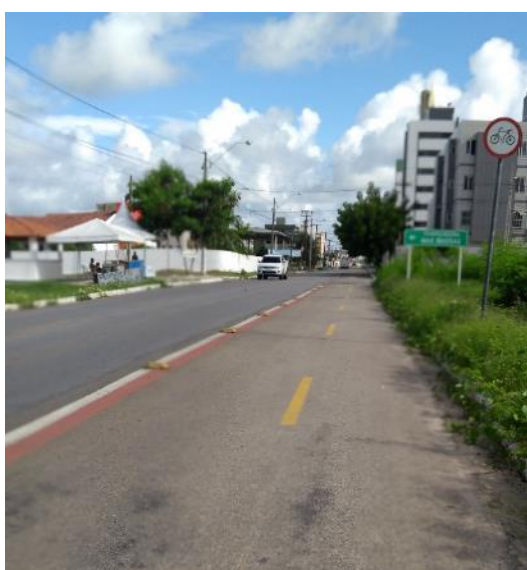


Figura 38 - (I) Ciclovía C04 (Altiplano), localizada na R. João Cyrillo, Altiplano; (II) Ciclovía C05 (Hilton Souto - José Américo), localizada na Av. Hilton Souto Maior, José Américo.



Fonte: Acervo do autor (2023).

Figura 39 - (I) Ciclofaixa C06 (Bessa), localizada na R. Paulo Roberto de Souza Acioly, Bessa; (II) Ciclofaixa C07 (Manáira), localizada na Av. Gov. Flávio Ribeiro Coutinho, Manáira; (III) Ciclofaixa C09 (Hilton Souto – Mangabeira), localizada na Av. Hilton Souto Maior, Mangabeira; (IV) Ciclofaixa C13 (Castelo Branco), localizada na Av. Dr. Apolônio da Nóbrega, Castelo Branco; (V) Ciclofaixa C14 (Miramar), localizada na Rua Tito Silva, Miramar.





(III)



(IV)



(V)

Fonte: Acervo do autor (2023).

▪ Aplicação do QualiCiclos para SEGMENTOS COMPARTILHADOS

A aplicação do QualiCiclos para segmentos compartilhados foi proveniente do recorte territorial definido para o estudo, o qual abrange as vias adjacentes à UFPB e conexões aos bairros vizinhos (Seção 4.3.1). Os resultados apresentaram pontuações majoritariamente de valor “Insuficiente” segundo a escala de pontuação adotada (Tabela 18). As únicas exceções foram o S14 (Av. Ministro José Américo de Almeida ou Beira rio) e o S09 (Av. Dr. Apolônio da Nóbrega), ambos com pontuação “Suficiente” (1,67 e 1,31, respectivamente) (Figura 40). Esses segmentos apresentaram em comum o maior volume de ciclistas, o que apenas sugere uma associação entre de melhor qualidade cicloviária e um maior número de ciclistas. Porém, isso não foi, necessariamente, observado para os segmentos de pontuação “Insuficiente”.



Outro com pontuação mais baixa, porém muito próxima do valor “Suficiente”, foi o S10 (Rua Tito Silva), com 0,98 (Figura 41). As 3 vias abordadas possuem, de modo positivo, a presença de cicloestrutura e uma boa sinalização horizontal, comparado às demais.

Tabela 18 - Aplicação do QualiCiclos para segmentos compartilhados em João Pessoa.

SUBÍNDICE		INDICADORES										CATEGORIAS							
QUALICICLOS: SEGMENTO COMPARTILHADO	Extensão (km)	Cicloestrutura			Sinalização			Veículos				SOMEBREAMENTO		INFRAESTRUTURA	SINALIZAÇÃO	TRÁFEGO	AMBIENTE	QUALICICLOS	
		Largura	Pavimento	Faixas de tráfego	Sinal. Horizontal	Sinal. Vertical	Ciclistas	Vol. Motorizado	Vel. Motorizada	Veículos Pesados	Sombreamento	Iluminação							
Nº BANCÁRIOS																			
S01 R. Emp. João R. A.	1,0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	1	0	2	0,0	1,3	0,5	1,0	0,7	
S02 R. Luiz Alves C.	0,3	0	1	1	2	2	2	0	0	1	1	0	1	0,7	2,0	0,5	0,5	0,9	
S03 R. José A. de Lira	0,5	0	3	2	0	0	2	0	1	1	1	0	1	1,7	0,7	0,8	0,5	0,9	
S04 R. Bancário W. A.	1,1	0	1	1	0	0	2	0	1	0	1	3	1	0,7	0,7	0,5	2,0	1,0	
S05 R. Diógenes C.	0,6	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0,3	0,7	0,3	0,5	0,4	
Pontuação ponderada		0,0	0,8	0,9	0,4	0,4	2,0	0,3	0,5	0,2	1,0	1,1	1,1	0,6	1,0	0,5	1,1	0,8	
Nº CASTELO BRANCO																			
S06 Via exp. Padre Zé	1,1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0,3	0,3	0,3	0,0	0,2	
S07 R. João Freire	0,7	0	0	2	1	1	2	0	0	0	1	2	1	0,7	1,3	0,3	1,5	0,9	
S08 R. Tabelaio E. Eloy	2,7	0	1	0	0	0	2	0	0	1	2	3	0	0,3	0,7	0,8	1,5	0,8	
S09 Av. Dr. Apolônio N.	1,1	2	0	1	2	2	2	2	0	1	2	1	1	1,0	2,0	1,3	1,0	1,3	
Pontuação ponderada		0,4	0,7	0,4	0,5	0,5	1,8	0,4	0,0	0,7	1,7	1,9	0,3	0,5	0,9	0,7	1,1	0,8	
Nº MIRAMAR																			
S10 R. Tito Silva	1,2	2	1	0	2	1	2	0	0	0	1	1	1	1,0	1,7	0,3	1,0	1,0	
S11 Av. José Liberato	0,7	0	0	1	0	0	2	0	2	0	0	0	1	0,3	0,7	0,5	0,5	0,5	
Pontuação ponderada		1,3	0,6	0,4	1,3	0,6	2,0	0,0	0,7	0,0	0,6	0,6	1,0	0,8	1,3	0,3	0,8	0,8	
Nº TORRE																			
S12 Av. Dom Pedro II	1,7	0	1	1	1	2	1	0	0	0	1	2	1	0,7	1,3	0,3	1,5	0,9	
S13 Av. Rui Barbosa	1,3	0	0	1	2	1	0	1	0	0	2	0	1	0,3	1,0	0,8	0,5	0,6	
S14 Av. Min. José A. A.	2,2	3	1	1	2	2	2	3	0	1	2	2	1	1,7	2,0	1,5	1,5	1,7	
Pontuação ponderada		1,3	0,8	1,0	1,7	1,8	1,2	1,5	0,0	0,4	1,7	1,5	1,0	1,0	1,5	0,9	1,3	1,2	
SEGMENTOS																			
Pontuação final		0,7	0,7	0,7	1,0	0,8	1,7	0,5	0,3	0,3	1,2	1,3	0,9	0,7	1,2	0,6	1,1	0,9	

Nota: Escala de Pontuação: < 1 (Insuficiente); entre 1 e < 2 (Suficiente); entre 2 e < 3 (Bom); = 3 (Ótimo).



Figura 40 - (I) Segmento S14 (Av. Ministro José Américo de Almeida, Torre); (II) Segmento S09 (Av. Dr. Apolônio da Nóbrega, Castelo Branco).



Fonte: Acervo do autor (2023).

Figura 41 - Segmento S10 (Rua Tito Silva, Miramar).



Fonte: Acervo do autor (2023).

Entre os segmentos com valor de pontuação mais baixo, destacaram-se o S06 (Via expressa Padre Zé) e o S05 (Rua Diógenes Chianca), respectivamente com 0,23 e 0,44 (Figura 42). Ambos se localizam nas adjacências da UFPB, em uma área que apresenta: péssima qualidade dos elementos de sinalização; más condições de tráfego, devido ao alto índice de volume e velocidade de veículos motorizados, sem a presença de cicloestrutura e baixo volume de ciclistas; além de trechos com baixa iluminação noturna para o ciclista (como os trechos ao redor da mata presente no território). As avenidas José Liberato (S11) e Rui Barbosa (S13) também apresentaram pontuações baixas (0,65 e 0,50, respectivamente) (Figura 43), esses segmentos possuem em comum a característica de hierarquia viária coletora frente à



outras vias arteriais (Rua Tito Silva e Av. Beira rio, respectivamente). Tais conexões, entre vias de diferentes hierarquias, apresentam influências negativas umas sobre as outras, quando não há medidas de moderação de tráfego para uma transição segura.

Figura 42 - (I) Segmento S06 (Via expressa Padre Zé, Castelo Branco); (II) Segmento S05 (Rua Diógenes Chianca, Bancários).



(I)



(II)

Fonte: Acervo do autor (2023).

Figura 43 - (I) Segmento S11 (Av. José Liberato, Miramar); (II) Segmento S13 (Av. Rui Barbosa, Torre).



(I)



(II)

Fonte: Google Earth (2023).

Os resultados através da análise do conjunto de segmentos divididos por bairros não permitem uma conclusão determinante, considerando a diversidade dos eixos viários presentes em cada bairro. Em geral, o bairro da Torre apresentou uma pontuação mais elevada, mas ainda assim, com valor “Suficiente”, a contribuição mais positiva veio da Av.



Beira rio (S14). Enquanto os demais bairros obtiveram pontuação com valor “Insuficiente”, com principal contribuição negativa da Via Expressa Padre Zé (S06). Esta avenida possui mais de 75% de seus indicadores com pontuação “insuficiente”. É comum na área observar a presença de ciclistas pedalando na calçada adjacente à UFPB, a qual possui uma largura irrisória para o passeio compartilhado com pedestres. No outro sentido da via, sequer há calçada. Para pedalar no sentido da Av. Diógenes Chianca (S05) é obrigatório o compartilhamento com veículos motorizados, em uma rota desafiadora para ciclistas que inclui a presença de rotatórias e cruzamentos de risco com péssima sinalização e falta de medidas de segurança para ciclistas. As fotos a seguir ilustram os demais segmentos dos bairros Bancários (Figura 44), Castelo Branco (Figura 45) e Torre (Figura 46) que fizeram parte do estudo de caso.

Figura 44 - Outros segmentos do bairro Bancários: (I) S01 (Rua Empresário João Rodrigues Alves); (II) S02 (Rua Luiz Alves Conserva); (III) S03 (Rua José Alexandre de Lira); (IV) S04 (Rua Bancário Waldemar de Mesquita Accioly).





Figura 45 - Outros segmentos do bairro Castelo Branco: (I) S07 (Rua João Freire); (II) S08 (Rua Tabelação Estanislau Eloy).



(I)



(II)

Fonte: Acervo do autor (2023).

Figura 46 - Outro segmento do bairro Torre: S12 (Av. Dom Pedro II).



Fonte: Acervo do autor (2023).

▪ Aplicação do QualiCiclos para INTERSEÇÕES

A aplicação do QualiCiclos para interseções viárias foi realizada em 5 pontos dentro do recorte territorial definido neste trabalho. Esses espaços incluem diversas configurações como: rotatórias e cruzamentos, presença ou não de cicloestrutura, presença ou não de semáforo (para veículos e ciclistas) e diferentes distâncias de travessia. Nesse enquadramento, os principais resultados da avaliação demonstraram de modo geral que os cruzamentos (Figura 47) obtiveram pontuação maior do que as rotatórias (Figura 48), com



valor “suficiente” (1,19) e “insuficiente” (0,72), respectivamente (Tabela 19). A única exceção foi o cruzamento Bancários (I01), o qual obteve a pior pontuação entre as interseções (0,40). As rotatórias, apesar de serem possíveis medidas de moderação de tráfego, podem também impactar nas condições de (in)segurança do ciclista. Isso pode ocorrer por diversos aspectos, incluindo todas as variáveis avaliadas no índice proposto. Os resultados encontrados vão ao encontro da percepção dos ciclistas participantes da pesquisa, os quais alegam que as rotatórias não promovem uma maior segurança para pedalar.

Tabela 19 - Aplicação do QualiCiclos para interseções em João Pessoa.

SUBÍNDICE		INDICADORES											CATEGORIAS						
QUALICICLOS: INTERSEÇÕES	Extensão (km)	Cicloestrutura			Sinal. Horizontal	Sinal. Vertical	Estacionamento	Ciclistas	Vol. Motorizado	Vel. Motorizada	Veículos Pesados	Visibilidade	INFRAESTRUTURA	SINALIZAÇÃO	TRÁFEGO	AMBIENTE	QUALICICLOS		
		Largura	Pavimento	Travessia															
Nº CRUZAMENTOS																			
I01	Bancários	-	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0,0	0,3	0,3	1,0	0,4
I02	Miramar	-	2	1	1	2	2	1	1	0	0	1	1	2	1,5	1,3	0,5	2,0	1,3
I03	Beira rio	-	3	1	1	2	2	2	3	2	0	1	2	2	1,8	2,3	1,3	2,0	1,8
	Pontuação ponderada		1,7	0,7	0,7	1,3	1,3	1,3	1,3	0,7	0,0	0,7	1,3	1,7	1,1	1,3	0,7	1,7	1,2
Nº ROTATÓRIAS																			
I04	UFPB	-	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0,8	0,3	0,3	1,0	0,6
I05	Castelo Branco	-	2	0	1	0	2	2	1	1	0	1	2	0	0,8	1,7	1,0	0,0	0,9
	Pontuação ponderada		1,0	0,5	1,5	0,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,5	1,5	0,5	0,8	1,0	0,6	0,5	0,7
	INTERSEÇÕES																		
	Pontuação final		1,3	0,6	1,1	0,7	1,2	1,2	1,2	0,6	0,0	0,6	1,4	1,1	0,9	1,2	0,6	1,1	1,0

Nota: Escala de Pontuação: < 1 (Insuficiente); entre 1 e < 2 (Suficiente); entre 2 e < 3 (Bom); = 3 (Ótimo).

Fonte: Elaboração própria (2023).



Figura 47 - (I) Interseção I01 (Cruzamento no bairro Bancários: Rua Empresário João Rodrigues Alves x Rua Luiz Alves Conserva); (II) Interseção I02 (Cruzamento no bairro Miramar: Rua Tito Silva x Av. José Liberato); (III) Interseção I03 (Cruzamento no bairro Torre: Av. Rui Barbosa x Av. Ministro José Américo de Almeida - Beira rio).



Fonte: Acervo do autor (2023).

Figura 48 - (I) Interseção I04 (Rotatória no bairro Castelo Branco: Via expressa Padre Zé x Rua João Freire); (II) Interseção I05 (Rotatória no bairro Castelo Branco: Rua João Freire x Rua Tabelião Estanislau Eloy x Av. Dr. Apolônio da Nóbrega).



Fonte: Acervo do autor (2023).



A presença de cicloestrutura (no caso das interseções, as ciclofaixas ou linhas de continuidade das cicloestruturas) esteve associada diretamente a uma maior pontuação dos pontos avaliados. As interseções com maiores pontuações, a Beira rio (I03, pontuação 1,83) e Miramar (I02, pontuação 1,33) possuem, respectivamente, ciclovia e ciclofaixa nas adjacências, além de contarem com a continuidade sinalizada das mesmas durante a travessia. A Castelo Branco (I05), em terceiro lugar na pontuação, também possui ciclofaixa, estando à frente das demais interseções que não possuem nenhum tipo de facilidade para o deslocamento de ciclistas.

Ao se avaliar os resultados sob a ótica da presença ou não de semáforos observa-se que não houve uma associação direta de melhor qualidade ciclovária para aquelas interseções que possuíam esse elemento de sinalização vertical, quando ele é direcionado para veículos em geral. Contudo, a interseção com a melhor avaliação, a Beira rio (I03), foi a única com a presença de semáforo exclusivo para ciclistas. Em locais com alto volume de tráfego é importante que haja medidas de direcionamento seguro de fluxo para todos os modais. Deve-se buscar um equilíbrio segundo a prioridade dos modos ativos, mas evitando também os atrasos de deslocamento (*delay*). Entre outros aspectos observados durante a análise dos resultados, observou-se que as interseções com melhor pontuação em distância de travessia e sinalização horizontal também obtiveram as melhores avaliações gerais, como a Beira rio (I03) e a Miramar (I02).

- **Nível de adequabilidade por indicadores e categorias do QualiCiclos**

Os resultados para os indicadores e categorias do QualiCiclos foram analisados em função das 3 unidades de análise (Interseções, Cicloestruturas e Segmentos compartilhados) em conjunto (Tabela 20). Não foram tecidas maiores considerações (além do que já foi abordado) sobre as subdivisões das unidades de análise (como tipo de interseção, cicloestrutura ou localização dos bairros para os segmentos); mas destaca-se aqui essa possibilidade de aprofundamento analítico, segundo as necessidades de planejamento de cada local.



Tabela 20 - Resultados considerando os indicadores e categorias de cada unidade de análise do QualiCiclos.

SUBÍNDICES	INDICADORES												CATEGORIAS							
	Cicloestrutura	Proteção	Largura	Pavimento	Travessia	Sinal. Horizontal	Sinal. Vertical	Faixas de tráfego	Estacionamento	Ciclistas	Vol. Motorizado	Vel. Motorizada	Veículos Pesados	Sombreamento	Iluminação	Visibilidade	INFRAESTRUTURA	SINALIZAÇÃO	TRÁFEGO	AMBIENTE
QualiCiclos por unidade de análise																				
CICLOESTRUTURA	2,36	0,88	1,94	1,18	-	0,68	0,73	1,96	-	1,55	0,33	1,62	-	1,19	1,28	-	1,59	1,12	1,17	1,23
SEGMENTOS	0,73	-	0,72	0,67	-	0,98	0,84	1,74	-	0,55	0,30	0,33	1,25	1,29	0,86	-	0,71	1,19	0,61	1,07
INTERSEÇÕES	1,33	-	0,58	1,08	0,67	1,17	1,17	-	1,17	0,58	0,00	0,58	1,42	-	-	1,08	0,92	1,17	0,65	1,08
Pontuação final	1,48	0,88	1,08	0,98	0,67	0,94	0,91	1,85	1,17	0,90	0,21	0,85	1,33	1,24	1,07	1,08	1,07	1,16	0,81	1,13

Nota: Escala de Pontuação: < 1 (Insuficiente); entre 1 e < 2 (Suficiente); entre 2 e < 3 (Bom); = 3 (Ótimo); (-) indicador não contemplado para a respectiva unidade de análise.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Os resultados de avaliação dos indicadores do QualiCiclos apresentaram pontuações com maioria de valores “Suficiente” (para Cicloestruturas e Interseções) e “Insuficiente” (para Segmentos). A exceção positiva entre os indicadores avaliados foi a pontuação (2,36) do indicador de Cicloestrutura (tipo) para o subíndice de Cicloestruturas. Já o pior desempenho foi para o indicador de Volume de veículos motorizados (para o subíndice de Interseções), o qual atingiu o nível extremo de pontuação 0 para todas as interseções avaliadas. Inclusive foi também a pior nota para os demais subíndices. De modo geral, 50% dos indicadores apresentaram pontuações com valor “Suficiente” e 50% “Insuficiente”. A Tabela 21 apresenta os indicadores em ordem de classificação da maior para a menor pontuação, considerando a média das 3 unidades de análise.

Os resultados gerais para os indicadores demonstram que os indicadores com melhor classificação foram, respectivamente: Configuração das faixas de tráfego, Presença / tipo de cicloestrutura, Volume de veículos pesados. Muitas vias avaliadas possuíam a presença de 2 ou até 3 faixas de tráfego, enquadrando-se em níveis satisfatórios do índice. A presença de cicloestrutura (desde ciclovias, ciclofaixas até a sua inexistência) entre as avaliadas proporcionaram um maior impacto de efeito positivo no nível de pontuação nas notas gerais. Já o volume de veículos pesados foi mais significativo para as vias arteriais, naturalmente, do



que para as vias coletoras; o que proporciona uma distribuição mais equilibrada de suas pontuações, em geral, distribuídas por unidades de análise.

Tabela 21 - Ordem de classificação dos indicadores gerais do QualiCiclos.

INDICADORES	QUALICICLOS
Configuração das FAIXAS DE TRÁFEGO	<u>1,85</u>
Presença / tipo de CICLOESTRUTURA	<u>1,48</u>
Volume de VEÍCULOS PESADOS	<u>1,33</u>
SOMBREAMENTO / arborização	<u>1,24</u>
ESTACIONAMENTO adjacente	<u>1,17</u>
Restrições de VISIBILIDADE	<u>1,08</u>
LARGURA (da cicloestrutura ou faixa da direita)	<u>1,08</u>
ILUMINAÇÃO noturna	<u>1,07</u>
Condições do PAVIMENTO	<u>0,98</u>
Sinalização HORIZONTAL	<u>0,94</u>
Sinalização VERTICAL	<u>0,91</u>
Volume de CICLISTAS (na cicloestrutura ou na rua)	<u>0,90</u>
PROTEÇÃO da cicloestrutura	<u>0,88</u>
VELOCIDADE de veículos motorizados	<u>0,85</u>
Distância de TRAVESSIA	<u>0,67</u>
VOLUME de veículos motorizados	<u>0,21</u>

Nota: Escala de Pontuação: < 1 (Insuficiente); entre 1 e < 2 (Suficiente); entre 2 e < 3 (Bom); = 3 (Ótimo).
Categorias temáticas: (azul) = Infraestrutura, (rosa) = sinalização, (amarelo) = tráfego e (verde) = ambiente.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Os resultados gerais para os indicadores com pior classificação foram, respectivamente: Volume de veículos motorizados, Distância de travessia e Velocidade de veículos motorizados. Tanto o volume, quanto a velocidade de veículos motorizados correspondem também a pior avaliação considerando a percepção de ciclistas. Tais características evidenciam o pior impacto negativo em termos de insegurança viária, de modo geral, inclusive quando se trata da ocorrência de sinistros de trânsito. Já a distância de travessia corresponde a uma característica específica das interseções. O seu valor negativo evidencia também o que é corroborado pelos ciclistas, quando afirmam que esses espaços são



locais de maiores situações de conflito de trânsito e insegurança para pedalar, em comparação com segmentos viários.

Uma das citações dos participantes da pesquisa sintetiza bem os resultados mais expoentes apresentados para os indicadores avaliados: “A **cicloestrutura com bons elementos separadores é um benefício enorme, porém a garantia da segurança viária para ciclistas passa pela diminuição acentuada de **veículos automotores** circulando na rua e de suas **velocidades**” (Participante 12, expert). Essa evocação detecta a importância de se tratar das unidades de análise de modo integral e não desassociado dos impactos do fluxo entre diferentes modos de transporte.**

Ao colocar as avaliações realizadas a partir das categorias do QualiCiclos em ordem de classificação geral (Tabela 22), observa-se que o Tráfego foi a dimensão com o pior desempenho (Insuficiente) de qualidade cicloviária, conforme indicadores anteriormente discutidos. Isso representa um impacto negativo significativo para os ciclistas, atrelado a uma maior insegurança viária e uma possível retração da demanda de ciclistas. As demais categorias, apesar de estarem em nível “Suficiente” de qualidade cicloviária, vê-se que seus valores estão muito próximos do nível “Insuficiente”, o que requer uma maior atenção. Isso representa vias com atendimento mínimo e limitante aos requisitos necessários para um melhor nível de serviço cicloviário.

Tabela 22 - Ordem de classificação das categorias do QualiCiclos.

CATEGORIAS	QUALICICLOS
SINALIZAÇÃO	<u>1,16</u>
AMBIENTE	<u>1,13</u>
INFRAESTRUTURA	<u>1,07</u>
TRÁFEGO	<u>0,81</u>

Nota: Escala de Pontuação: ≤ 1 (Insuficiente); entre 1 e 2 (Suficiente); entre 2 e 3 (Bom); = 3 (Ótimo).
Categorias temáticas: (azul) = Infraestrutura, (rosa) = sinalização, (amarelo) = tráfego e (verde) = ambiente.

Fonte: Elaboração própria (2023).

A ordem de classificação geral para as categorias do QualiCiclos foi semelhante quando comparada com a ordem de classificação por unidade de análise (subíndices para interseções e segmentos), ocorrendo apenas variações da pontuação. A exceção foi para o subíndice de

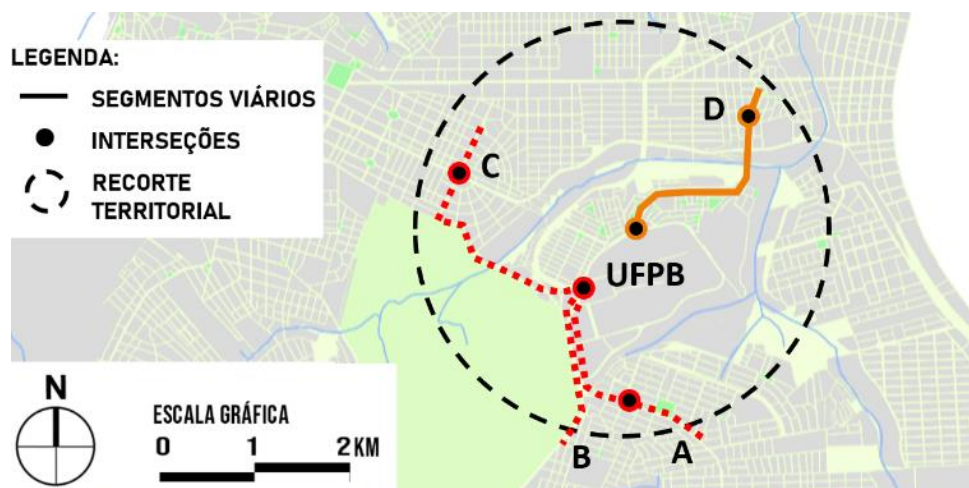


Cicloestruturas, o qual apresentou pontuações de nível “Suficiente” para todas as categorias, com a seguinte ordem de classificação: Infraestrutura > Ambiente > Tráfego > Sinalização. A sinalização das cicloestruturas, de modo geral, apresentou valores mais baixos do que as interseções e segmentos. Por outro lado, as cicloestruturas apresentaram valores mais altos, naturalmente, de Presença de cicloestrutura (tipo) e Volume de ciclistas, o que contribuiu como diferencial para a diferença entre as unidades de análise.

▪ Nível de adequabilidade final

Através de uma análise a partir da ótica de conexões entre macrozonas de tráfego e a UFPB como polo gerador de viagens, foi possível traçar considerações sobre a qualidade cicloviária das rotas existentes com origem nos bairros evidenciados no recorte territorial (Figura 16, Seção 4.3.1). Desse modo, foram identificadas 4 rotas de acesso ao polo gerador de viagens da UFPB. Cada rota é composta por diferentes interseções, segmentos viários compartilhados e cicloestruturas (quando existente). Desse modo, as 4 rotas foram pontuadas segundo a média ponderada e composta de suas respectivas unidades de análise. A Figura 49 apresenta um mapa com as rotas avaliadas e sua composição através do QualiCiclos.

Figura 49 - Mapa com rotas de acesso ao polo gerador de viagens (UFPB) com origem nos diferentes bairros de conexão.



Nota: Rotas de conexão entre UFPB - bairros vizinhos, onde:

A - Rua Empresário João Rodrigues Alves (UFPB - Bancários - zona Sul), composto por: S01, S06, I01;

B - Via Padre Zé, R. Diógenes Chianca (UFPB - Água Fria/Bancários - zona Sudoeste); composto por: S05, S06, I04;

C - Av. Dom Pedro II (UFPB - Torre/Centro - zona Epitácio/Centro), composto por: S12, S13, I04;

D - Rua Tito Silva (UFPB - Castelo Branco - zona Epitácio/Nordeste), composto por: S09, S10, I02, I05, C13, C14.

Escala de Pontuação: < 1 (Insuficiente); entre 1 e < 2 (Suficiente); entre 2 e < 3 (Bom); = 3 (Ótimo).



Os resultados de avaliação das rotas revelaram uma má qualidade ciclovária de acesso à UFPB (Tabela 23). 3 entre as 4 rotas existentes obtiveram nota “Insuficiente” de acordo com a classificação, do pior para o desempenho menos ruim: Rota B (Água Fria - UFPB), Rota A (Bancários-UFPB) e Rota C (Torre - UFPB). Apenas a Rota D (Miramar - Castelo Branco - UFPB) obteve uma nota “Suficiente”, justamente a rota com a presença de cicloestruturas. Os indicadores com nível “Insuficiente”, os quais necessitam de intervenção prioritária com ações de caráter imediato, foram: Volume de ciclistas, Volume e Velocidade de veículos motorizados (todas as rotas); Largura, Distância de travessia e Presença de cicloestrutura (rotas A, B, C); Sinalização horizontal e vertical, Sombreamento (rotas A e B); Pavimento (rotas A e D); Faixas de tráfego, Estacionamento e Iluminação (rotas C, A e B, respectivamente). Quanto às categorias, a dimensão de Tráfego foi a mais crítica.

Tabela 23 - Ordem de classificação das rotas de acesso ao polo gerador de viagens (UFPB) através da avaliação do QualiCiclos.

ROTA	INDICADORES													CATEGORIAS							
	Cicloestrutura	Proteção	Largura	Pavimento	Travessia	Sinal. Horizontal	Sinal. Vertical	Faixas de tráfego	Estacionamento	Ciclistas	Vol. Motorizado	Vel. Motorizada	Veículos Pesados	Sombreamento	Iluminação	Visibilidade	INFRAESTRUTURA	SINALIZAÇÃO	TRÁFEGO	AMBIENTE	QUALICICLOS
A	0,0	-	0,33	0,0	0,0	0,33	0,67	1,5	0,0	0,33	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,11	0,67	0,33	0,67	0,44
B	0,0	-	0,67	1,0	0,0	0,0	0,0	1,5	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	1,0	0,47	0,44	0,25	0,5	0,42
C	0,0	-	0,67	1,33	0,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,33	0,0	0,0	1,33	1,0	1,0	1,0	0,58	0,89	0,42	1,0	0,72
D	2,0	1,0	1,0	0,67	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,67	1,0	1,0	1,0	2,0	1,25	1,56	0,36	1,33	1,13

Nota: Escala de Pontuação: ≤ 1 (Insuficiente); entre 1 e < 2 (Suficiente); entre 2 e < 3 (Bom); $= 3$ (Ótimo); (-) indicador não contemplado para a respectiva unidade de análise.

Rotas de conexão entre UFPB – bairros vizinhos, onde:

A - Rua Empresário João Rodrigues Alves (UFPB - Bancários - zona Sul), composto por: S01, S06, I01;

B - Via Padre Zé, R. Diógenes Chianca (UFPB - Água Fria/Bancários - zona Sudoeste); composto por: S05, S06, I04;

C - Av. Dom Pedro II (UFPB - Torre/Centro - zona Epitácio/Centro), composto por: S12, S13, I04;

D - Rua Tito Silva (UFPB - Castelo Branco - zona Epitácio/Nordeste), composto por: S09, S10, I02, I05, C13, C14.

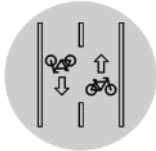


Fonte: Elaboração própria (2023).

Os resultados com a nota final para o QualiCiclos, considerando todo o conjunto de espaços viários avaliados no estudo de caso, revelaram a seguinte ordem de classificação, da maior para a menor: Cicloestruturas (Suficiente), Interseções e Segmentos compartilhados



(Insuficiente), respectivamente (Tabela 24). O índice final revelou nota média “Suficiente” (1,04) para o conjunto de espaços avaliados através dos 3 subíndices ou unidades de análise. Isso implica, de modo geral, que as áreas avaliadas no estudo de caso em João Pessoa satisfazem os critérios mínimos necessários para sua função, mas de forma muito limitada e próxima de um nível de serviço insuficiente para bicicletas.

Tabela 24 - Ordem de classificação das unidades de análise e nota final do QualiCiclos para o estudo de caso em João Pessoa-PB.

SUBÍNDICES	QUALICICLOS
 CICLOESTRUTURAS	1,28
 INTERSEÇÕES	0,95
 SEGMENTOS COMPARTILHADOS	0,89
NOTA FINAL	1,04

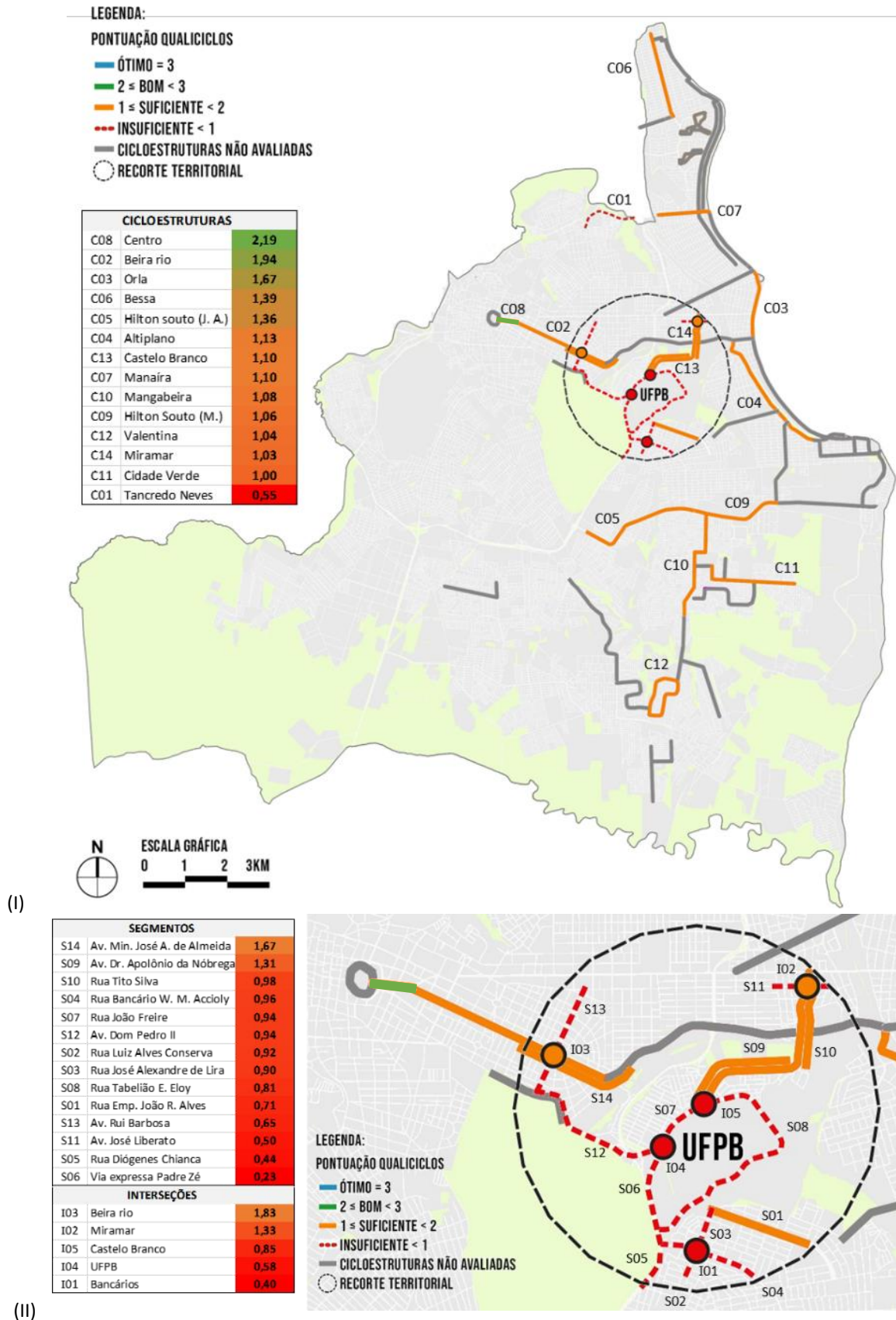
Nota: Escala de Pontuação: **< 1 (Insuficiente)**; **entre 1 e < 2 (Suficiente)**; **entre 2 e < 3 (Bom)**; **= 3 (Ótimo)**.

Fonte: Elaboração própria (2023).

O Mapa na Figura 50 apresenta os resultados completos do QualiCiclos aplicado para cada cicloestrutura, interseção e segmento compartilhado avaliado, classificados da melhor para a pior pontuação.



Figura 50 - Mapa com os resultados completos da aplicação do QualiCiclos em João Pessoa, (I) avaliação de Cicloestruturas e (II) avaliação de Interseções e Segmentos compartilhados.



Fonte: Elaboração própria (2023). Colaboração: Anderson Guedes.



As infraestruturas viárias, a sinalização, o ambiente e o tráfego já em vigor oferecem um ambiente pouco propício à prática do uso cotidiano da bicicleta, com segurança e conforto apenas relativos a poucos locais, também sob restritos indicadores, conforme abordado anteriormente. Apesar da presença de áreas que estão em conformidade com os padrões esperados, diversos eixos de deslocamento ainda demandam melhorias substanciais a fim de garantir uma experiência boa ou ótima para os ciclistas da cidade. As interseções e os segmentos viários, ou seja, os espaços onde o ciclista compartilha a via com motoristas, requerem uma atenção ainda maior, a partir de intervenções de caráter prioritário e ações imediatas. Concomitantemente, as cicloestruturas, evidenciadas pelos próprios ciclistas como um elemento de suma importância, requer também intervenções de caráter prioritário, com ações a curto prazo.

4.3.4 Análise do questionário: Parte 3 - Percepção da qualidade de serviço cicloviário e correlações com a aplicação do QualiCiclos

O questionário *online* com ciclistas possuiu uma terceira parte, referente à percepção da qualidade de serviço cicloviário de espaços representativos do recorte de estudo da tese, o qual apresentou configurações viárias diversas. Tais espaços compreendem as 5 interseções e suas respectivas cicloestruturas e segmentos viários compartilhados adjacentes, conforme apresentadas anteriormente, sob avaliação do QualiCiclos. A parte 3 do questionário teve como finalidade analisar as possíveis correlações existentes entre a opinião dos ciclistas e o resultado técnico do índice QualiCiclos. As Figuras 50 a 54 apresentam as perspectivas de cada interseção e suas adjacências, localizadas através do nome de suas respectivas vias.

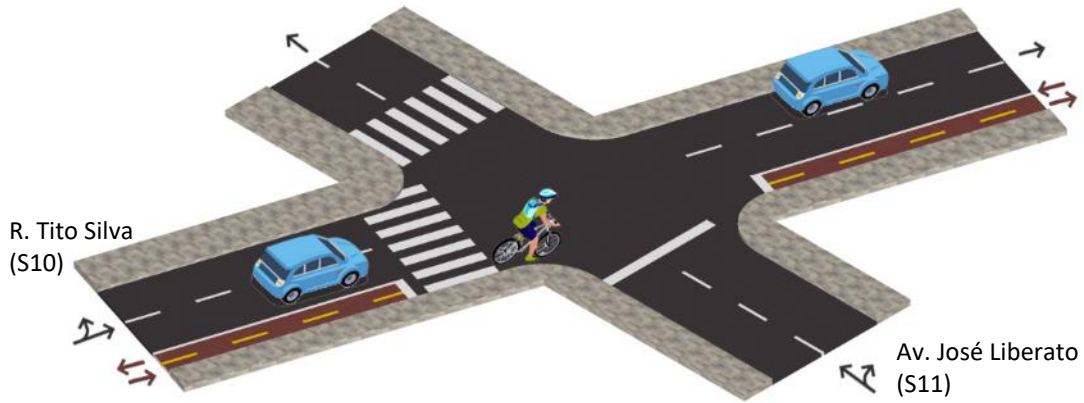
Figura 51 - Perspectiva da Interseção (I01), entre os Segmentos viários (S01, S02 e S03).



Fonte: Elaboração própria (2023).

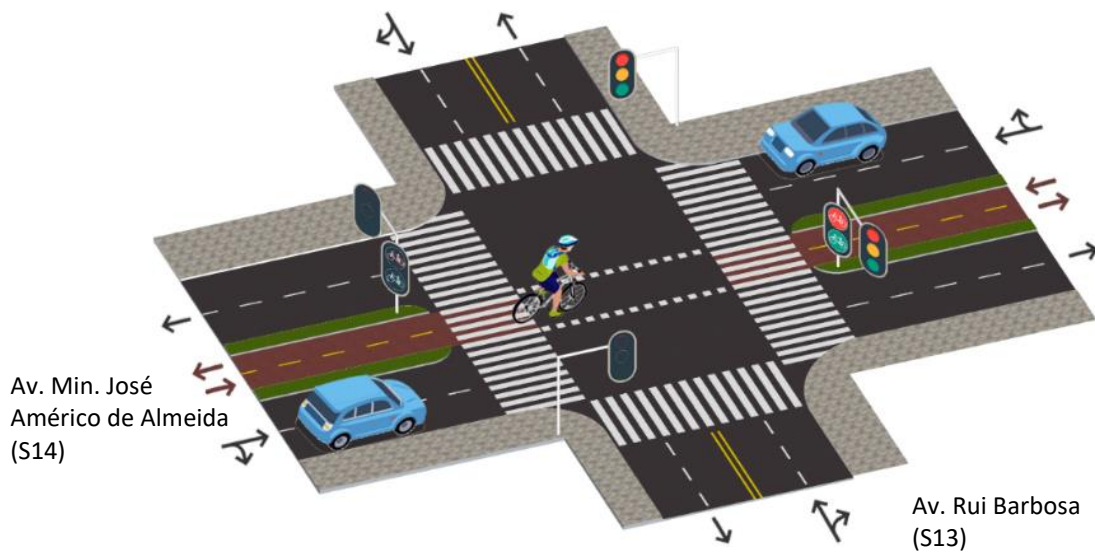


Figura 52 - Perspectiva da Interseção (I02), entre os Segmentos viários (S10 e S11) e Cicloestrutura (C14), a ciclofaixa do Miramar.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Figura 53 - Perspectiva da Interseção (I03), entre os Segmentos viários (S13 e S14) e Cicloestrutura (C02), a ciclovia da Beira rio.



Fonte: Elaboração própria (2023).



Figura 54 - Perspectiva da Interseção (I04), entre os Segmentos viários (S06, S07 e S12).



Fonte: Elaboração própria (2023).

Figura 55 - Perspectiva da Interseção (I05), entre os Segmentos viários (S07, S08, S09) e a Cicloestrutura (C13) a ciclofaixa do Castelo Branco.



Fonte: Elaboração própria (2023).

Os resultados de percepção da qualidade de serviço ciclovário dos 5 pontos apresentados advêm do método de simulação em vídeo para representar as diferentes situações de tráfego, conforme explicado na Seção 3.2. As principais variáveis representadas em vídeo, além do tipo de interseção (cruzamento ou rotatória), foram: configuração de faixas de tráfego, presença de cicloestrutura e sinalização. Outras observações como volume motorizado, presença de estacionamentos adjacentes e visibilidade, puderam ser visualizadas indiretamente como parte do ambiente de tráfego. A Tabela 25 apresenta a análise descritiva das avaliações realizadas por 176 ciclistas através do questionário.

**Tabela 25** - Estatística descritiva da qualidade de serviço de interseções e adjacências.

INTERSEÇÃO	GRUPO	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL	ANÁLISE VISUAL
(I01) Cruzamento semaforizado sem cicloestrutura	(1) Péssimo	27	15,3%	
	(2) Ruim	45	25,6%	
	(3) Regular	57	32,4%	
	(4) Bom	35	19,9%	
	(5) Ótimo	6	3,4%	
	(6) Excelente	6	3,4%	
(I02) Cruzamento não semaforizado com ciclofaixa	(1) Péssimo	13	7,4%	
	(2) Ruim	40	22,7%	
	(3) Regular	51	29,0%	
	(4) Bom	55	31,3%	
	(5) Ótimo	16	9,1%	
	(6) Excelente	1	0,6%	
(I03) Cruzamento semaforizado com ciclovia	(1) Péssimo	0	0,0%	
	(2) Ruim	0	0,0%	
	(3) Regular	5	2,8%	
	(4) Bom	26	14,8%	
	(5) Ótimo	52	29,5%	
	(6) Excelente	93	52,8%	
(I04) Rotatória sem cicloestrutura	(1) Péssimo	93	52,8%	
	(2) Ruim	53	30,1%	
	(3) Regular	21	11,9%	
	(4) Bom	6	3,4%	
	(5) Ótimo	3	1,7%	
	(6) Excelente	0	0,0%	
(I05) Rotatória com ciclofaixa	(1) Péssimo	7	4,0%	
	(2) Ruim	18	10,2%	
	(3) Regular	43	24,4%	
	(4) Bom	52	29,5%	
	(5) Ótimo	31	17,6%	
	(6) Excelente	25	14,2%	

Nota: N= 176.

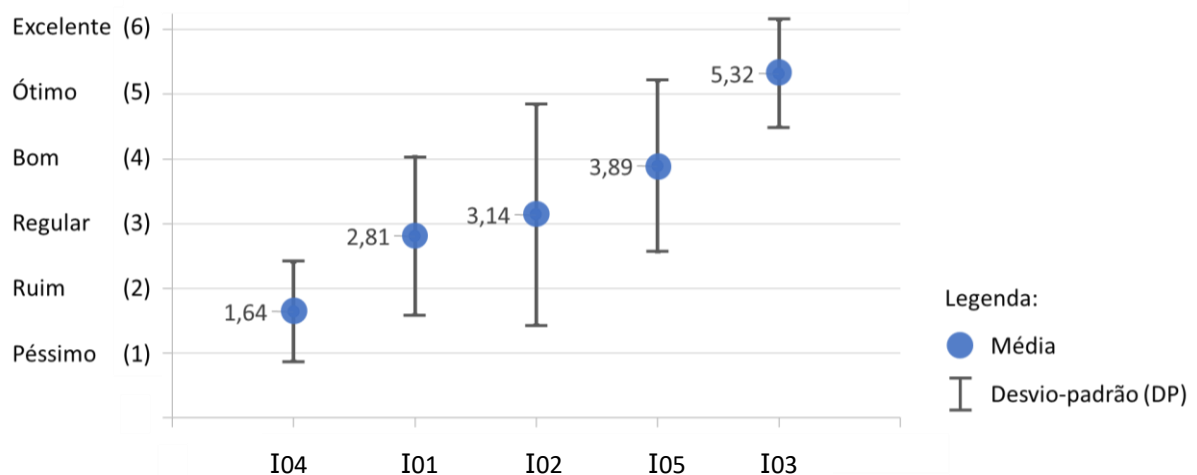
Fonte: Elaboração própria (2023).

Os resultados mostraram que houve algumas diferenças perceptíveis tanto com relação aos grupos de interseções dos diferentes tipos, como entre o indicador de presença de cicloestrutura. Verifica-se que os cruzamentos das interseções (I01) e (I02) possuem



predominância de respostas em grupos/níveis de qualidade mais baixos comparado ao da (I03). O mesmo ocorre ao verificar a diferença entre as rotatórias das interseções (I04) e (I05) a qual possui melhores níveis de qualidade. A principal característica em comum para as interseções com melhor avaliação, independentemente do tipo, trata-se justamente da presença de cicloestrutura. Já o indicador de sinalização vertical (presença de semáforo) não foi determinante para uma melhor avaliação, como pode ser visto no caso dos cruzamentos (I01, I02 e I03). Ou seja, a variável “Presença de cicloestrutura” apresentou melhor tendência de qualidade ciclovária do que a “Presença de semáforo”. Essas observações podem ser melhor visualizadas na Figura 55 que apresenta um gráfico com a dispersão de médias e desvio-padrão em ordem crescente de avaliação das interseções.

Figura 56 – Gráfico de dispersão de médias e desvio-padrão a partir da percepção de qualidade de serviço das interseções avaliadas.



Nota: I01 - Bancários: Cruzamento semaforizado sem cicloestrutura / DP = 1,22
 I02 - Miramar: Cruzamento não semaforizado com ciclofaixa / DP = 1,71
 I03 - Beira rio: Cruzamento semaforizado com ciclovía / DP = 0,83
 I04 - UFPB: Rotatória sem cicloestrutura / DP = 0,77
 I05 - Castelo Branco: Rotatória com ciclofaixa / DP = 1,32

Fonte: Elaboração própria (2023).

A avaliação realizada pelos ciclistas foi, posteriormente, convertida para a escala do sistema de pontuação do QualiCiclos, de modo a comparar ambas as médias: dó índice e dos ciclistas. Após análise dos dados, adotou-se a seguinte conversão de dados para a escala de qualidade de serviço pelos ciclistas: valores de nível “Péssimo e ruim” = 0; “Regular” = 1; “Bom e Ótimo” = 2; “Excelente” = 3. Assim, foram comparadas as diferenças entre médias das



avaliações e realizados testes estatísticos para verificar se havia diferenças significativas. A Tabela 26 e a Figura 56 apresentam os resultados da comparação desenvolvida.

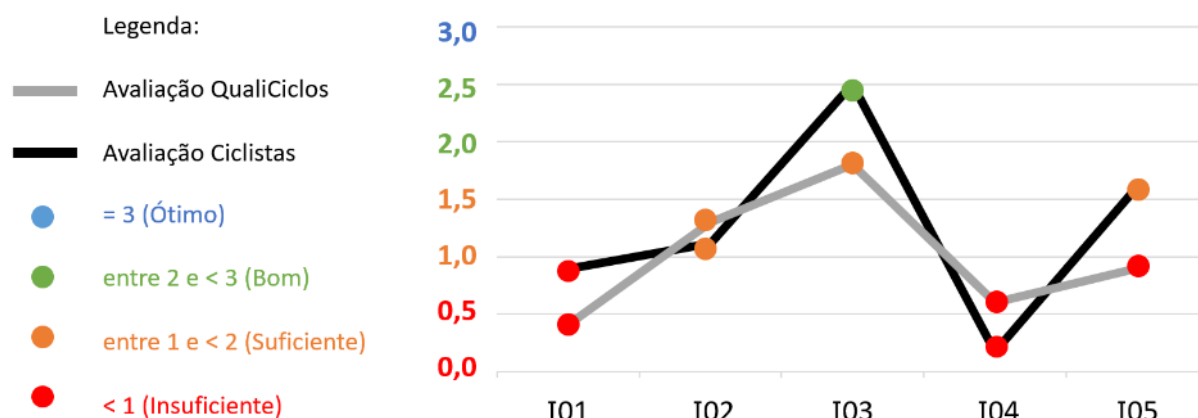
Tabela 26 - Diferenças médias entre a avaliação do QualiCiclos e de ciclistas.

LOCAL AVALIADO	MÉDIA QUALICICLOS	MÉDIA CICLISTAS	DIFERENÇA MÉDIA
I01 - Bancários	<u>0,39</u>	<u>0,89</u>	0,50
I02 - Miramar	<u>1,33</u>	<u>1,11</u>	- 0,22
I03 - Beira rio	<u>1,83</u>	<u>2,50</u>	0,67
I04 - UFPB	<u>0,58</u>	<u>0,17</u>	- 0,41
I05 - Castelo Branco	<u>0,85</u>	<u>1,61</u>	0,76

Nota: Escala de Pontuação: < 1 (Insuficiente); entre 1 e < 2 (Suficiente); entre 2 e < 3 (Bom); = 3 (Ótimo).

Fonte: Elaboração própria (2023).

Figura 57 - Gráfico comparativo entre avaliação do QualiCiclos e de ciclistas.



Nota: I01 - Bancários: Cruzamento semaforizado sem cicloestrutura
 I02 - Miramar: Cruzamento não semaforizado com ciclofaixa
 I03 - Beira rio: Cruzamento semaforizado com ciclovia
 I04 - UFPB: Rotatória sem cicloestrutura
 I05 - Castelo Branco: Rotatória com ciclofaixa

Fonte: Elaboração própria (2023).

Analisando os resultados, podemos observar que alguns locais têm uma diferença mais considerável entre a média do QualiCiclos e a média de ciclistas, outros nem tanto. Por exemplo, Miramar (I02) e UFPB (I02) obtiveram as menores diferenças médias, indicando que esses locais apresentam características de desempenho facilmente perceptíveis e correlacionadas com a análise técnica. Além disso, foram os únicos locais em que a avaliação



foi mais negativa do que o próprio índice, sugerindo que esses locais apresentam indicadores de efeito negativo mais evidentes no contexto em que estão inseridos. Contudo, ressalta-se que os resultados dos testes estatísticos não apresentaram valores estatisticamente significativos para a hipótese de semelhança entre as avaliações do índice e as dos participantes. Isso não impede a consideração de tendências representativas mediante os resultados alcançados, visto que a variabilidade dos escores em torno das médias foram semelhantes.

Ao observar a escala de valores, verifica-se que as interseções dos Bancários, Miramar e UFPB (I01, I02 e I04, respectivamente) possuem níveis de qualidade cicloviária idênticos entre as avaliações de modo comparativo. Por exemplo, a interseção dos Bancários (I01) obteve um nível “Insuficiente” tanto sob a ótica do QualiCiclos, quanto do ponto de vista dos ciclistas. O mesmo ocorre para a interseção da UFPB (I04 = “Insuficiente”) e Miramar (I02 = “Suficiente”). Por outro lado, as interseções do Castelo Branco (I05) e Beira rio (I03) tiveram a maior diferença média (0,76 e 0,67, respectivamente) o que levou a divergências, resultando em um aumento do nível de adequabilidade cicloviária para esses locais, sob a percepção dos ciclistas.

Finalmente, ao pôr em ordem de classificação os pontos avaliados por ambos os modos (Tabela 27), percebe-se que os 3 primeiros classificados foram os mesmos locais que apresentam cicloestrutura, enquanto os 2 últimos classificados não possuem. De todo modo, a Beira rio (I03) continuou sendo a interseção mais bem avaliada por ambas as avaliações. Enquanto isso, a Castelo Branco (I05), certamente por possuir uma linha de continuidade da ciclofaixa ao longo da rotatória, pode ter levado os respondentes a elevarem a nota desse local, considerando o efeito positivo e a relevância desse indicador. Apesar disso, nota-se como o rigor técnico do índice considera diversos outros fatores para a avaliação e como isso foi determinante na classificação final, para além da presença de cicloestrutura.



Tabela 27 - Ordem de classificação da pior para a melhor média das interseções através da avaliação do QualiCiclos e de ciclistas.

AVALIAÇÃO QUALICICLOS	MÉDIA	AVALIAÇÃO CICLISTAS	MÉDIA
(I01) Bancários	<u>0,39</u>	(I04) UFPB	<u>0,17</u>
(I04) UFPB	<u>0,58</u>	(I01) Bancários	<u>0,89</u>
(I05) Castelo Branco	<u>0,85</u>	(I02) Miramar	<u>1,11</u>
(I02) Miramar	<u>1,33</u>	(I05) Castelo Branco	<u>1,61</u>
(I03) Beira rio	<u>1,83</u>	(I03) Beira rio	<u>2,50</u>

Nota: Escala de Pontuação: < 1 (Insuficiente); entre 1 e < 2 (Suficiente); entre 2 e < 3 (Bom); = 3 (Ótimo).

Fonte: Elaboração própria (2023).

Todas as análises realizadas ao longo dos resultados, de forma multidimensional e sob vários métodos e testes estatísticos, serviram para ampliar o diagnóstico do estudo de caso e para aprofundar o caráter crítico-propositivo quanto às questões levantadas em todo o percurso teórico-metodológico da tese. Em geral, é importante considerar que cada contexto de aplicação de avaliação de desempenho ciclovário possui particularidades e isso pode ser detectado, não só através de elementos técnicos, mas também através da percepção de usuários.

4.4 Discussão complementar

As ferramentas analíticas apresentadas no referencial teórico, assim como a proposta do modelo QualiCiclos, podem ser usadas para avaliar e melhorar o NSB, 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 ciclovários. Assim, obtêm-se medidas objetivas a fim de gerar áreas urbanas mais adequadas para o ciclista.

A definição de variáveis influentes agregadas em um valor numérico ou índice representativo da qualidade do espaço e ambiente para o uso da bicicleta serve como parâmetro admissível para a escolha de rotas. Desse modo, os modelos de NSB são passíveis de serem usados para o planejamento da demanda de viagens, considerando uma apropriada facilitação para um sistema de transportes multimodal mais sustentável.



Medir o desempenho das vias para ciclistas permite o fornecimento de inventários e registros cicloviários, a verificação de deficiências e o desenvolvimento de melhorias. A adoção de níveis de serviço traz a possibilidade de aferir um panorama crítico 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). Conforme abordado, os critérios de avaliação de NSB têm diversas aplicações no planejamento, projeto e manutenção das cicloestruturas e outras facilidades para bicicleta. Nesse âmbito, o Quadro 16 foi elaborado com o intuito de resumir e apresentar potenciais contribuições das avaliações cicloviárias a partir da aplicação de métodos de NSB.

Quadro 16 - Potenciais contribuições das medidas de 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, além de investimentos em “pontos fracos” verificados para que haja melhorias.
PROPOSIÇÃO DE MAPAS	Um mapa de compatibilidade cicloviária pode ser fornecido à sociedade para auxiliar na escolha de rotas. Através de mapas cicloviários é possível ilustrar e designar características físicas das vias para o uso de informações relevantes para os ciclistas.
FERRAMENTA DE PREDIÇÃO DE SINISTROS	Ao correlacionar a taxa de ocorrência de sinistros de trânsito com o desempenho do nível de serviço para bicicleta é possível realizar predições. Além disso, essa predição pode associar-se, por exemplo, a fatores geográficos, de multimodalidade, localização, densidade e uso do solo.
PLANEJAMENTO CICLOINCLUSIVO	Através das 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. Avaliando também a continuidade de investimentos cicloviários na malha urbana.



É complexo imaginar um índice de adequabilidade viária multimodal para os diversos tipos de veículos e modos de transporte. Contudo, vale salientar que os indicadores propostos no QualiCiclos apresentam uma associação direta ou indireta com a qualidade dos deslocamentos através de outros modos de transporte. Por exemplo, as condições de pavimento da via; a atenção quanto a distância de travessias e a redução de conflitos e sinistros de trânsito, bem como o número de faixas de tráfego e uma melhor adequação à escala humana; a orientação referente à sinalização; a moderação de tráfego e seus benefícios, seja pela velocidade, seja pela adequação do volume de veículos motorizados e por outro lado o fomento a presença de mais bicicletas em fluxo; além de outros benefícios intrínsecos ao ambiente (arborização, iluminação, visibilidade), os quais se traduzem em uma melhor qualidade ambiental para todos.

O tipo de cicloestrutura é visto como um fator comumente utilizado para as avaliações de cicloestruturas, sua presença é destacada nos modelos da literatura internacional para segmentos compartilhados e interseções viárias, mas não é uma das variáveis mais utilizadas, entre as 5 principais, por exemplo. Contudo, considerando o contexto brasileiro, a presente tese demonstrou, através da pesquisa de percepção, que a presença de cicloestrutura foi o indicador de maior importância relativa para quaisquer unidades de análise. A presença de cicloestrutura representa o elemento de infraestrutura viária de maior fornecimento de segurança para os ciclistas, sobretudo para as mulheres. Apesar disso, essa é apenas uma das variáveis a ser tratada para a garantia real de segurança viária. É comum que o (pouco) investimento aplicado para o transporte cicloviário nas cidades seja direcionado exclusivamente para a implantação de cicloestruturas. No entanto, isso ocorre sem a previsão de medidas mais amplas, que envolvem o complexo do sistema viário, o seu ambiente de tráfego compartilhado e características dos usuários. Mesmo diante das cicloestruturas, a sua sinalização, sobretudo em trechos de interseções, é comumente negligenciada.

O volume de veículos motorizados foi o indicador mais utilizado nos modelos de NSB para segmentos viários e interseções, conforme revisão da literatura. Além disso, esteve entre os 4 indicadores de maior grau de importância segundo a percepção dos participantes desta tese. No tocante apenas às variáveis de efeito negativo, a velocidade, seguido do volume de veículos motorizados foram considerados os de maior relevância. Isso demonstra a importância desse indicador, de modo geral, dentro do campo de avaliação de adequabilidade cicloviária. A presença dos veículos motorizados está associada a diversas situações que



envolvem risco para os ciclistas. Isso ocorre, seja através de atitudes no tráfego, seja através de características como velocidade, tamanho, emissão de poluentes, ruído e ocupação do espaço capazes de gerar insegurança, desconforto ou até impedimentos para pedalar. A colisão através de veículos motorizados é o principal tipo de sinistro de trânsito no Brasil, representando cerca de 60% dos casos envolvendo vítimas ou mortes (CNT, 2021). Sendo também, a ameaça de maior gravidade de morte para ciclistas (WHO, 2020).

O número de conflitos de trânsito tende a diminuir após a implantação de ciclovias no entorno das interseções (ZANGENEHPOUR *et al.*, 2016). Além das cicloestruturas adjacentes é importante que haja um tratamento nas interseções sinalizando a passagem dos ciclistas, isso pode ser feito através de faixa tracejada ou pintura completa, sob diferentes cores (vermelho, azul ou verde), dependendo da cidade. Os autores citados, ressaltam que cicloestruturas presentes no lado direito da via são mais seguras do que aquelas presentes no lado esquerdo. Isso ocorre, entre outros aspectos, devido ao fato de que os ciclistas mantêm uma distância lateral maior dos veículos motorizados estando do lado direito, em via de mesmo sentido para ambos. Ao trafegar por uma interseção, essa distância é significativa em termos de segurança, gerando maior visibilidade e tempo para manobras.

Em rotatórias, a presença e o tipo de cicloestrutura adjacente e em meio a interseção viária também tem influência positiva no NSB. Por outro lado, os ciclistas sentem-se menos satisfeitos de acordo com um maior tamanho da rotatória; quanto mais faixas de tráfego, maior a probabilidade de conflitos com veículos motorizados (JENSEN, 2013). A discussão sobre a presença de cicloestrutura reflete-se nos resultados da tese a partir da percepção sobre a qualidade de serviço das interseções avaliadas. Essa variável mostrou-se presente nas melhores avaliações, tanto para cruzamentos, quanto para rotatórias, independente, também, da presença de semáforo para veículos, em geral, na interseção.

Com relação a semaforização das interseções, os semáforos exclusivos para ciclistas reduzem conflitos entre bicicletas e automóveis. Essa premissa foi constatada nos resultados da pesquisa de Ledezma-Navarro *et al.* (2018). Os quais demonstraram, através da análise de simulações, que a sinalização de semáforos com fase (tempo exclusivo) de maior proteção para bicicletas gera menos casos de conflitos entre ciclistas e automóveis. Um semáforo com fase de alta proteção para os ciclistas chega a reduzir conflitos em até 60% comparado a semáforos sem divisão modal. Segundo os autores, a redução de acidentes através de medidas de sinalização semafórica compensa o custo operacional e de possíveis atrasos do tráfego



motorizado. Já as interseções não semaforizadas apresentam uma maior possibilidade de pontos de conflito em diferentes direções de fluxo de tráfego. Isso torna as condições para deslocamentos cicloviários inseguras. Em muitos casos, sobretudo em contextos de tráfego heterogêneo, com pouca disciplina e falta de respeito no trânsito, os ciclistas são obrigados a impor a sua presença para conseguirem um mínimo de abertura e cumprir seus trajetos, mesmo em situações conflitantes (BEURA; SRIVASTAVA; BHUYAN, 2021).

O perfil dos participantes da pesquisa apresentou uma grande variedade de características dos ciclistas. Entretanto, a paridade de gênero foi um aspecto inalcançável na pesquisa diante do não controle do perfil amostral e considerando que o Brasil apresenta uma grande diferença de gênero no transporte por bicicleta, onde a maioria dos ciclistas são homens (ANDRADE *et al.*, 2016). Essa diferença é uma das mais representativas entre os diversos modais, como exemplo, em João Pessoa, as mulheres representam apenas 18,8% das viagens realizadas de bicicleta (PMJP, 2020).

Os resultados da pesquisa de percepção foram corroborados pelas principais tendências apresentadas anteriormente (Seção 2.2.6), quanto às diferenças do perfil do ciclista. Tais tendências demonstram que mulheres, pessoas mais velhas, menos experientes ou menos confiantes possuem maior nível de preocupação do que homens, jovens, ciclistas mais experientes ou mais confiantes. Isso foi mais ou menos significativo para determinados indicadores, conforme apresentado anteriormente (Seção 4.2.3).

Quanto ao efeito diverso dos indicadores de adequabilidade cicloviária presentes na literatura, uma das variáveis apresentou um resultado mais surpreendente no contexto de percepção de ciclistas brasileiros, o indicador de configuração de faixas de tráfego. À princípio, esperava-se que este indicador estivesse mais associado a um efeito negativo, mas ocorreu o oposto na visão dos brasileiros. Ao se aprofundar nos estudos da revisão, o resultado sobre o pressuposto de que mais faixas de tráfego está associado a um tráfego menos complicado condiz com a percepção de que os veículos motorizados se dispersam mais na via, tendendo a ir para as faixas da esquerda (de maior velocidade), quando há mais faixas. Assim, haveria uma “folga” a mais para pedalar, sobretudo nas faixas da direita, onde habitualmente circulam os ciclistas. Entretanto, uma das falas da pesquisa da tese propõe um certo esclarecimento acerca desse número de faixas de tráfego: “Ruas com **até 3 faixas** é positivo” (Participante 31, ciclista cotidiano).



Já sobre o tipo de uso do solo, também de efeito diverso na literatura, foram observados no contexto brasileiro, como sendo mais de efeito negativo. Alguns participantes também evocaram opiniões a respeito: *“Ruas com muito comércio são muito tumultuadas, o trânsito fica desorientado e movimentado”* (Participante 14, expert), *“Prefiro bairros residenciais, as áreas comerciais são mais congestionadas”* (Participante 31, ciclista cotidiano). Entende-se que as implicações do uso do solo possuem variáveis complexas e interligadas com várias áreas de estudo, sendo uma variável importante no contexto da qualidade cicloviária, mas de difícil mensuração aplicável no contexto do nível de serviço para bicicletas. Nesse contexto, Silveira e Silva (2018, p. 80) ressaltam que “enquanto o uso do solo pode influir funcionalmente no número de viagens “para” ou “de” um espaço, aspectos da morfologia urbana, da localização e das práticas sociais podem influir no movimento “através”, relacionado aos principais percursos urbanos”.

Muitos autores propõem indicadores cujos dados necessários estão comumente indisponíveis nos órgãos de transporte, requerendo maiores coletas primárias de dados (GRISWOLD *et al.*, 2018; MONARI; SEGANTINE, 2020). Porém, essa defasagem vai além do arcabouço prático dos pesquisadores. O que ocorre é um reflexo sobre como o planejamento cicloviário ainda necessita ser valorizado e efetivado nos órgãos gestores para garantir um fornecimento plausível de informações públicas sobre o transporte por bicicleta nas cidades. Além disso, avaliar as vias em situações reais, caso a caso, pode ser oneroso, de modo que métodos mais simplificados, com facilidade de coleta de dados e modelos com base estatística e sustentação científica são opções mais oportunas.

A problemática da mobilidade existente nas grandes cidades é, cada vez mais, ampliada para cidades médias e pequenas, sobretudo devido à motorização excessiva de automóveis e motocicletas que ocupam o espaço viário urbano e geram impactos. O aumento do fluxo de automóveis gera um ciclo de dependência automotiva, onde: quanto mais veículos, maior o esforço para a gestão de congestionamentos, os modos alternativos são estigmatizados, o uso do solo é orientado para o automóvel, necessidade de mais estacionamento e espaço viário, os padrões de desenvolvimento urbano tornam-se dispersos, o que requer maior quantidade de viagens e mais longas (SILVEIRA; SILVA, 2018). Nesse sentido, é compreensível não haver resultados estatisticamente significativos entre a percepção de ciclistas de João Pessoa e o grupo de outras cidades. Mesmo assim, para alguns



indicadores ainda foram encontrados resultados consideráveis para grupos de maior faixa de população em comparação às cidades com menos de 100 mil habitantes.

Abordagens menos complexas são sobretudo importantes para contextos de países em desenvolvimento como o Brasil que ainda não possuem métodos padronizados para aplicações mais robustas da avaliação cicloviária. Onde o planejamento cicloviário ainda é incipiente por parte dos órgãos gestores de transporte, os quais historicamente promoveram as cidades para o uso do automóvel.

O estudo de caso apresentado tomou um dos principais polos de geração de viagens da cidade de João Pessoa, a UFPB, como referência para o estudo de suas conexões viárias com várias zonas da cidade. A pesquisa de Cevada (2015) demonstrou a percepção dos usuários da UFPB (não ciclistas) com relação a uma possível mudança modal para o uso da bicicleta frente a possíveis melhorias de infraestrutura viária. Segundo a pesquisa, a maioria dos respondentes estariam aptos à mudança modal, caso houvesse melhorias externas ao campus, sobretudo para os deslocamentos de até 10 km (quanto menor a distância, maior seria a adesão). Além disso, a falta de segurança no trânsito e a falta de infraestrutura cicloviária são citados como os principais problemas externos ao campus. Esses resultados refletem-se na avaliação do QualiCiclos, onde se viu que as rotas externas de acesso ao campus são insuficientes sob diversos indicadores de adequabilidade cicloviária.

João Pessoa é uma cidade alvo de grande interesse público-privado no cenário nacional e até internacional. Diversos programas de fomento à sustentabilidade urbana para cidades emergentes vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos na cidade, tais como: o Plano de Ação João Pessoa Sustentável (2014) e Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis (ICES), apoiados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID); o MobCidades (2017) em parceria com o Instituto de Estudos Socioeconômicos (Inesc) e a Rede Cidades por territórios justos, democráticos e sustentáveis, financiado pela União Europeia; Rede Nacional para a Mobilidade de Baixo Carbono (2017), coordenada pelo WRI Brasil, entre outros. Isso demonstra o potencial atrativo de João Pessoa em sediar ações de fomento ao desenvolvimento sustentável.

Contudo, tantos incentivos ainda não produziram ações efetivas pró-mobilidade ativa, no que preze a ciclomobilidade. Apesar do aumento da malha cicloviária nos últimos anos, os órgãos gestores de mobilidade ainda carecem de melhorias no sistema de planejamento de transporte, sobretudo, quanto ao estabelecimento de processos participativos que



considerem a percepção e as necessidades dos ciclistas. Assim como, a implementação de instrumentos voltados para a avaliação ciclovária e sua integração com outros modos de transporte.

As características do meio ambiente construído possuem fortes implicações no bem-estar dos seus usuários, ou seja, a qualidade ambiental em suas condições ideais associa-se a uma melhor qualidade de vida (COSTA; SILVA; SILVEIRA, 2016). Para além da função de circulação, os espaços livres públicos quando desenvolvidos e orientados ao transporte sustentável proporcionam uma convivência entre as pessoas capaz de gerar maiores benefícios socioeconômicos, assim como, geram um espaço viário de menor impacto ambiental. Desse modo, contribui-se para uma maior diversidade socio territorial, maior senso de comunidade, através de uma mobilidade de proximidade (LEITE; AWAD, 2012). Para tanto, os estudos desta tese evidenciaram a importância, não só, de promover facilidades para o uso da bicicleta, mas também, de atuar de modo significativo na redução dos impactos do uso de veículos motorizados.

Diante da presente discussão, questiona-se o modelo de cidade que temos, o qual se mostrou ineficaz, e aquele desejado, capaz de reduzir os fenômenos de degradação ambiental, desigualdades sociais de acesso à cidade, custos e outros problemas. A redefinição para uma mobilidade mais sustentável perpassa pelo reconhecimento do ciclista como um gerador ativo de benefícios coletivos. Sendo importante, para tanto, compreender a percepção desses usuários, para além do arcabouço técnico, e tomar partido disso para o desenvolvimento de instrumentos de avaliação e planejamento, tais como o proposto neste trabalho.



5

CONSIDERAÇÕES FINAIS



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese cumpriu com o objetivo geral de desenvolver uma proposta metodológica para planejamento e avaliação do nível de serviço para bicicletas aplicável a interseções, cicloestruturas e segmentos viários, considerando indicadores de adequabilidade cicloviária e a percepção de ciclistas e *experts* em ciclomobilidade. A partir disso foi possível extrair uma série de descobertas e considerações acerca do planejamento cicloviário.

A revisão sistemática da literatura serviu para clarear conceitos/definições na literatura e examinar métodos sobre como a avaliação do espaço cicloviário tem sido feita a partir de pesquisas de alta qualidade, relevantes para as questões tratadas na tese. A prática corrente na área de planejamento cicloviário, demonstra a ênfase dada para o conceito de nível de serviço para bicicletas e seus elementos de análise, sobretudo com aplicações voltadas para o diagnóstico da qualidade cicloviária. A tese trouxe uma contribuição teórico conceitual para o panorama brasileiro. Isso ocorreu, na medida em que buscou traduzir, comparar e elucidar (dentre os vários indicadores disponíveis na literatura) como os termos e variáveis se refletem no contexto das cidades brasileiras, mediante a percepção de ciclistas, *experts* e a reflexão/sistematização do autor.

O objetivo específico I serviu para identificar e sistematizar os principais indicadores de adequabilidade cicloviária, presentes em modelos de nível de serviço para bicicletas. A síntese de indicadores realizada na etapa I revelou uma ampla gama de modelos de avaliação cicloviária, fornecendo uma base abrangente para a análise dos efeitos e aplicabilidade desses indicadores. Essa diversidade de indicadores reflete a complexidade envolvida na avaliação da qualidade cicloviária e destaca a necessidade de uma abordagem abrangente e multidimensional.

Através do objetivo específico II avaliou-se a percepção de ciclistas e *experts* em ciclomobilidade sobre a qualidade de componentes físicos, ambientais e de tráfego, com base em fatores que influem no nível de serviço para bicicletas. Na etapa II, a classificação dos indicadores chave, como a presença de cicloestrutura, volume e velocidade de veículos motorizados, destacou áreas críticas que afetam diretamente a experiência de pedalar em vias urbanas. Essa classificação foi valiosa como base para priorizar intervenções e direcionar esforços para melhorar os pontos mais sensíveis da infraestrutura viária avaliada.



Finalmente, foi realizado um estudo de caso em João Pessoa-PB para a construção e aplicação do índice modelo de nível de serviço para bicicletas em interseções, cicloestruturas e segmentos viários (objetivo específico III). Na etapa III, o desenvolvimento e a análise do QualiCiclos como um índice de qualidade cicloviária representou um avanço significativo. A subdivisão em categorias (infraestrutura, sinalização, tráfego e ambiente) e a aplicação em diferentes unidades de análise (interseções, cicloestruturas e segmentos compartilhados) ofereceram uma abordagem holística para a avaliação do desempenho viário, fornecendo diagnósticos detalhados em áreas específicas, mas também avaliadas de modo integrado.

Os resultados da aplicação do QualiCiclos em João Pessoa-PB revelaram níveis variados de adequabilidade, identificando áreas que requerem melhorias substanciais para proporcionar uma experiência cicloviária mais segura e confortável. A associação entre as métricas do índice e a percepção dos ciclistas e *experts* destacou a importância de considerar essas perspectivas, como forma de desenvolver avaliações mais fidedignas aos anseios dos usuários e análises viáveis do ponto de vista técnico. Além disso, foi tecida uma discussão complementar sobre os resultados alcançados, suas contribuições gerais, o referencial teórico, o contexto de João Pessoa e outras inter-relações em potencial.

O QualiCiclos apresentou-se como um importante instrumento de planejamento cicloviário para o contexto de cidades brasileiras. Primeiramente, suas características multidimensionais, possibilitaram, não só, um amplo leque de variáveis passíveis de aferição, como também, foram criteriosamente selecionadas com base na utilização de indicadores presentes em modelos de referência. Além disso, a percepção de usuários de bicicleta e *experts* em ciclomobilidade na definição do grau de importância das variáveis utilizadas possibilitaram um percurso metodológico voltado para um planejamento mais cicloinclusivo.

A possibilidade de múltiplas camadas de análises, tais como as exploradas nesse trabalho, permitiram diagnósticos e prognósticos mais aprofundados e robustos. Ou seja, pode-se utilizar os critérios de adequabilidade cicloviária do QualiCiclos, tanto para a execução de medidas de melhorias, quanto para o projeto de vias cicláveis. Entre outros potenciais, a aplicação piloto realizada serviu como subsídio técnico-científico para apreciação da comunidade e órgãos gestores, a fim de auxiliar em futuros processos de planejamento de mobilidade na cidade de João Pessoa-PB e como exemplo para outras.

Os produtos decorrentes do diagnóstico realizado, passíveis de continuidade em ações de planejamento cicloviário, são diversos: vão desde a apresentação e publicação do



instrumento através de um guia de aplicação simplificado; levantamento de ações a curto, médio ou longo prazo (para cada local avaliado ou através dos indicadores, categorias e unidades de análise), buscando observar limitações e potencialidades; representação através de mapas mais aprofundados, informativos ou educativos; inter-relação dos dados de modo transdisciplinar, além de outras explorações práticas ou de fomento ao uso da bicicleta e seus benefícios.

A atenção dada a um sistema de pontuação já incorporado e validado no contexto brasileiro, também buscou simplificar o modelo e promover sua aplicabilidade. Os critérios elencados para cada variável, bem como as definições construídas para cada valor ou nível de qualidade foram atenciosamente elaboradas e planejadas com o intuito de promover maiores facilidades, segurança e conforto para o ciclista; com base em diretrizes que priorizam o transporte ativo como elemento fundamental para cidades mais sustentáveis. Em suma, este trabalho contribuiu conceitualmente e metodologicamente para o planejamento ciclovitário, fornecendo um instrumento robusto para o diagnóstico, projeto e gestão do transporte por bicicleta. Além disso, destaca questões relevantes para o contexto brasileiro, enriquecendo o debate sobre a promoção de uma mobilidade urbana mais sustentável.

▪ Limitações da pesquisa e recomendações para trabalhos futuros

Os métodos de NSB conferem atenção aos componentes relacionados ao tráfego ciclovitário, mas destaca-se a importância de se ter uma visão mais ampla e integrada com outros aspectos do sistema ciclovitário e sua inter-relação com outros modais. Isso pode ocorrer através da associação de pesquisas de adequabilidade ciclovitária com as pesquisas de ciclabilidade e de afinidade ciclovitária. Além disso, grande parte dos estudos de NSB são baseados sobretudo em componentes de segurança para o tráfego ciclovitário, 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 temporização semafórica por modal, a segurança pública em interseções, associações com sinistros de trânsito e outras variáveis que podem ser mais ou menos significativas para o contexto brasileiro.

Os modelos propostos, avaliam unidades de análise de configuração viária comum para qualquer localidade, de modo geral. Entretanto, recomenda-se, de modo exploratório, que sejam realizadas novas pesquisas, tratando de configurações viárias específicas, como



diferentes tipos de interseções, segmentos e cicloestruturas, a exemplo das vias expressas e pistas compartilhadas entre ciclistas e pedestres.

O índice proposto teve como base um determinado recorte amostral coletado em um período atípico, durante a pandemia de covid-19 que assolou o mundo e interferiu nos modos de deslocamento, assim como, nas relações interpessoais. Desse modo, destaca-se a importância de tratar de novos recortes amostrais para determinar especificidades do perfil do ciclista e *experts* em ciclomobilidade, assim como, especificidades de cada cidade ou contexto territorial. O QualiCiclos não tem a pretensão de ser um modelo definitivo, mas sim, de propor uma metodologia embasada para que seja explorada sob diferentes nuances de pesquisa e planejamento ciclovária. Sendo portanto, um modelo flexível, a ser adaptado e comparado com novas pesquisas e aplicações no futuro.

Conforme revisão da literatura, percebeu-se que a maioria dos modelos de referência foram desenvolvidos nos Estados Unidos, de maneira desproporcional a outros países (como os europeus) com forte cultura de planejamento ciclovário. Isso se deve em parte, pelos Estados Unidos possuírem uma difusão científica mais globalizada do que outros países. Recomenda-se, contudo, que novas pesquisas busquem outros conceitos ou métodos incorporados em outros de países com avançados sistemas de gestão ciclovária. Considerando as dificuldades de acesso ou baixa presença de artigos para locais específicos, pode-se fazer uma busca direta nos órgãos de gestão municipal ou estadual, tanto a nível internacional, quanto nacional.

No trabalho foram encontradas dificuldades para adequar a amostra ao perfil diverso do ciclista brasileiro e por mais esforços que tenham sido feitos para a divulgação ampla do questionário através da internet, esperava-se uma maior taxa de respostas. Cita-se como exemplos de diversidade para o perfil do ciclista a ser analisado em futuras pesquisas, aspectos como: a população preta/parda/amarela/indígena; os jovens/idosos ciclistas; gênero feminino e outros, para além do masculino; multiplicidade de *experts* de modo mais aprofundado; nível de renda etc. Contudo, o número de participantes alcançados foi suficiente para uma amostra adequada e para as análises estatísticas procedidas.

De modo semelhante aos questionários, buscou-se uma maior diversidade do perfil dos participantes para as entrevistas. Contudo, devido ao tipo de pesquisa, e em se tratando de pessoas chave, houve dificuldades para uma maior representatividade, assim como, para uma maior colaboração de pessoas. De todo modo, a amostra foi satisfatória para a finalidade



da pesquisa. Outros tipos de exploração dos dados de percepção são possíveis, como a análise de interação entre grupos de diferentes variáveis de perfil e determinados indicadores ou avaliações de qualidade de serviço para outros casos de estudo, com diferentes configurações.

A presente tese desenvolveu uma série de explorações fundamentadas em procedimentos estatísticos, como forma de gerar resultados com um maior rigor científico. Contudo, houve também dificuldades para a realização de análises de validação do modelo, entre outras relativas à natureza dos dados obtidos. Um aspecto recomendado para futuros trabalhos refere-se a modelagem ou calibração de variáveis através de outros métodos estatísticos, a exemplo do que foi abordado no referencial teórico, tais como a análise de regressão linear. Essa e outras análises podem representar uma maior robustez e representatividade estatística, permitindo comparações e avanços teórico-metodológicos para o contexto de cidades brasileiras. No entanto, deve-se atentar para as desvantagens decorrentes de uma maior complexidade analítica e as dificuldades práticas de execução dos modelos.

Como recomendações para futuras pesquisas é importante: reconhecer os indicadores chave que afetam o transporte ativo considerando o perfil dos usuários e o contexto de cada local; explorar e comparar diferentes métodos de abordagem ao ciclista e até analisar relações das variáveis com não ciclistas; propor métodos analíticos com procedimentos menos complexos para uma aplicabilidade mais acessível, mas ponderando a sua significância estatística e aspectos que influem na subjetividade das escolhas; considerar a diversidade de tipologias e hierarquia de infraestruturas viárias; identificar problemas existentes e propor intervenções de melhorias.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. W. C. **Desenvolvimento de um índice para a avaliação da ciclabilidade na cidade de Aracaju**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

ANDRADE, V.; BASTOS, P.; MARINO, F. **A economia da bicicleta no Brasil: métodos e resultados**. *Transportes*, v. 29, n. 4, p. 1-15, 2021. DOI:10.14295/transportes.v29i4.2491

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



AMECICLO, Associação Metropolitana de Ciclistas do Grande Recife. **Índice de Desenvolvimento da Estrutura Cicloviária**: IDECiclo. Recife, PE: AMECICLO, 2016. 54 p. Disponível em: <http://bit.ly/relatorioideciclo2016> Acesso em: 4 nov. 2017.

ASADI-SHEKARI, Z.; MOEINADDINI, M.; SHAH, M. Z. Non-motorised Level of Service: Addressing Challenges in Pedestrian and Bicycle Level of Service. **Transport Reviews**, v. 33, n. 2, p. 166-194, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01441647.2013.775613>

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>

BATISTA, D. G. P. **Índice de avaliação de mobilidade cicloviária**: um estudo de caso da cicloestrutura e do uso da bicicleta em João Pessoa-PB. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019. 185 p.

BATISTA, D. G. P. *et al.* A mobilidade ativa frente aos impactos do covid-19: uma busca por cidades mais sustentáveis e resilientes. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 35, 2021, [online]. **Anais [...]**. ANPET, 2021.

BATISTA, D. G. P.; COSTA, A. D. L. **Nível de Serviço para Bicicletas**: uma revisão sistemática da literatura sobre metodologias e indicadores de adequabilidade cicloviária. **Arq.Urb**, v. 37, p. 66-78, 2023. DOI: [10.37916/arq.urb.vi37.657](https://doi.org/10.37916/arq.urb.vi37.657)

BATISTA, D. G. P.; LIMA, E. R. V. Caracterização de tráfego cicloviário através do método de contagem manual de ciclistas em João Pessoa-PB. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 35, 2021, [online]. **Anais [...]**. ANPET, 2021.

BATISTA, D. G. P.; LIMA, E. R. V. Índice de avaliação da qualidade de infraestruturas cicloviárias: um estudo em João Pessoa-PB. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 12, n. e20190086, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190086>

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. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2672, n. 36, p. 145-156, 2018. DOI: [10.1177/0361198118796350](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: 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>

BID, Banco Interamericano de Desenvolvimento; MDR, Ministério do Desenvolvimento Regional. **Mobilidade por Bicicleta**. Brasília: Editora IABS, 2021a. 138 p. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1XeKOTdUA4Wf-p814wCjbvtZWADi8cNNI/view> Acesso em: 25 ago. 2022.

BID, Banco Interamericano de Desenvolvimento; MDR, Ministério do Desenvolvimento Regional. **Transição para uma Mobilidade Urbana Zero Emissão**. Brasília: Editora IABS, 2021b. 79 p. Disponível em: <https://observatoriodabicicleta.org.br/uploads/2021/11/CTR-zero-emissao-BID-MDR.pdf> Acesso em: 25 ago. 2022.

BIOLCHINI, J.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; TRAVASSOS, G. H. **Systematic review in software engineering**. Technical Report RT-ES679/05. Rio de Janeiro: UFRJ/PESC, 2005.

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

BOARETO, R. (org.). **A bicicleta e as cidades**: como inserir a bicicleta na política de mobilidade urbana. 2 ed., São Paulo: Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2010. 83 p.

BOTMA, H. Method to Determine Level of Service for Bicycle Paths and Pedestrian-Bicycle Paths. **Transportation Research Record**, n. 1502, p. 38-44, 1995.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Bicicleta Brasil - Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades**. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, 2007. 232 p.



CALLIL, V.; COSTANZO, D. (Orgs.) **Desafio estudos de mobilidade por bicicleta 4**. 1 ed., São Paulo: Centro Brasileiro de Análise e Planejamento - Cebrap, 2021. 256 p.

CALLIL, V.; COSTANZO, D. (Orgs.) **Desafio estudos de mobilidade por bicicleta 5**. 1 ed., São Paulo: Centro Brasileiro de Análise e Planejamento - Cebrap, 2022. 192 p.

CALLISTER, D.; LOWRY, M. Tools and Strategies for Wide-Scale Bicycle Level-of-Service Analysis. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 139, n. 4, p. 250-257, 2013. DOI: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000159

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em psicologia**, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013. DOI: 10.9788/TP2013.2-16

CARTENÌ, A. *et al.* How mobility habits influenced the spread of the COVID-19 pandemic: Results from the Italian case study. **Science of the Total Environment**, v. 741, n. 140489, p. 1-9, 2020. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.140489

CARTER, D. L.; HUNTER, W. W.; ZEGER, C. V.; STEWART, J. R.; HUANG, H. 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>

CÉSAR, Y. B. **Avaliação da ciclabilidade das cidades brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos: UFSCar. 2014. 71 p.

CHEN, S.; KUHN, M.; PRETTNER, K.; BLOOM, D. E. The global macroeconomic burden of road injuries: estimates and projections for 166 countries. **The Lancet Planetary Health**, v. 3, n. 9, p. 390-398, 2019. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30170-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30170-6)

CHEN, X.; FANG, X.; YE, J.; LUTTINEN, T. Classification Criteria and Application of Level of Service for Bicycle Lanes in China. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2662, p. 116-124, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.3141/2662-13>

CNT, Confederação Nacional de Transporte. **Painel CNT de Consultas Dinâmicas dos Acidentes Rodoviários**: 2021. 2021. 135 p. [documento eletrônico]. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/pesquisas> Acesso em: 02 set. 2022.

CONTRAN, Conselho Nacional de Trânsito. **Volume VIII Sinalização Cicloviária**. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. Brasil: CONTRAN, 2022. 380 p.

CORDEIRO, C. H. O. L. **Estudo exploratório da relação entre o perfil de motociclistas que transitam em Belo Horizonte e a ocorrência de acidentes**. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.



COSTA, A. L. *et al.* Regulamentação e implementação de um plano cicloviário. *In: ADÁRIO, C. et al. (org.) Descomplicando a mobilidade urbana: manual de ações para gestores públicos.* Belo Horizonte, MG: Mob.Inc, 2021, ed. 1, cap. 3, p. 88-133. [livro eletrônico]. Disponível em: <http://mobinc.online/> Acesso em: 10 jan. 2022.

COSTA, A. D. L.; SILVA, M. D.; SILVEIRA, J. A. R. (Orgs.). **Qualidade de vida na cidade:** lugares e suas interfaces intraurbanas. João Pessoa: AB Editora, 2016.

COX, P. Towards a better understanding of bicycles as transport. *In: KOPPER, C.; MORAGLIO, M. (orgs.). The Organization of Transport: A History of Users, Industry, and Public Policy.* London: Routledge, 2015. p. 49-67.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. Ed. 2, Porto Alegre: Artmed, 2007. 248 p.

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, 1995 Conference, San Diego, CA, USA, 1995. Proceedings [...].* San Diego: American Society of Civil Engineers, 1995. p. 1063-1076.

DIGIOIA, J.; WATKINS, K. E.; XU, Y.; RODGERS, M.; GUENSLER, R. Safety impacts of bicycle infrastructure: A critical review. **Journal of Safety Research**, v. 61, n. 1, p. 105-119, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsr.2017.02.015>

DINIZ, C. M.; FERREIRA, M. A. G. Avaliação da percepção de segurança em relação à presença de três tipos de infraestrutura cicloviária em cruzamentos não semaforizados. **Transportes**, v. 28, n.1, p. 188-201, 2020. DOI:10.14295/transportes.v28i1.1968

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.; BONNESON, 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. 122 p.

ELIAS, A. Automobile-Oriented or Complete Street? Pedestrian and Bicycle Level of Service in the New Multimodal Paradigm. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2257, p. 80-86, 2011. DOI: 10.3141/2257-09



EMERY, J., CRUMP, C.; BORS, P. (2003) Reliability and validity of two instruments designed to assess the walking and bicycling suitability of sidewalks and roads. **American Journal of Health Promotion**, v. 18, n. 38., p. 38-46, 2003. DOI: <https://doi.org/10.4278/0890-1171-18.1.38>

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.

FERREIRA, K. S. M. Análise da infraestrutura cicloviária do município de São Paulo. In: PICANÇO, M. F.; CALLIL, V. (Orgs.) **Desafio estudos de mobilidade por bicicleta 2**. São Paulo: Centro Brasileiro de Análise e Planejamento - CEBRAP, 2019. 259 p.

FIELD, A. **Descobrendo a estatística usando o SPSS**. 2 ed., Porto Alegre: Artmed, 2009. 684 p.

FONSECA, N. F. S.; MANSANO, D. S. D. M.; SOUZA, P. H.; MAGAGNIN, R. C.; MANZATO, G. G. Análise comparativa do nível de serviço para bicicleta em vias de acesso ao campus da UNESP de Bauru - SP. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 32, 2018, Gramado, RS. **Anais [...]**. Gramado: ANPET, 2018. p. 2349-2359.

FOSTER, N.; MONSERE, C. M.; DILL, J.; CLIFTON, K. Level-of-Service Model for Protected Bike Lanes. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2520, p. 90-99, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3141/2520-11>

GEHL, J. **Cidades Para Pessoas**. 3 ed. São Paulo: Perspectiva, 2015. 280 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed., São Paulo: Atlas, 2008. 220 p.

GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit; PROMOB-E. **Guia micromobilidade compartilhada**. Brasília: PROMOB-e, 2021. 139 p. Disponível em: <https://guia.micromobilidadebrasil.org/> Acesso em: 14 jun. 2022.

GMCRS, Global Ministerial Conference on Road Safety. **Stockholm Declaration**. 3rd GMCRS: Achieving Global Goals 2030, Stockholm, Sweden, 2020. Disponível em: <https://www.government.se/492199/contentassets/2b0b907242fc407da58757bf2b70370e/stockholm-declaration-english.pdf> Acesso em: 01 ago. 2022.

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>

GUILFORD, J. P. **Psychometric Methods**. New York, Toronto, London: Mc-Graw-Hill Book Company, 2 ed., 1975. 605 p.

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. 94 p.



HARKOT, M. K. **A bicicleta e as mulheres: Mobilidade ativa, gênero e desigualdades socioterritoriais em São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. 192 p.

HARTOG, J. J.; BOOGAARD, H.; NIJLAND, H.; HOEK, G. Do the Health Benefits of Cycling Outweigh the Risks? **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 12, p. 4731-4744, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011001300022>

HAUKOOS, J. S.; LEWIS, R. J. Advanced statistics: bootstrapping confidence intervals for statistics with “difficult” distributions. **Academic emergency medicine**, v. 12, n. 4, p. 360-365, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1197/j.aem.2004.11.018>

HEINEN, E; BUEHLER, R. Bicycle parking: a systematic review of scientific literature on parking behaviour, parking preferences, and their influence on cycling and travel behaviour. **Transport Reviews**, v. 39, n. 5, p. 630-656, 2019. DOI: 10.1080/01441647.2019.1590477

HONEY-ROSÉS, J. *et al.* The impact of COVID-19 on public space: an early review of the emerging questions - design, perceptions and inequities. **Cities & Health**, v. 2020, ed. Especial COVID-19, p. 1-17, 2020. DOI:10.1080/23748834.2020.1780074.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidade e Estados – João Pessoa.** Censo 2022. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/joao-pessoa/panorama> Acesso em: 11 out. 2023.

IEMA, Instituto de Energia e Meio Ambiente. **1º Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade de ar no Brasil.** 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidadessustentaveis/qualidade-do-ar>. Acesso em: 12 abr. 2017.

ITDP, Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Guia de Planejamento Cicloinclusivo.** 2017, p. 192. [livro eletrônico]. Disponível em: <http://2rps5v3y8o843iokettbxnya.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2017/08/guia-cicloinclusivo-ITDP-Brasil-agosto-2017.pdf> Acesso em: 13 jan. 2022.

ITDP, Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento do Brasil. **Índice de Caminhabilidade: Ferramenta Versão 2.2.** 2 ed., 2019. p. 66. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/icam2/>. Acesso em: 12 de jul. de 2022.

ITDP, Institute for Transportation & Development Policy. **Conteo Ciclista 2013.** México, 2014. 39 p. Disponível em: <http://ciclociudades.mx/wp-content/uploads/2015/10/Conteo-Ciclista-2013.pdf> Acesso em: 05 jan. 2020.



ITDP, Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento. **Contagens de Ciclistas: Recomendações Técnicas e Monitoramento**. E-book. 2018. Disponível em: <http://itdpbrasil.org/contagens-de-ciclistas/>. Acesso em: 05 jan. 2020.

JENSEN, S. U. Pedestrian and Bicyclist Level of Service on Roadway Segments. **Transportation Research Record: 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>

KNEIB, E. C.; PORTUGAL, L. S. Caracterização da acessibilidade e suas relações com a mobilidade e o desenvolvimento. *In: PORTUGAL, L. S. et al. Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. Cap. 4, p.65-73.

KNOX, A.; MACIEL, A.; BATISTA, D. G. P.; RAMOS, D. V.; SANTOS, J. R. M.; FELIZARDO, M. Por uma mobilidade sustentável: contribuições para a coleta de dados e planejamento do transporte ativo. *In: VIEIRA, A. C. et al. (Org.). O paradoxo da cidade inteligente: descomplicando os dados*. 1 ed. Belo Horizonte, MG: Mob 4.0, 2023, v. 1, p. 212-235.

LAMONDIA, J. J.; MOORE, N. Using Bicycle Level of Service for Decision Making: Comparison of Common Bicycle Level-of-Service Measures, Roadway Characteristics, and Perceived Bike Route Suitability. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2520, p. 123-131, 2015. DOI: [10.3141/2520-14](https://doi.org/10.3141/2520-14)

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*

LEITE, C.; AWAD, J. C. M. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano.** Porto Alegre: Bookman, 2012.

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>

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

MAGALHÃES, J. R. L.; CAMPOS, V. B. G.; BANDEIRA, R. A. M. Metodologia para identificação de redes de rotas cicláveis em áreas urbanas. **Journal of Transport Literature**, v. 9, n. 3, p. 35-39, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2238-1031.jtl.v9n3a7>

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)

MARUYAMA, C. M.; SIMÕES, F. A. Arborização urbana e transporte cicloviário: o caso de Chapecó, SC. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 36, n. 137, p. 95-114, 2014.

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

MONARI, M.; MORAES, F. R.; SEGANTINE, P. C. L.; SILVA, I. Análise comparativa entre modelos de avaliação do nível de estresse relacionado aos ciclistas no processo de identificação de rotas cicláveis: um estudo de caso para a cidade de Bariri-SP. *In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET*, 32, 2018, Gramado, RS. **Anais** [...]. Gramado: ANPET, 2018. p. 3022-2032.

MONARI, M.; SEGANTINE, P. C. L. Aplicabilidade dos modelos de nível de serviço para bicicletas existentes na literatura à identificação de rotas cicláveis em cidades brasileiras de pequeno porte. *In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET*, 34, 2020, [online]. **Anais** [...]. ANPET, 2020. p. 1-12.



MONSERE, C. M.; MCNEIL, N.; DILL, J. Multiuser Perspectives on Separated, On-Street Bicycle Infrastructure. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2314, p. 22-30, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3141/2314-04>

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

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>

O'HERN, S.; OXLEY, J. Pedestrian injuries due to collisions with cyclists Melbourne, Australia. **Accident Analysis & Prevention**, v. 122, p. 295-300, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.10.018>

OKE, O.; BHALLA, K.; LOVE, D.C.; SIDDIQUI, S. Tracking global bicycle ownership patterns. **Journal of Transport & Health**, v. 2, n. 4, p. 490-501, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2015.08.006>

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

PASSOS, L. A. D. *et al.* Processo de expansão versus sustentabilidade urbana: reflexão sobre as alternativas de deslocamento na cidade de João Pessoa, PB. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), v. 4, n. 1, 2012. p. 47-59.

PEDAGOGIA URBANA. **Ciclomapa de João Pessoa**. 2023. Disponível em: <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=61ecba4a6e0e4a3f9f095b2413bbc962&extent=-35.0484,-7.247,-34.6893,-7.0743> Acesso em: 13 ago. 2023.

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

PETRITSCH, T. A.; LANDIS, B. W.; SCORSONE, T. Addressing Deficiencies in the Highway Capacity Manual Bike Level of Service Model for Arterial Roadways. **Transportation Research**



Record: Journal of the Transportation Research Board, n. 2461, p. 32-40, 2014. DOI: 10.3141/2461-05

PIRES, D. R. **Estratégias para políticas públicas de mobilidade urbana sustentável para cidades brasileiras de pequeno porte.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

PITILIN, T. R.; SANCHES, S. P. Fatores que influenciam na escolha das rotas pelos ciclistas em cidades brasileiras de diferentes portes. *In: PLURIS: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL*, 7, 2016, Maceió-AL. **Anais [...].** Pluris, 2016.

PMJP, Prefeitura Municipal de João Pessoa. **Plano Diretor de Mobilidade Urbana da Microrregião de João Pessoa:** consolidação do diagnóstico de mobilidade. 2020. 415 p.

POTENZA, R. F. *et al.* **Análise das emissões brasileiras de e suas implicações para as metas climáticas do Brasil: 1970 – 2020.** Brasil: SEEG, 2021. Disponível em: <http://seeg.eco.br/documentos-analiticos> Acesso em: 24 ago. 2022.

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.

PROVIDELO, J. K.; SANCHES, S. P. Roadway and traffic characteristics for bicycling. **Transportation**, v. 38, p. 765-777, 2011. DOI: 10.1007/s11116-011-9353-x

PUCHER, J.; BUEHLER, R. Making cycling irresistible: lessons from the Netherlands, Denmark and Germany. **Transport Reviews**, v. 28, n. 4, p. 495-528, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441640701806612>

PULUGURTHA, S. S.; IMRAN, S. Spatial Variations in Pedestrian and Bicycle Level-of-Service (LOS) for Infrastructure Planning and Resource Allocation. *In: CONFERENCE ON GREEN STREETS, HIGHWAYS, AND DEVELOPMENT*, 2, Austin, Texas, United States, 2013. **Proceedings [...].** Austin: Transportation & Development Institute of ASCE, 2013. p. 421-432. DOI: <https://doi.org/10.1061/9780784413197.033>

RIBEIRO NETO, L. G.; MAIA, M. L. A. Avaliação da qualidade do serviço em sistemas cicloviários: identificação das principais lacunas que afetam a percepção dos seus usuários. **Revista Transporte y Territorio**, v. 25, p. 281-302, 2021. DOI: 10.34096/rtt.i25.8555



RICHARDSON, A. J.; AMPT, E. S.; MEYBURG, A. H. **Survey methods for transport**. Melbourne, Australia: Planning Eucalyptus Press, 1995.

SFDPH, San Francisco Department of Public Health. **Bicycle Environmental Quality Index (BEQI)**. 2009. 21 p.

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>

SILVEIRA, J. A. R.; SILVA, G. J. A. **Ensaios Urbanos: configurações e deslocamentos na cidade**. João Pessoa: Editora do CCTA, 2018. 202 p.

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.

STATE OF GREEN. **Sustainable urban transportation: Creating green liveable cities**. Denmark: State of Green. 2016. 13 p. Disponível em: <https://ecf.com/sites/ecf.com/files/White%20Paper-Sustainable%20Urban%20Transportation.pdf> Acesso em: 24 ago. 2022.

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>

TA, Transporte Ativo; ITDP, Institute for Transportation & Development Policy. **Manual de Contagens Fotográfica de Ciclistas**. Rio de Janeiro, 15 p. E-book. 2010. Disponível em: http://transporteativo.org.br/ta/?page_id=11178. Acesso em: 12 jan. 2020.

TA, Transporte Ativo; LABMOB, Laboratório de Mobilidade Sustentável. (orgs.) **Perfil do Ciclista 2018: Parceria nacional pela mobilidade por bicicleta**. Rio de Janeiro: Transporte Ativo, 2018. Disponível em: http://transporteativo.org.br/ta/?page_id=11570 Acesso em: 11 jan. 2022.

TA, Transporte Ativo; LABMOB, Laboratório de Mobilidade Sustentável. (orgs.) **Perfil do Ciclista 2021: Parceria nacional pela mobilidade por bicicleta**. Rio de Janeiro: Transporte Ativo, 2021. Disponível em: <http://ta.org.br/perfil/ciclista21.pdf> Acesso em: 29 jun. 2022.

TABACHNICK, B. G.; FIDELL, L. S. **Using Multivariate Statistics**. 7 ed., New York: Pearson, 2019. 850 p.

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.



TRB, Transportation Research Board. **Highway Capacity Manual**: Special Report 209. 3th Edition. National Research Council, Washington, D.C., EUA: TRB, 1985.

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. 98 p.

UCB, União de Ciclistas do Brasil. **Estratégia Nacional de Promoção da Mobilidade por Bicicleta**: ENABICI. Brasília: UCB, 2023. Disponível em: <https://estrategiadabicicleta.org.br>. Acesso em: 08 ago. 2023

UN-HABITAT, United Nations Human Settlements Programme. **Planning and design for sustainable urban mobility**: Global report on human settlements 2013. [S.l.]: [s.n.], 2013. Disponível em: <https://unhabitat.org/planning-and-design-for-sustainable-urban-mobility-global-report-on-human-settlements-2013> Acesso em: 27 nov. 2020. 348 p.

UNITED NATIONS. **Resolution 74/499**: Improving global road safety. 31 aug. 2020. United Nations: General Assembly. 2020. 9 p. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N20/226/30/PDF/N2022630.pdf?OpenElement> Acesso em: 01 ago. 2022.

VASCONCELLOS, E. A. D. **Políticas de transporte no Brasil**: a construção da mobilidade excludente. 1 ed., Barueri: Manole, 2014. 306 p.

VILLAGRÁN, P. S. Patriarcado y orden urbano: Nuevas y viejas formas de dominación de género en la ciudad. **Revista Venezolana de Estudios de la Mujer**, v. 19, n. 42, p. 199-214, 2014.

WELLE, B. *et al.* **O desenho de cidades seguras**: Diretrizes e exemplos para promover a segurança viária a partir do desenho urbano. Brasil: WRI, 2015. 104 p. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/O-Desenho-de-Cidades-Seguras.pdf> Acesso em: 24 ago. 2022.

WELSH GOVERNMENT. **Design Guidance**: Active Travel (Wales) Act 2013. Wales, U.K.: Welsh Government Procedure & Advice Guidance, 2014. 420 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.

WHO, World Health Organization. **Cyclist safety**: An information resource for decision-makers and practitioners. Geneva: World Health Organization, 2020. 44 p. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/cyclist-safety-an-information-resource-for-decision-makers-and-practitioners> Acesso em: 11 ago. 2022.

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>

ZANGENEHPOUR, S.; STRAUSS, J.; MIRANDA-MORENO, L. F.; SAUNIER, N. Are signalized intersections with cycle tracks safer? A case-control study based on automated surrogate safety analysis using video data. **Accident Analysis and Prevention**, v. 86, p. 161-172, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2015.10.025>

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>



APÊNDICES

APÊNDICE A - PROTOCOLO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: ESTADO DA ARTE SOBRE NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS (NSB)

A revisão partiu das seguintes questões: que tipos de métodos e técnicas vêm sendo utilizados para avaliar o NSB? Nesses estudos, quais as variáveis mais utilizadas e quais teriam contribuições mais relevantes como indicadores de qualidade cicloviária? A percepção dos ciclistas é utilizada como fator importante para a compreensão ou validação dessas variáveis? Quais as unidades de análise espacial avaliadas através do NSB? A partir destas ponderações, busca-se alcançar uma visão mais profunda dos métodos de NSB e suas contribuições para compreender aspectos da qualidade da mobilidade por bicicleta como base para o desenvolvimento de novos modelos de avaliação.

Considerando a disponibilidade via internet e a área da pesquisa, duas bases de dados científicos foram definidas para a seleção de estudos: o Portal de Periódicos CAPES⁷ e o TRID⁸ (*Transportation Research Information and Documentation*). 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, citadas pelos demais autores em geral e com atendimento aos critérios de inclusão e exclusão. À princípio, foi estabelecido um recorte temporal de 10 anos para a pesquisa, no entanto, este critério foi excluído e ampliou-se a busca, considerando a viabilidade de leitura com a incorporação de outros estudos. Desse modo, 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 2020. Como critérios de inclusão e exclusão foram determinados os seguintes pontos:

Critérios de inclusão:

- Serão incluídos para síntese os estudos primários referentes a modelagem de métodos de avaliação cicloviária que incorporem o conceito de NSB.
- Serão incluídos para leitura outros estudos de revisão da literatura sobre NSB.

⁷ Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>

⁸ Disponível em: <https://trid.trb.org/>



- Serão incluídos para leitura trabalhos de aplicação de modelos de NSB já estabelecidos.

Critérios de exclusão:

- Serão excluídos trabalhos de avaliação da mobilidade cicloviária que não sejam relacionados ao transporte de uso utilitário.
- Serão excluídos trabalhos que não apresentem métodos de avaliação cicloviária correlacionados com o conceito de NSB ou adequabilidade cicloviária.
- Serão excluídos trabalhos que não estejam disponíveis integralmente na internet.

O processo de seleção dos estudos foi realizado a partir da definição de uma *string* de busca. Os termos de busca foram escolhidos a partir de um critério de objetividade quanto ao tema, considerando que variações dessas palavras podem conduzir a artigos fora da área de conhecimento em questão. Ademais, a busca foi configurada para encontrar os termos contidos no título, para qualquer data até o ano de 2020. A *string* utilizada foi a seguinte:

(Bicycle* OR Bike* OR Cyclist* OR Cycling) AND (“Level of Service” OR “Levels of Service”)

Após a submissão às bases de dados, a busca resultou em 23 artigos encontrados no Portal da CAPES e 44 no TRID, totalizando 67 artigos, entre os quais 10 foram repetidos. Dos artigos restantes, 11 não foram encontrados e 13 foram rejeitados a partir da leitura do título ou *abstract*, totalizando em 33 artigos para leitura completa. Após a leitura, os artigos foram agrupados de acordo com os critérios de inclusão, resultando em: 22 artigos de estudos primários com a proposição de novos modelos de NSB, 2 artigos de revisão sobre NSB e 9 artigos sobre a aplicação de modelos de NSB já estabelecidos. Além desses, foram incluídos para leitura completa e síntese mais 13 artigos, encontrados a partir de outras bases de dados diversas, considerados referências de grande relevância (majoritariamente clássicas). Os artigos posteriores referem-se a pesquisas de geração de modelos de NSB. Em síntese, foram definidos 46 artigos para leitura na íntegra, servindo de base para a sistematização de dados de 30 modelos de NSB diferentes. Por fim, o recorte temporal para estabelecimento do estado da arte sobre o tema resultou no período de 1987 até 2020. A Figura 06 apresentada na Seção 3.1, mostra um organograma resumindo os resultados da busca.



APÊNDICE B - QUADRO SÍNTESE DOS MODELOS DE AVALIAÇÃO DE NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS EM SEGMENTOS VIÁRIOS

AVALIAÇÃO DE NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS EM SEGMENTOS VIÁRIOS		
Referência Local de estudo	Modelo: indicadores (sem tradução)	Método (escala) / percepção com usuários
Davis (1987) Estados Unidos	<i>Bicycle Safety Index Rating - Roadway Segment Index: average daily traffic (vehicles); number of traffic lanes; speed limit; width of outside traffic lane; pavement factors; location factors.</i>	Sistema de pontuação (0 a 6+) / -
Epperson (1994) Estados Unidos	<i>Roadway Condition Index: average daily traffic (vehicles); number of traffic lanes; speed limit; width of outside traffic lane; pavement factors; location factors.</i>	Sistema de pontuação (0 a 5+) / -
Landis (1994) Estados Unidos	<i>Interaction Hazard Score: average daily traffic (vehicles); total number of through lanes; usable width of outside through lane; speed limit; presence of heavy vehicles; pavement factor; land use intensity adjoining the road segment; curb cut (or on-street parking) frequency.</i>	Multiple regression (nota geral) / Interceptação e simulação em vídeo
Davis (1995) Estados Unidos	<i>Bicycle Suitability Rating: pavement surface; lane/intersection configuration; outside lane width; curves, sight distance, visibility; hills, terrain; adjacent land use; traffic volume; motor vehicle speed; parked vehicles; driveway traffic; traffic signals, signs.</i>	Sistema de pontuação (nota geral) / Interceptação
Dixon (1996) Estados Unidos	<i>Bicycle Level of Service (BLOS): bicycle facility provided; conflicts; speed differential; motor vehicle LOS; maintenance; transportation demand management programs or multi-modal.</i>	Sistema de Pontuação (1 a 21, A a F) / -
Landis, Vattikuti e Brannick (1997) Estados Unidos	<i>BLOS: volume of directional traffic in 15-minute time period; total number of through lanes; posted speed limit; percentage of heavy vehicles; trip generation intensity of the land use adjoining the road segment; non-controlled vehicular access; pavement surface condition; width of outside through lane.</i>	Linear regression (A a F) / Simulação em campo
Turner, Shafer e Stewart (1997) Estados Unidos	<i>Bicycle Suitability Score: shoulder or travel lane width; traffic volume; speed limit; shoulder or travel lane pavement conditions.</i>	Sistema de Pontuação (- 8 a 8) / -
Harkey et al. (1998) Estados Unidos	<i>Bicycle Compatibility Index: presence of a bicycle lane or paved shoulder; bicycle lane (paved shoulder) width; curb lane width; curb lane volume; other lane(s) volume; 85th percentile speed; presence of a parking lane with at least 30 percent of the spaces occupied; type of roadside development.</i>	Linear regression (A a F) / Simulação em vídeo
Petritsch et al. (2007) Estados Unidos	<i>Bicycle Segment LOS: volume of directional traffic in a 15-min time period; total number of through lanes; effective speed limit; percentage of heavy vehicles; surface condition rating; average effective width of outside through lane.</i>	Stepwise regression (A a F) / Simulação em campo
Jensen (2007) Dinamarca	<i>BLOS: type of roadside development or landscape; motor vehicles per hour; width of buffer area between bicycle facility and drive lane; average motor vehicle speed; passed pedestrians per hour; parked motor vehicle; width of bicycle path/track; width of bicycle lane/paved shoulder; width of nearest drive lane; width of buffer area between sidewalk and bicycle facility/drive lane; sidewalk dummy; bus stop dummy; drive lane dummy.</i>	Cumulative logit regression analysis (A a F) / Simulação em vídeo



Dowling et al. (2008) Estados Unidos	BLOS: <i>peak Hour Factor; total number of through lanes; motorized vehicle volume; effective speed factor; proportion of heavy vehicles; pavement surface condition rating; average effective width of outside through lane; percentage of on-street parking.</i>	Linear Regression (A a F) / Simulação em vídeo
Kang e Lee (2012) Coréia do Sul	<i>bicycle road width; sidewalk width on shared off-street paths; bicycle road type; bicycle volume; pedestrian volume on shared off-street paths; number of encounters; number of overtaking Intersection crossing distance; total number of lanes on the approach to the intersection; access and egress point on the bicycle road corridor.</i>	Ordered probit and logit model (A a C) / Intercepção
Foster et al. (2015) Estados Unidos	LOS for protected bike lanes: <i>planter buffer; parked car buffer; raised-parking buffer two-way facility; motor vehicle speed; motor vehicle lanes; buffer width; motor vehicle volume in adjacent lane.</i>	Cumulative logistic models (A a F) / Simulação em vídeo
Chen et al. (2017) China	LOS for Bicycle Lanes: <i>motorized vehicle flow; moped mixed rate; nonmotorized vehicle lane width; pavement quality; proportion of roadside planting; proportion of on-street parking; presence of upward slope; heavy vehicle flow.</i>	Stepwise Regression (qualitativa) / Simulação em vídeo
Bai et al. (2017) China	BLOS of Mid-block Bicycle Lanes: <i>volume of two-wheeled vehicles; proportion of e-scooters; proportion of e-bikes; separation next to the pedestrian lane; separation next to the motorized lane; road slope; number of access points; width of bicycle lanes; roadside land use.</i>	Ordered probit models (A a E) / Intercepção
Beura e Bhuyan (2017) Índia	BLOS: <i>average effective width of the outermost through lane; peak hour traffic volume per lane; average traffic speed; pavement condition index; commercial activities on roadside area; frequency of driveways carrying high volume of traffic; interruptions by unauthorized stoppages of intermittent public transits; vehicular ingress-egress to the onstreet parking área.</i>	Functional networks (A a F) / Intercepção e simulação em vídeo
Majumdar e Mitra (2018) Índia	Bicyclist-perceived LOS: <i>on-street parking proportion; motorized vehicle population; land-use type; 85th percentile motorized vehicle speed; pavement condition score.</i>	Ordered regression and probit model (A a F) / Intercepção
Shu et al. (2018) China	BLOS: <i>effective width of the bicycle lane; help-move-vehicle mixed rate; large vehicle flow; proportion of curb parking; shade rate; road landscape; motor vehicles flow.</i>	Stepwise regression (1 a 5) / Simulação em vídeo
Xie e Spinney (2018) País de Gales	Cycling Level of Service: <i>motor traffic speed; motor traffic volume; segregation; conflicting movements at junctions; legible road markings and road layout; conflict with kerbside activity; evasion room and unnecessary hazards; lighting; isolation.</i>	Sistema de Pontuação (0 a 2) / Simulação em campo e simulação em vídeo
Griswold et al. (2018) Estados Unidos	BLOS: <i>standard bikeway; buffered bikeway; bicycle boulevard; speed limit; high volume traffic; bikeway width.</i>	Latent class choice model (1 a 5) / Intercepção e Simulação em vídeo
Okon e Moreno (2019) Colômbia	BLOS Segment: <i>side path separation; vehicle speed; motorised through volume; conflicts with pedestrian and other cyclists.</i>	Ordered probit logit, generalized linear models (1 a 6, A a F) / Simulação em vídeo



APÊNDICE C - QUADRO SÍNTESE DOS MODELOS DE AVALIAÇÃO DE NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS EM INTERSEÇÕES VIÁRIAS

AVALIAÇÃO DE NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS EM INTERSEÇÕES VIÁRIAS		
Referência Local de estudo	Modelo: indicadores (sem tradução)	Método (escala) / percepção com usuários
Davis (1987) Estados Unidos	<i>Bicycle Safety Index Rating - Intersection Evaluation Index: cross street volume; traffic volume on route being indexed; geometric factors; signalization factors.</i>	Sistema de pontuação (0 a 6+) / -
Harkey et al. (1998) Estados Unidos	<i>Bicycle Compatibility Index model for intersections: presence of a bicycle lane approaching the intersection; need for bicyclist to shift left across an auxiliary right-turn lane to continue straight through the intersection; right-turn volume; total approach volume.</i>	Linear regression (A a F) / Simulação em vídeo
Landis et al. (2003) Estados Unidos	<i>Intersection Level Of Service (LOS) for the Bicycle Through Movement: total width of outside through lane and bike lane; crossing distance, the width of the side street; volume of directional traffic during a 15-min time period; total number of through lanes on the approach to the intersection.</i>	Stepwise Regression (A a F) / Simulação em campo
Steinman e Hines (2004) Estados Unidos	<i>Bicycle LOS for signalized intersections: signal phasing and timing features; bike space in the roadway; treatment of right-turn conflicts; speed of adjacent traffic; right-turns-on-red; crossing distance.</i>	Sistema de Pontuação (0 a 93+, A a F) / -
Carter et al. (2007) Estados Unidos	<i>Bicycle Intersection Safety Index: bike lane presence; cross street traffic volume; number of through lanes on cross street; number of traffic lanes for cyclists to cross to make a left turn; main street traffic volume; main street speed limit; on-street parking on main street approach; number of traffic lanes for cyclists to cross to make a right turn; number of right turn traffic lanes on main street approach; traffic signal at intersection; presence of turning vehicle traffic across the path of through cyclists.</i>	Linear regression (1 a 6) / Simulação em vídeo
Dowling et al. (2008) Estados Unidos	<i>Bicycle LOS (BLOS): total width of outside through lane and bike lane; crossing distance, the width of the side street; volume of directional traffic during a 15 minute period; total number of through lanes on the approach to the intersection.</i>	Linear Regression (A a F) / Simulação em vídeo
Jensen (2013) Dinamarca	<i>Cyclist LOS: width of bicycle facility at stop line; crossing facility for cyclists; bicycle facility before intersection; waiting time at the corner between the two crossings; presence of zebra crossing; presence of bicycle signal; vehicles / second on crossed main road; width of roadway before intersection; speed limit on crossed main road; for roundabouts (circulating facility for bicycles between arms; circulating motor vehicles / second before crossed arm; inscribed circle radius to outer edge of bicycle facility; central island radius).</i>	Cumulative logit models (A a F) / Simulação em vídeo
Beura, Kumar e Bhuyan (2017) Índia	<i>BLOS for Intersection: peak hour traffic volume; road width per Direction; pavement condition index; average stopped time delay (by bicyclists); land use pattern; on-street parking turn-over.</i>	Stepwise regression (A a F) / Simulação em vídeo
Beura e Bhuyan (2018) Índia	<i>BLOS for Intersection: turning vehicular volume across the path of through bicyclists; on-street parking turn-over; commercial activities; peak-hour traffic volume on the approach; average bicycle delay; crossing pedestrian volume; approach width.</i>	Multi-gene genetic programming (A a F) / Intercepção



APÊNDICE D - BASE DO QUESTIONÁRIO⁹ DE PERCEPÇÃO CICLOVIÁRIA EM INTERSEÇÕES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Olá, você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa com título preliminar: “NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS EM INTERSEÇÕES: MODELAGEM E AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE ADEQUABILIDADE CICLOVIÁRIA SOB A PERCEPÇÃO DE CICLISTAS”; desenvolvida por Diogo Gomes Pereira Batista, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba (UFPB); e sob orientação da Prof^a. Dr^a Angelina Dias Leão Costa.

O objetivo desse questionário é identificar a importância de atributos de segurança e conforto para o deslocamento por bicicleta em interseções viárias, considerando a percepção dos ciclistas. O estudo servirá como base para o desenvolvimento de um instrumento de avaliação de desempenho de interseções.

O presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPB, e deverá ser lido e autorizado para dar início às questões.

Solicitamos a sua colaboração para realizar esse questionário de cerca de 10 a 15 minutos de duração e sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em trabalhos acadêmicos.

Para participar não é necessário que você tenha conhecimento técnico no assunto, mas é exigida a experiência prática de locomover-se de bicicleta em vias urbanas de uso público, ao menos 1 vez por semana.

A pesquisa é anônima, sua identificação pessoal não é exigida.

Os riscos dessa pesquisa são mínimos, algumas inconveniências referem-se apenas a exposição de dados sociais (sem identificação), e pequena alteração da rotina para responder o questionário.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações solicitadas; podendo desistir a qualquer momento, sem problemas.

Este questionário está dividido em três partes.

Parte 01: Perfil do respondente.

Parte 02: Percepção sobre atributos de tráfego por bicicleta em interseções.

Parte 03: Análise e breve avaliação da qualidade de interseções.

Os pesquisadores estão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário.

Contatos do pesquisador responsável (Diogo Gomes Pereira Batista):

Celular (whatsapp) (83) 98772-1490 / e-mail: diogo.choia@gmail.com

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPB. Solicitamos seu e-mail e autorização para dar início às questões.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei a cópia desse documento por e-mail. Aceito participar Prefiro não participar

⁹ Esse formulário foi inteiramente aplicado pela internet, o modelo aqui apresentado trata-se de uma cópia textual das questões utilizadas e disponibilizadas através da plataforma interativa do *Google forms*. Os vídeos da Parte 02 foram colocados no presente Apêndice para verificação através de *link* de acesso.



PARTE 01 - PERFIL DO CICLISTA						
Qual o seu gênero ?						
<input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> Feminino			<input type="checkbox"/> Outro: _____		
A sua cor de pele ou raça é?						
<input type="checkbox"/> Preta	<input type="checkbox"/> Branca	<input type="checkbox"/> Amarela	<input type="checkbox"/> Parda	<input type="checkbox"/> Indígena		
Qual a sua idade ?						
[] anos						
Qual a cidade e estado onde mora?						
Cidade/Estado: [_____]						
Quantos dias na semana você costuma usar a bicicleta como meio de transporte?						
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Qual o seu principal destino de uso da bicicleta?						
<input type="checkbox"/> Trabalho	<input type="checkbox"/> Escola / Faculdade	<input type="checkbox"/> Compras / Serviço	<input type="checkbox"/> Lazer / Social	<input type="checkbox"/> Esporte		
Para quais outros destinos você faz uso da bicicleta?						
<input type="checkbox"/> Trabalho	<input type="checkbox"/> Escola / Faculdade	<input type="checkbox"/> Compras / Serviço	<input type="checkbox"/> Lazer / Social	<input type="checkbox"/> Esporte		
Há quanto tempo começou a usar a bicicleta como meio de transporte?						
<input type="checkbox"/> menos de 6 meses	<input type="checkbox"/> entre 6 meses e 1 ano	<input type="checkbox"/> entre 1 e 2 anos	<input type="checkbox"/> entre 2 e 3 anos	<input type="checkbox"/> entre 3 e 4 anos	<input type="checkbox"/> entre 4 e 5 anos	<input type="checkbox"/> mais de 5 anos
Quanto tempo em média você leva no trajeto mais frequente que realiza de bicicleta?						
[](Exemplo: 13min ou 01h e 10min)						
Como você se sente com relação ao seu nível de confiança para usar a bicicleta como modo de transporte na cidade? Considere uma escala do Nível 1 (menos confiante, com maiores preocupações) até o Nível 5 (mais confiante para pedalar, mesmo em situações desfavoráveis)						
Menos confiante	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	Mais confiante
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?						
<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Agressão verbal	<input type="checkbox"/> Veículo tirando fino	<input type="checkbox"/> Colisão ou atropelamento	<input type="checkbox"/> Ultrapassagem brusca	<input type="checkbox"/> Necessidade de parar ou desacelerar	
<input type="checkbox"/> Dificuldade / risco para acessar faixas laterais				<input type="checkbox"/> Outro: _____		

PARTE 02 - TRANSPORTE POR BICICLETA EM INTERSEÇÕES (CRUZAMENTOS E/OU ROTATÓRIAS)

OBSERVAÇÃO: na classificação das respostas a seguir, quanto mais à esquerda, mais você discorda com a frase. E quanto mais à direita, mais você concorda com a frase. As frases são suposições e variam entre afirmativas e negativas. A classificação em 5 níveis corresponde a: 1 - Discordo totalmente / 2 - Discordo em parte / 3 - Nem discordo, nem concordo / 4 - Concordo em parte / 5 - Concordo totalmente

Diante disso, responda a seguir, na sua visão como CICLISTA:



Enunciados	Escala de classificação			
1. Interseções são locais de maiores situações de conflito de trânsito e insegurança para pedalar, em comparação com corredores viários (trechos entre interseções).	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
2. As rotatórias de trânsito promovem grande segurança para deslocamentos através de bicicleta.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
3. Quanto maior a distância de travessia em uma interseção, maior a tensão para atravessar de bicicleta.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
4. Sinto-me mais seguro para pedalar em interseções que possuem uma faixa da direita mais larga.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
5. Considero, enquanto ciclista, que uma boa iluminação noturna em interseções pouco influencia no conforto visual e segurança pública.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
6. Nas vias conectadas às interseções, infraestruturas cicloviárias (como ciclovias e ciclofaixas) são importantes para a segurança e orientação da travessia de ciclistas.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
7. Ruas de uso mais intenso, como em áreas comerciais, influenciam na existência de conflitos entre veículos nas interseções.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
8. Placas ou semáforos exclusivos para bicicletas em interseções não são medidas de segurança tão significativas e podem atrapalhar o trânsito.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
9. A sinalização através de pintura na pista, como uma faixa para bicicletas em meio a uma interseção, promove uma melhor orientação e facilidade de trânsito.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
10. A qualidade do pavimento da pista pouco interfere no meu conforto ao pedalar por uma interseção.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
11. A visibilidade (em termos de ver e ser visto) é um fator de extrema importância para uma passagem tranquila de bicicleta em uma interseção.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
12. Considero muito importante um maior número de faixas de trânsito em interseções, para pedalar de forma menos complicada.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
13. Interseções com acessos laterais (à esquerda e/ou à direita) são mais conflituosas para os ciclistas devido à ultrapassagens bruscas.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	
14. Estacionamentos na via próximos à interseções geram uma situação de risco de colisões, movimentos inesperados e bloqueio de visão para ciclistas.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 3 4 5	Concordo totalmente	



15. Com grande fluxo de veículos motorizados na interseção, fica mais fácil e seguro de pedalar.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Concordo totalmente
16. Quanto maior a velocidade dos veículos motorizados, maior o risco para ciclistas em interseções.	Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Concordo totalmente

PARTE 03 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇO CICLOVIÁRIO

OBSERVAÇÃO: a seguir são apresentados 05 vídeos (de 20 a 30 segundos) contendo uma ilustração e cenas reais de diferentes situações de trânsito. Deve-se avaliar o desempenho das interseções e segmentos viários adjacentes apresentados em vídeo, segundo a sua percepção de segurança e conforto, como se fosse um ciclista pedalando em cada um desses locais. As respostas deverão ser marcadas de acordo com a escala em seis níveis que variam de: 1 (excelentes condições para pedalar) até 6 (péssimas condições para pedalar).

Interseção 01: Cruzamento não semaforizado com ciclofaixa bidirecional à direita.

(Via com volume regular de veículos motorizados, limite de 40km/h, em área comercial/residencial)

Link do videoclipe:

<https://youtu.be/npeUyyWO5GE>

A

excelente

B

ótimo

C

bom

D

regular

E

ruim

F

péssimo

Interseção 02: Rotatória sem ciclofaixa.

(Via com intenso volume de veículos motorizados, limite de 50km/h, em área de grande uso institucional)

Link do videoclipe:

<https://youtu.be/oA5tESJv7M>

A

excelente

B

ótimo

C

bom

D

regular

E

ruim

F

péssimo

Interseção 03: Cruzamento semaforizado sem ciclofaixa.

(Via com intenso volume de veículos motorizados, limite de 50km/h, área comercial com estacionamento lateral)

Link do videoclipe:

<https://youtu.be/afpfbXscaVg>

A

excelente

B

ótimo

C

bom

D

regular

E

ruim

F

péssimo

Interseção 04: Rotatória com ciclofaixa.

(Via com volume regular de veículos motorizados, limite de 50km/h, em área de usos diversos)

Link do videoclipe:

<https://youtu.be/Ke99nvB4CD0>

A

excelente

B

ótimo

C

bom

D

regular

E

ruim

F

péssimo

Interseção 05: Cruzamento semaforizado com ciclovia em canteiro central e semáforo exclusivo para ciclistas.

(Via com intenso volume de veículos motorizados, limite de 50km/h, em área comercial)

Link do videoclipe:

<https://youtu.be/pt1IDfplyK0>

A

excelente

B

ótimo

C

bom

D

regular

E

ruim

F

péssimo



APÊNDICE E – BASE DO FORMULÁRIO E ROTEIRO DE ENTREVISTA COM CICLISTAS E *EXPERTS* EM CICLOMOBILIDADE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Olá, você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa com título preliminar: “NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS: MODELAGEM E AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE ADEQUABILIDADE CICLOVIÁRIA SOB A PERCEPÇÃO DE CICLISTAS”; desenvolvida por Diogo Gomes Pereira Batista, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba (UFPB); e sob orientação da Prof^a. Dr^a Angelina Dias Leão Costa.

O objetivo dessa entrevista é identificar a relevância de atributos de segurança e conforto para o deslocamento por bicicleta em diferentes configurações viárias, considerando a percepção dos ciclistas. O estudo servirá como base para o desenvolvimento de um instrumento de avaliação de desempenho cicloviário.

O presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPB, e deverá ser lido e autorizado para dar início às questões.

Solicitamos a sua colaboração para realizar essa entrevista de cerca de 20 minutos de duração e sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em trabalhos acadêmicos.

Para participar não é necessário que você tenha conhecimento técnico no assunto, mas é exigida a experiência prática de locomover-se de bicicleta em vias urbanas de uso público, ao menos 1 vez por semana (para ciclistas cotidianos).

Para participar é necessário que você tenha conhecimento técnico no assunto, seja através de pesquisas, ações em organizações cicloativistas ou experiência profissional na área de transportes, mas não é exigida a experiência prática de locomover-se de bicicleta em vias urbanas de uso público (para *experts* em ciclomobilidade).

A pesquisa é anônima, sua identificação pessoal não é exigida.

Os riscos dessa pesquisa são mínimos, algumas inconveniências referem-se apenas a exposição de dados sociais (sem identificação), e pequena alteração da rotina para responder a entrevista.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações solicitadas; podendo desistir a qualquer momento, sem problemas.

Esta entrevista está dividida em três fases.

Fase 01: Perfil do respondente.

Fase 02: Percepção sobre atributos de tráfego por bicicleta para diferentes configurações viárias.

Parte 03: Opinião sobre os atributos da fase 02 e sua importância para o planejamento cicloviário.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPB. Solicitamos seu e-mail e autorização para dar início às questões.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei a cópia desse documento por e-mail, caso solicite. Aceito participar Prefiro não participar



FASE 01 - PERFIL DO PARTICIPANTE				
Qual o seu gênero ?				
<input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> Feminino	<input type="checkbox"/> Outro: _____		
A sua cor de pele ou raça é?				
<input type="checkbox"/> Preta	<input type="checkbox"/> Branca	<input type="checkbox"/> Amarela	<input type="checkbox"/> Parda	<input type="checkbox"/> Indígena
Qual a sua idade ?				
[] anos				
Qual a cidade e estado onde mora?				
Cidade/Estado: [_____]				
Qual o seu nível de experiência com o uso da bicicleta?				
<input type="checkbox"/> Muito baixo	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito alto
Qual o seu nível de escolaridade ?				
Escolaridade: [_____]				
Qual o seu perfil de conhecimento em ciclomobilidade? (múltipla opção)				
<input type="checkbox"/> Cicloativista (pertencente à associação organizada)	<input type="checkbox"/> Experiência em pesquisa sobre transporte por bicicleta	<input type="checkbox"/> Profissional/técnico/gestor na área de transportes		
Faz parte de qual instituição ou organização ?				
Instituição ou Organização: [_____]				

FASE 02 – PERCEPÇÃO SOBRE VARIÁVEIS DE DESEMPENHO CICLOVIÁRIO
<p>Conceitos chave: Adequabilidade cicloviária - avaliação das condições de segurança e conforto de uma seção cicloviária (segmentos/corredores ou interseções viárias). Pode envolver a percepção de usuários e inclui o tráfego segregado ou compartilhado com veículos motorizados. Cicloestrutura - infraestrutura cicloviária para o uso da bicicleta, como ciclovias, ciclofaixas ou ciclorrotas.</p> <p>Observações: A pesquisa consiste em 25 questões sobre diferentes indicadores passíveis de serem usados para o planejamento cicloviário no contexto brasileiro. Os itens possuem imagens apenas ilustrativas.</p> <p>Cada questão busca uma resposta sobre o seguinte aspecto: a RELEVÂNCIA. A relevância trata-se da sua percepção sobre a importância, em termos de segurança e conforto para ciclistas, que cada indicador representa. Na classificação das respostas a seguir, quanto mais à esquerda, menor a sua percepção sobre o nível de relevância da variável comparada às demais, e quanto mais à direita, maior o nível de relevância. A classificação corresponde a: 0 Nenhuma (relevância), 1 Baixíssima, 2 Baixa, 3 Superficial, 4 Moderada (leve), 5 Moderada (regular), 6 Moderada (notável), 7 Acentuada, 8 Alta, 9 Altíssima e 10 Absoluta (relevância). Considere as respostas de modo comparativo entre os indicadores. Diante disso, responda a seguir, na sua visão como ciclista cotidiano ou <i>expert</i> em ciclomobilidade:</p>



Apresentação das variáveis	Escala de classificação		
1 - Volume de veículos motorizados: esse indicador corresponde a influência negativa da presença de uma maior quantidade de carros e motos compartilhando as faixas de trânsito na rua com ciclistas.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)
2 - Velocidade de veículos motorizados: esse indicador corresponde a influência negativa de uma maior velocidade de veículos motorizados compartilhando as faixas de trânsito na rua com ciclistas.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)
3 - Estacionamento para automóveis na rua: esse indicador corresponde a influência negativa de uma maior quantidade de automóveis estacionados na rua, os quais podem gerar situações de risco para o ciclista como: colisões, movimentos abruptos do motorista desatento ou bloqueio de visão.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)
4 - Paradas de ônibus: esse indicador corresponde a influência negativa de uma maior quantidade de paradas de ônibus ou de outro transporte público na rua sem acostamento, o que pode gerar interrupções abruptas ou situações de conflito de passagem.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)
5 - Tipo de uso da via: esse indicador corresponde a influência negativa de ruas mais movimentadas como em áreas comerciais, de serviço ou industriais, em comparação com ruas mais tranquilas do tipo residenciais. Considerando que pode haver situações de conflito devido a um maior volume e falta de controle de fluxo de automóveis ou mesmo pedestres.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)
6 - Restrições de visibilidade: esse indicador corresponde a influência negativa de aspectos que restringem a visibilidade do ciclista em movimento, como mobiliários, edificações, vegetação ou placas voltadas para a rua, cruzamentos fechados, vias congestionadas etc.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)
7 - Pavimentação: esse indicador corresponde a influência negativa de pavimentos com má qualidade de manutenção, buracos, poças de água, piso rachado ou trepidante etc.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)
8 - Número de faixas de trânsito: esse indicador corresponde a influência negativa de vias com muitas faixas de trânsito, considerando sua associação com maior volume e velocidade de veículos motorizados e uma configuração viária que pode dificultar o deslocamento do ciclista ou gerar situações de conflito.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)
9 - Garagens ao longo da rua: esse indicador corresponde a influência negativa de quarteirões que possuem muitas edificações com garagens de automóveis, ou seja, acessos ou saídas não controlados perante o fluxo viário ao longo do percurso, o que pode gerar situações de conflito.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)
10 - Veículos pesados em trânsito: esse indicador corresponde a influência negativa de um maior fluxo de grandes veículos como ônibus ou caminhões, os quais podem gerar turbulência, dificuldade de ultrapassagem, conflitos, poluição ou ruído perante ciclistas.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)



<p>11 - Declividade da rua: esse indicador corresponde a influência negativa de ruas com ladeiras acentuadas, o que pode gerar dificuldades de deslocamento e situações de conflito ou risco de colisão com outros veículos, tanto na subida mais lenta, quanto na descida mais acelerada.</p>	<p>Nenhuma (relevância)</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10</p>	<p>Absoluta (relevância)</p>
<p>12 - Interseções (cruzamentos): esse indicador corresponde a influência negativa de interseções do tipo cruzamento, considerando esse espaço como o maior gerador de pontos de conflito entre veículos em fluxo, comparado com corredores viários (trajetos entre interseções).</p>	<p>Nenhuma (relevância)</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10</p>	<p>Absoluta (relevância)</p>
<p>13 - Rotatórias: esse indicador corresponde a influência negativa das rotatórias, considerando que este espaço gera conflitos em trânsito compartilhado com automóveis ou dificuldades para acessar travessias de saída sem o controle de fluxo.</p>	<p>Nenhuma (relevância)</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10</p>	<p>Absoluta (relevância)</p>
<p>14 - Conflito com automóveis em acessos laterais: esse indicador corresponde a influência negativa de interseções com permissão de acessos laterais, como a conversão à direita (ver imagem), considerando a situação de risco eminente onde o ciclista quer seguir em frente e outros veículos fazer a curva, sem que haja medidas de moderação de tráfego que garantam a segurança do deslocamento do ciclista. Isso pode gerar conflitos, colisões ou dificuldades para pedalar.</p>	<p>Nenhuma (relevância)</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10</p>	<p>Absoluta (relevância)</p>
<p>15 - Distância de travessia: esse indicador corresponde a influência negativa de uma maior distância para atravessar uma interseção sem sinalização prioritária para ciclistas, o que pode gerar situações de conflito, vulnerabilidade e insegurança perante o fluxo de veículos motorizados.</p>	<p>Nenhuma (relevância)</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10</p>	<p>Absoluta (relevância)</p>
<p>16 - Presença de cicloestrutura: esse indicador corresponde a influência positiva da existência de infraestruturas cicloviárias ou cicloestruturas como ciclovias, ciclofaixas ou ciclorrotas para promover um tráfego mais seguro para ciclistas.</p>	<p>Nenhuma (relevância)</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10</p>	<p>Absoluta (relevância)</p>
<p>17 - Largura da cicloestrutura: esse indicador corresponde a influência positiva de uma largura maior das cicloestruturas (como ciclovias ou ciclofaixas) para pedalar com mais conforto e evitar conflitos com outros ciclistas.</p>	<p>Nenhuma (relevância)</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10</p>	<p>Absoluta (relevância)</p>
<p>18 - Proteção da cicloestrutura: esse indicador corresponde a influência positiva de uma maior linha de divisão, sinalizada ou segregada, entre a cicloestrutura (ciclovias ou ciclofaixa) e a faixa adjacente de veículos motorizados.</p>	<p>Nenhuma (relevância)</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10</p>	<p>Absoluta (relevância)</p>
<p>19 - Iluminação noturna: esse indicador corresponde a influência positiva de uma iluminação noturna de qualidade, considerando o nível dos ciclistas, a promoção de melhor visibilidade e segurança pública.</p>	<p>Nenhuma (relevância)</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10</p>	<p>Absoluta (relevância)</p>
<p>20 - Sombreamento da rua: esse indicador corresponde a influência positiva da presença de mais arborização ou elementos de sombreamento para promover a sensação de conforto e bem-estar ao pedalar.</p>	<p>Nenhuma (relevância)</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10</p>	<p>Absoluta (relevância)</p>
<p>21 - Sinalização horizontal: esse indicador corresponde a influência positiva da existência de sinalização horizontal, através de pintura, dispositivos ou</p>	<p>Nenhuma (relevância)</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10</p>	<p>Absoluta (relevância)</p>



marcações na pista com a finalidade de promover a orientação e a segurança do ciclista.			
22 - Sinalização vertical: esse indicador corresponde a influência positiva da existência de sinalização vertical, através de semáforos ou placas dedicadas à orientar, informar e proteger o fluxo de ciclistas.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)
23 - Largura da faixa da direita: esse indicador corresponde a influência positiva de uma maior largura da faixa externa/lateral, como a faixa de fluxo da via à direita. Considera-se que essa faixa é a mais recomendada e utilizada por ciclistas, além de dar acesso às edificações, espaços públicos ou ruas laterais com mais facilidade e permitir ultrapassagens de outros veículos de modo mais seguro, quando mais larga.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)
24 - Volume de ciclistas na rua: esse indicador corresponde a influência positiva da presença de mais ciclistas pedalando, mesmo considerando uma rua compartilhada com outros veículos, pois isso promoveria mais visibilidade, direcionamento de fluxo e sensação de segurança.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)
25 - Volume de ciclistas na cicloestrutura: esse indicador corresponde a influência positiva de mais ciclistas pedalando, especificamente em cicloestruturas, considerando a promoção de maior atratividade e visibilidade associadas a este transporte, além de inibir possíveis invasões de veículos motorizados em ciclofaixas ou ciclorrotas, promovendo sensação de segurança.	Nenhuma (relevância)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 2 (...) 9 10	Absoluta (relevância)

FASE 03 – ROTEIRO FINAL DA ENTREVISTA

Dê sua opinião e/ou cite exemplos, enquanto ciclista, sobre os indicadores (de efeito negativo) abordados na fase 2, referentes aos problemas ou riscos de insegurança ao pedalar.

Perguntas auxiliares: Já sofreu quais dos riscos citados? Quais deles, de fato, são mais importantes de serem tratados? Há outros que sentiu falta? É importante planejar o trânsito a partir desses indicadores? Esses fatores interferem nas suas rotas ou inibem seus deslocamentos na cidade?

Dê sua opinião e/ou cite exemplos, enquanto ciclista, sobre os indicadores (de efeito positivo) abordados na fase 2, referentes aos potenciais facilidades que geram segurança ou conforto ao pedalar.

Perguntas auxiliares: Já experienciou quais das facilidades citadas? Quais delas, de fato, são mais importantes de serem promovidos? Há outras que sentiu falta? É importante planejar o trânsito a partir desses indicadores? Esses fatores interferem positivamente nas suas rotas de modo a estimular seus deslocamentos na cidade?

Dê sua opinião e/ou cite exemplos, enquanto expert no assunto, sobre os indicadores avaliados.

Perguntas auxiliares: Há outros possíveis indicadores importantes que sentiu falta? Quais desses indicadores são de maior dificuldade ou viabilidade técnico/operacional para coleta de dados? É importante planejar o trânsito a partir desses indicadores? Já desenvolveu ou aplicou algum instrumento de avaliação cicloviária? Se sim, teve alguma limitação ou facilidades que gostaria de compartilhar?



APÊNDICE F - FICHA PARA LEVANTAMENTO DE DADOS GERAIS DA PESQUISA DE CAMPO

PESQUISA DE CAMPO - LEVANTAMENTO DE DADOS GERAIS		
Responsável pelo registro: _____		Data: ____/____/____
Identificação da unidade de análise: número _____ Nome da via principal (VP) : _____ Nome da via secundária (VS) : _____		Tipo da interseção: <input type="checkbox"/> cruzamento (2 vias) <input type="checkbox"/> rotatória (ROT)
Tipo de fluxo : VP <input type="checkbox"/> mão dupla / <input type="checkbox"/> mão única (2 sentidos separados) VS <input type="checkbox"/> mão dupla / <input type="checkbox"/> mão única (2 sentidos separados)	Canteiro : Sim <input type="checkbox"/> / Não <input type="checkbox"/> Largura _____ m	Limite de velocidade da via: VP _____ km/h VS _____ km/h
Tipo do pavimento da via: VP <input type="checkbox"/> concreto / <input type="checkbox"/> asfalto / <input type="checkbox"/> paralelepípedo VS <input type="checkbox"/> concreto / <input type="checkbox"/> asfalto / <input type="checkbox"/> paralelepípedo	Condições do pavimento : VP <input type="checkbox"/> ótima / <input type="checkbox"/> boa / <input type="checkbox"/> suficiente / <input type="checkbox"/> insuficiente	
Distância de travessia (largura total da rua): VP _____ m / VS _____ m Largura da faixa externa (bordo direito): VP _____ m / VS _____ m Em caso de rotatória : Diâmetro _____ m		Semaforização : <input type="checkbox"/> não há <input type="checkbox"/> sim, modo motorizado <input type="checkbox"/> sim, modo bicicleta
Número de faixas : VP _____ / VS _____ / ROT _____ faixas		
Presença de cicloestrutura: <input type="checkbox"/> ciclovia / <input type="checkbox"/> ciclofaixa / <input type="checkbox"/> ciclorrota / <input type="checkbox"/> inexistente Posição da cicloestrutura: <input type="checkbox"/> bordo direito / <input type="checkbox"/> bordo esquerdo / <input type="checkbox"/> central Direcionalidade da cicloestrutura: <input type="checkbox"/> bidirecional / <input type="checkbox"/> unidirecional Largura da cicloestrutura : 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Proteção da cicloestrutura : Largura _____ Distanciamento _____		
Tipo de uso do solo predominante: <input type="checkbox"/> residencial / <input type="checkbox"/> comercial / <input type="checkbox"/> industrial / <input type="checkbox"/> misto		
Sinalização vertical cicloviária: <input type="checkbox"/> placa de trânsito / <input type="checkbox"/> semáforo / obs.: _____		
Sinalização horizontal : <input type="checkbox"/> <i>bike box</i> / <input type="checkbox"/> pintura direcional na interseção / obs.: _____		
Estacionamento adjacente ou bordo da via: <input type="checkbox"/> sim / <input type="checkbox"/> não Proteção: <input type="checkbox"/> sim / <input type="checkbox"/> não Largura _____		
Elementos de obstrução de visibilidade : <input type="checkbox"/> não há obstruções / <input type="checkbox"/> vegetação / <input type="checkbox"/> placas / <input type="checkbox"/> edificações / <input type="checkbox"/> curva fechada / <input type="checkbox"/> declividade acentuada / <input type="checkbox"/> outro(s): _____		
Sombreamento : <input type="checkbox"/> ótima / <input type="checkbox"/> boa / <input type="checkbox"/> suficiente / <input type="checkbox"/> insuficiente / Elementos de sombreamento: _____		
Iluminação noturna: <input type="checkbox"/> ótima / <input type="checkbox"/> boa / <input type="checkbox"/> suficiente / <input type="checkbox"/> insuficiente / Elementos de iluminação: _____		
Outras observações (especificidades, situações de risco etc.): _____ _____ _____		



APÊNDICE H - OUTRAS CITAÇÕES DAS ENTREVISTAS COM CICLISTAS E SUAS EXPERIÊNCIAS DO COTIDIANO

*“A avenida Tancredo Neves em direção ao centro da cidade é um dos trechos mais utilizados por **ciclistas** como meio de transporte nos períodos de alto fluxo de tráfego, fácil de se fazer a verificação visualmente (...) num trecho que não oferece qualquer segurança, com vias coletoras de trânsito rápido que não contribuem em quase nada com a bicicleta” (Participante 26, ciclista cotidiano).*

*“Em Campina Grande/PB embora tenha crescido o número de **ciclovias e ciclofaixas**, muitas delas não são conectadas ou não dão acesso as vias principais” (Participante 17, ciclista cotidiano).*

*“Mais **ciclovias** e controle da **velocidade** dos veículos motorizados auxiliariam bastante a vida de ciclistas” (Participante 2, expert).*

*“Considero que esses fatores interferem nas **rotas** que eu faço, por exemplo, penso sempre no **piso** da rua e se existe **ladeira** por onde vou passar” (Participante 21, ciclista cotidiano).*

*“Acredito que nós como **ciclistas** temos a tendência a evitar ou mudar as **rotas** que sejam mais arriscadas, como por exemplo uma via com um **acostamento** mínimo e de alta **velocidade**, vias com **engarrafamentos** também são bastante complicadas” (Participante 20, ciclista cotidiano).*

*“Atualmente não pedalo em vias com **ciclofaixas** (cicloestruturas), por falta de opções de **rota** com essa infraestrutura, mas se tivessem vias com ciclofaixas (cicloestruturas) para o meu destino, sem dúvidas escolheria elas” (Participante 21, ciclista cotidiano).*

*“Acho importante pensar nesses indicadores para **planejar** um deslocamento mais eficiente e seguro para os ciclistas” (Participante 10, expert).*

*“Falta muito para a bicicleta ser um meio de transporte seguro, mas devemos continuar lutando para que cada um use e se locomova como desejar com **segurança** em todos os modais” (Participante 1, expert).*



APÊNDICE I - GUIA PARA APLICAÇÃO DO QUALICICLOS – ÍNDICE DE QUALIDADE CICLOVIÁRIA PARA INTERSEÇÕES (I), CICLOESTRUTURAS (C) E SEGMENTOS COMPARTILHADOS (S)

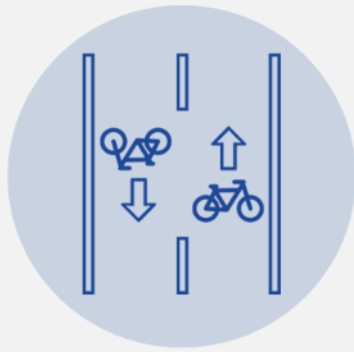
Este guia apresenta uma síntese com as principais características de cada indicador do QualiCiclos, os critérios de avaliação para pontuação, procedimentos metodológicos e observações gerais.

Observações sobre a coleta de dados: pode ser feita mediante dados secundários disponíveis e/ou dados primários através de pesquisa de campo, como observações, contagens manuais ou automáticas (BATISTA; LIMA, 2021), passeio exploratório ou *bikethrough* (BATISTA, 2019), levantamento de medidas *in loco* ou através de recursos georreferenciados, registros fotográficos ou em vídeo. Para contagens manuais de ciclistas e tráfego motorizado, recomenda-se a obtenção de volumes em horas de pico (mín. 2 horas por turno da manhã e fim de tarde), a partir de dias úteis representativos (distanciando-se do fim de semana e feriados).

Alguns indicadores apresentam critérios mais objetivos, outros mais subjetivos. Deve-se buscar uma coerência de análise, ponderando comparativamente o contexto completo dos espaços avaliados. Como forma de reduzir o grau de subjetividade, mais de uma pessoa pode atribuir a pontuação por indicador e elencar uma estimativa mediana ou em comum acordo. Para casos específicos ou fora do comum, deverá o pesquisador atribuir uma pontuação indireta, ou seja, buscando um indicador com parâmetro semelhante ou buscando associar a algum parâmetro da bibliografia recomendada.

Bibliografia utilizada para as métricas do guia:

(CONTRAN, 2022), (BRASIL, 2007; 2015), (ITDP, 2017; 2018), (BATISTA, 2019), (ANDRADE, 2018), (AMECICLO, 2016), (GONDIM, 2010), (SFDPH, 2009).



Indicador:
Presença/tipo de CICLOESTRUTURA

Categoria:
INFRAESTRUTURA

Unidade de análise:
(I, C, S)

Problema: A via possui cicloestrutura? De que tipo? Permite o fluxo em duplo sentido de deslocamento?

Critérios de avaliação:

Pontuação:

Possui ciclovia em toda a extensão¹ com duplo sentido de deslocamento².

3 (Ótimo)

Possui ciclofaixa com duplo sentido de deslocamento.

2 (Bom)

Possui ciclorrota com duplo sentido de deslocamento.

1 (Suficiente)

Não possui quaisquer cicloestrutura ou apresenta interrupções (descontinuidades) ao longo de sua extensão ou apresenta cicloestrutura unidirecional para apenas 1 sentido de deslocamento da via.

0 (Insuficiente)

Método: Verificar a existência, o tipo e a extensão (km) da cicloestrutura. Observar sua posição na via e se possui direcionamento para duplo sentido na via. Caracterizar, adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: ¹ para interseções, considerar a presença de cicloestruturas adjacentes aos cruzamentos ou ao redor de rotatórias. ² O sentido de deslocamento pode ser bidirecional ou unidirecional (nesse caso, verificar se a via contempla 2 eixos unidirecionais, para ambos os sentidos de fluxo na via. Mesmo que seja uma via de sentido único para veículos motorizados, é importante que haja a opção de duplo sentido para o ciclista, com a devida proteção).



Indicador:
PROTEÇÃO da Cicloestrutura

Categoria:
INFRAESTRUTURA

Unidade de análise:
(C)

Problema: A cicloestrutura possui elementos de proteção de forma adequada e em boas condições?

Critérios de avaliação:

Pontuação:

A proteção é muito alta (adequada¹ e bem conservada em toda a extensão), os dispositivos e/ou a separação física impede a entrada de veículos motorizados e não há trechos desprotegidos.

3 (Ótimo)

A proteção é alta (adequada e conservada em grande parte, de 70% a cerca de 90%, de sua extensão). Os elementos de segregação dificultam o acesso de veículos motorizados, mas há poucos trechos em condições razoáveis de manutenção ou de espaçamento delimitador.

2 (Bom)

A proteção é regular (adequada em parte, de 50% a cerca de 70%, de sua extensão). Os elementos de segregação dificultam o acesso de veículos motorizados, mas há trechos desprotegidos ou em condições razoáveis de manutenção ou de espaçamento delimitador.

1 (Suficiente)

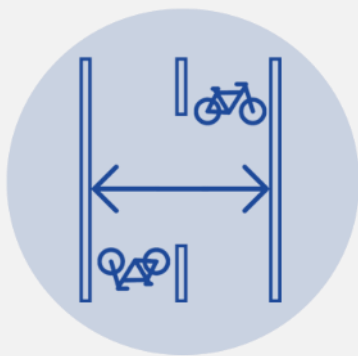
A proteção é frágil (pouco adequada, abaixo de 50% de sua extensão), permitindo a invasão para circulação ou estacionamento de veículos motorizados de forma fácil com muitos trechos desprotegidos, em más condições de manutenção ou de delimitação.

0 (Insuficiente)

Método: Para cada cicloestrutura, identificar o tipo, verificar (através de medição) o espaçamento dos elementos de segregação (em área representativa). Averiguar áreas desprotegidas e condições de manutenção da proteção existente. Adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: Desconsiderar acessos regularizados para veículos ou pedestres.

¹ Para ciclovias, considerar espaço (mín. 0,5m) de segregação física total da cicloestrutura (gradil, mureta, canteiro e outros elementos físicos delimitadores). Para ciclofaixas, considerar espaço (mín. 0,3m) de segregação física parcial (tachão, tacha, cilindro etc.), bem como, sinalização com espaçamento adequado. Caso haja estacionamento em paralelo, considerar espaço de resguardo (mín. 0,8m). Para ciclorrotas, considerar a sinalização de orientação de rota indicativa e existência de medidas de moderação de tráfego.



Indicador:
LARGURA da Cicloestrutura

Categoria:
INFRAESTRUTURA

Unidade de análise:
(C)

Problema: Qual é a largura média da cicloestrutura (Ciclovía ou Ciclofaixa)?

Ela está adequada ao fluxo de ciclistas e a direcionalidade da cicloestrutura?

Crítérios de avaliação:

Pontuação:

Largura¹ > 2,50m para cicloestruturas bidirecionais (bi.) e > 1,50m para unidirecionais (uni.), favorecendo um deslocamento mais confortável.

3 (Ótimo)

Largura entre 2,26m e 2,50m (bi.) e entre 1,26m e 1,50m (uni.), favorece o deslocamento de forma satisfatória.

2 (Bom)

Largura entre 2,00m e 2,25m (bi.) e entre 1,00 m e 1,25m (uni.), favorece o deslocamento de forma limitada.

1 (Suficiente)

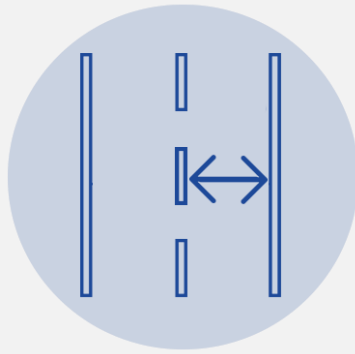
Largura < 2,00m (bi.) e < 1,00m (uni.), inadequado para um deslocamento confortável e seguro.

0 (Insuficiente)

Método: Para cada eixo cicloviário delimitado, identificar a direcionalidade da cicloestrutura, realizar a medição de largura em ao menos 3 pontos característicos e bem distribuídos ao longo da extensão da cicloestrutura, estabelecer uma média aritmética dos pontos medidos, adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: para o caso de ciclorrotas, considerar a mesma pontuação referente ao indicador de Largura da faixa lateral.

¹ Larguras consideradas para o espaço cicloviário interno útil (descontando linha de bordo e de divisão de fluxo), adotou-se o tráfego de até 1000 bicicletas/hora de pico por sentido, acima disso, ver CONTRAN (2022).

**Indicador:****Largura da FAIXA LATERAL (direita)****Categoria:****INFRAESTRUTURA****Unidade de análise:****(I, S)**

Problema: Qual é a largura da faixa da direita do leito viário? Ela comporta veículos pesados, bem como, outros veículos motorizados e bicicletas, de modo a permitir ultrapassagens mais seguras?

Critérios de avaliação:**Pontuação:**

Largura 3,60m até 3,90m

3 (Ótimo)

Largura 3,30m até 3,60m

2 (Bom)

Largura 3,00m até 3,29m

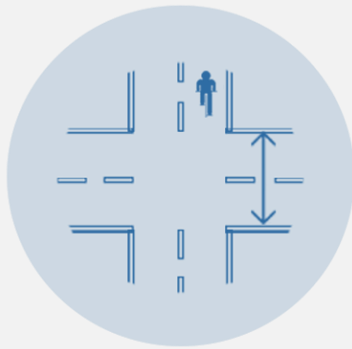
1 (Suficiente)

Largura < 3,00m

0 (Insuficiente)

Método: Realizar a medição de largura em ao menos 3 pontos característicos e bem distribuídos ao longo do segmento compartilhado (para interseções, pode ser a medida de 1 ou 2 pontos da faixa adjacente ao segmento). Estabelecer uma média aritmética dos pontos medidos, adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: Este indicador trata da faixa lateral da direita, compartilhada entre veículos motorizados e bicicletas. Os critérios consideram a largura recomendada para faixas da direita em vias coletoras ou arteriais, considerando o fluxo de veículos pesados (como ônibus e outros de grande porte) (GONDIM, 2010). Para vias locais (sem fluxo de veículos pesados), pode-se adotar os critérios com medidas reduzidas: <2,70m (Insuficiente); 2,70-2,79m (suficiente); 2,80-2,89m (bom); 2,90-3,00m (ótimo). Independente da largura, para os casos de ultrapassagem, os veículos devem atender o Código de Trânsito Brasileiro.



Indicador:
Distância de TRAVESSIA

Categoria:
INFRAESTRUTURA

Unidade de análise:
(I)

Problema: Qual a distância de travessia percorrida na interseção?

Critérios de avaliação:

Pontuação:

1 ou 2 faixas¹ de tráfego (até 6,60m total).

3 (Ótimo)

3 ou 4 faixas de tráfego (entre 6,61m e 13,2m total).

2 (Bom)

5 ou 6 faixas de tráfego (entre 13,2m e 19,8m total).

1 (Suficiente)

Acima de 6 faixas de tráfego (maior que 19,8m total).

0 (Insuficiente)

Método: Verificar o número de faixas atravessadas, adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: ¹ Para este índice, considerou-se a distância de travessia como equivalente ao número de faixas transversais (perpendiculares) ao cruzamento atravessado. Obter o número total de faixas (caso a via transversal seja de duplo sentido), inclusive, considerando as faixas de estacionamento/acostamento para a soma. Para o caso de rotatórias, considerar o dobro do número de faixas da rotatória e adotar os mesmos critérios. Para o caso de cruzamentos com vias perpendiculares afastadas, ou seja, com maior distância de travessia, considerar um maior número relativo de faixas de tráfego equivalentes.



Indicador:
Condições do PAVIMENTO

Categoria:
INFRAESTRUTURA

Unidade de análise:
(I, C, S)

Problema: Qual o tipo e as condições de conservação do pavimento?

Critérios de avaliação:

Pontuação:

Pavimento de asfalto ou concreto em ótimo estado. Sem irregularidades (superfície regular e antiderrapante) em toda a extensão.

3 (Ótimo)

Pavimento de asfalto, de concreto, de bloco intertravado, porém com pouca extensão (até 10%) de irregularidades (baixas imperfeições, pequenos desníveis ou fissuras no pavimento).

2 (Bom)

Qualquer tipo de pavimento com razoável extensão (10 a 25%) de irregularidades (imperfeições como material solto, desníveis ou fissuras no pavimento que demandam a necessidade de pequeno desvio para circulação, mas é possível manter-se pedalando).

1 (Suficiente)

Qualquer tipo de pavimento com grande extensão (> 25%) de irregularidades (piso quebrado, com buracos, com risco de derrapagem, trechos arenosos ou com resíduos sólidos), a ponto de ser necessário frear, parar ou descer da bicicleta para seguir.

0 (Insuficiente)

Método: Para cada unidade de análise, identificar visualmente o tipo de pavimento e verificar se há irregularidades, más condições de uso ou manutenção que gerem desconforto ou risco para ciclistas. Determinar, aproximadamente, a extensão de irregularidades, adotar critérios e atribuir pontuação.



Indicador:
SOMBREAMENTO / Arborização

Categoria:
AMBIENTE

Unidade de análise:
(C, S)

Problema: A via ciclável é bem sombreada? Possui arborização?

Critérios de avaliação:

Pontuação:

Grande parte da via possui árvores com copas grandes ou elementos edificadas que geram muita sombra na maior parte do dia (cobrem cerca de 75% a 100% da extensão).

3 (Ótimo)

Boa parte da via possui árvores com copas grandes e pequenas ou elementos edificadas que geram sombra em boa parte do dia (cobrem cerca de 51% a 75% da extensão), além disso, possuem mudas ou vegetação de menor porte que melhora a sensação térmica¹.

2 (Bom)

Parte da via possui árvores com copas pequenas ou elementos edificadas que geram sombra durante o dia (cobrem cerca de 26% a 50% da extensão), além disso, possuem poucas mudas ou vegetação de menor porte que melhora um pouco a sensação térmica.

1 (Suficiente)

A via é muito pouco ou praticamente não é sombreada (cobrem cerca de 0% a 25% da extensão), possui poucas árvores ou elementos edificadas que mal geram sombra durante o dia, além disso, não possuem mudas ou vegetação de menor porte.

0 (Insuficiente)

Método: Verificar a existência de sombreamento ao longo da via. A partir da caracterização das áreas sombreadas, estimar um percentual de cobertura ou de alcance do benefício dos elementos que geram conforto térmico, adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: Para a determinação das áreas sombreadas, observar a presença de áreas que possuem arborização e/ou elementos edificadas que geram sombra, observar também a existência e condições do ambiente natural no entorno da via que também possam proporcionar melhoria da sensação térmica no trajeto (grandes áreas verdes e de águas, como matas, rios, mar).



Indicador:
ILUMINAÇÃO (noturna)

Categoria:
AMBIENTE

Unidade de análise:
(C, S)

Problema: A via ciclável é bem iluminada para o tráfego noturno de ciclistas?

Critérios de avaliação:

Pontuação:

O ambiente é bastante iluminado, com pontos de luz em toda a sua extensão, voltados para todos os sentidos de fluxo da via, em ótimo estado de funcionamento e adequados ao ciclista (pontos voltados para o espaço ciclável e com altura adequada). Opção¹: Iluminância > 20 Lux

3 (Ótimo)

O ambiente é bem iluminado, com pontos de luz em boa parte de sua extensão, voltados para todos os sentidos de fluxo da via, em bom estado de funcionamento, mas com alguns (poucos) pontos sem adequação ao ciclista. Opção: Iluminância entre 16 e 20 Lux

2 (Bom)

O ambiente é iluminado, com pontos de luz em sua extensão voltados em geral para um único sentido de fluxo da via, mas com poucos pontos em mal estado de funcionamento, com pequenas obstruções ou poucos pontos sem adequação ao ciclista.

Opção: Iluminância entre 10 e 15 Lux

1 (Suficiente)

O ambiente é mal iluminado, com falta de pontos de luz em boa parte de sua extensão, com muitos pontos sem funcionamento e falta de manutenção, apresentam obstruções ou inadequação ao ciclista. Opção: Iluminância < 10 Lux

0 (Insuficiente)

Método: Verificar a existência de iluminação noturna através de postes de iluminação pública e/ou pontos luminosos ao longo da via. Observar a altura dos postes ou pontos luminosos (se estão adequados à via ciclável ou são altos demais) e sua direção (se estão voltados para o espaço ciclável), ver a existência de áreas com obstrução de luz ou mal funcionamento. Observar também a existência e condições do ambiente construído como fachadas ou outros elementos edificados que possuem iluminação voltada para a rua, contribuindo também para a iluminância indireta da via ciclável. A partir da caracterização da existência e qualidade das áreas iluminadas, adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: ¹ De acordo com a viabilidade, realizar levantamento do nível de iluminância em ao menos 3 pontos característicos e bem distribuídos no espaço em análise, estabelecer uma média aritmética dos pontos medidos, adotar critérios e atribuir pontuação.



Indicador:
Restrições de VISIBILIDADE

Categoria:
AMBIENTE

Unidade de análise:
(I)

Problema: A travessia e adjacências da interseção permite pedalar com boa visibilidade do/para o ciclista?

Critérios de avaliação:

Pontuação:

A interseção não possui restrições de visibilidade, com abertura visual confortável para travessia e acessos seguros.

3 (Ótimo)

Uma pequena área da interseção possui algum aspecto que restringe a visibilidade (obstrução visual por elementos físicos de pequeno porte nas proximidades), mas sem afetar de modo significativo a segurança da travessia e seus acessos.

2 (Bom)

A interseção possui área(s) com restrição de visibilidade (obstrução visual por elementos físicos de médio porte nas proximidades), afetando a percepção de segurança, mas sem grandes entraves para pedalar.

1 (Suficiente)

A interseção possui grande área com restrição de visibilidade (obstrução visual por elementos físicos de médio ou grande porte nas proximidades, além de configuração viária desfavorável, como declividade acentuada ou curvas estreitas com obstruções), afetando a percepção de segurança da travessia e gerando entraves para pedalar.

0 (Insuficiente)

Método: Verificar a existência de elementos que restringem a visibilidade do ciclista (para que veja e seja visto ao pedalar por uma interseção). Adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: ¹ Considerar tanto o espaço de travessia, quanto as adjacências, ou seja, os segmentos viários de conexão (acessos da interseção), aproximadamente 10m.



Indicador:
Sinalização HORIZONTAL

Categoria:
SINALIZAÇÃO

Unidade de análise:
(I, C, S)

Problema: Existe sinalização horizontal adequada para o tráfego de ciclistas na via ciclável? Essa sinalização está em boas condições de manutenção, promovendo orientação, informação e segurança viária?

Critérios de avaliação:

Pontuação:

A sinalização horizontal¹ está em excelente estado de conservação, implantada de forma adequada e funcional, caracterizando o espaço cicloviário e orientando o trânsito.

3 (Ótimo)

A sinalização horizontal está em bom estado de conservação, implantada de forma adequada e funcional, mas com algumas (poucas) falhas de manutenção ou falta de caracterização do espaço cicloviário.

2 (Bom)

A sinalização horizontal está em estado razoável de conservação, implantada de forma adequada e funcional, mas com falhas mais notáveis de manutenção ou falta de caracterização do espaço cicloviário, sem gerar grandes riscos.

1 (Suficiente)

A sinalização horizontal está em péssimo estado de conservação, implantada de forma inadequada e pouco funcional, com falhas graves de manutenção ou falta de caracterização do espaço cicloviário, gerando maiores riscos.

0 (Insuficiente)

Método: Verificar a existência de sinalização horizontal ao longo do espaço ciclável. Observar áreas que não possuem sinalização e a sua necessidade. Atentar-se para as condições de manutenção e implantação da sinalização. Para tanto, observar a sua conservação, coerência de informação e orientação. A partir da análise, adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: ¹ Considerar a presença e qualidade de sinalização, como: marcas longitudinais (linha de divisão de fluxos e de bordo), marcas transversais (linha de retenção, área de espera, linha de continuidade em interseções), marcas de canalização, linha de continuidade da cicloestrutura em interseções e inscrições no pavimento (setas, símbolos e legendas).



Indicador:
Sinalização VERTICAL

Categoria:
SINALIZAÇÃO

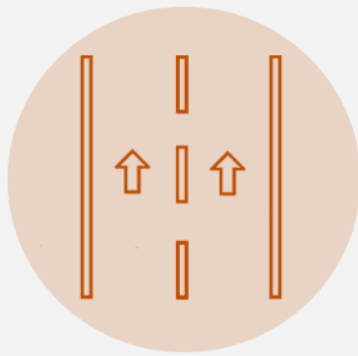
Unidade de análise:
(I, C, S)

Problema: Existe sinalização vertical adequada para o tráfego de ciclistas na via ciclável? Essa sinalização está em boas condições de manutenção, promovendo orientação, informação e segurança viária?

Critérios de avaliação:	Pontuação:
A sinalização vertical ¹ está em excelente estado de conservação, posicionada de forma adequada e funcional, regulamentando e advertindo o trânsito a favor do ciclista.	3 (Ótimo)
A sinalização vertical está em bom estado de conservação, posicionada de forma adequada e funcional, mas com algumas (poucas) falhas de regulamentação ou falta de advertência/informação do espaço ou tráfego cicloviário.	2 (Bom)
A sinalização vertical está em estado razoável de conservação, posicionada de forma adequada e funcional, mas com falhas mais notáveis de regulamentação ou falta de advertência/informação do espaço ou tráfego cicloviário, sem gerar grandes riscos.	1 (Suficiente)
A sinalização vertical está em péssimo estado de conservação, posicionada de forma inadequada e pouco funcional, mas com falhas graves de regulamentação ou falta de advertência/informação do espaço ou tráfego cicloviário, gerando maiores riscos.	0 (Insuficiente)

Método: Verificar a existência de sinalização vertical ao longo do espaço ciclável. Observar áreas que não possuem sinalização e a sua necessidade. Atentar-se para as condições de manutenção e posicionamento da sinalização. Para tanto, observar a sua conservação, coerência de advertência/informação e orientação. A partir da análise, adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: ¹ Considerar a presença e qualidade de sinalização, como: placas ou totens de regulamentação (preferência de passagem, parada, velocidade máxima), circulação (exclusiva para ciclistas, trânsito compartilhado), estacionamento de bicicletas, sinais de advertência, informação (educativa, destinos, serviços). Atentar-se para locais estratégicos como o início e fim de cicloestruturas e interseções. Para interseções semaforizadas, verificar a existência de indicações luminosas destinadas ao ciclista.

**Indicador:****Configuração das FAIXAS DE TRÁFEGO****Categoria:****SINALIZAÇÃO****Unidade de análise:****(C, S)**

Problema: Qual o número de faixas de tráfego veicular? A via apresenta uma escala espacial adequada para um deslocamento seguro de ciclistas?

Critérios de avaliação:**Pontuação:**1 faixa¹ de tráfego**3 (Ótimo)**

2 faixas de tráfego

2 (Bom)

3 faixas de tráfego

1 (Suficiente)

Acima de 3 faixas de tráfego

0 (Insuficiente)

Método: Verificar o número de faixas de tráfego veicular motorizado, adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: ¹ Para este índice, considerou-se a configuração de tráfego como equivalente ao número de faixas presente no leito viário do sentido de fluxo cicloviário (para segmentos compartilhados) ou no sentido da posição da cicloestrutura (para ciclovias em canteiro central, deve-se escolher o leito viário com maior número de faixas. Quando não houver canteiro central para vias de duplo sentido, considerar o número de faixas total, e não apenas de 1 sentido de fluxo. De modo geral, deve-se desconsiderar para a soma, as faixas de estacionamento/acostamento.



Indicador:
ESTACIONAMENTO adjacente

Categoria:
SINALIZAÇÃO

Unidade de análise:
(I)

Problema: A via ciclável adjacente à interseção possui vaga de estacionamento para automóvel na rua, prejudicando a visibilidade, atenção ou gerando possíveis situações de risco nas proximidades da travessia?

Critérios de avaliação:

Pontuação:

Não possui estacionamento adjacente.

3 (Ótimo)

Possui estacionamento adjacente, mas com vaga paralela (0°)² e faixa de proteção adequadas.

2 (Bom)

Possui estacionamento adjacente, mas com vaga paralela (0°) ou faixa de proteção um pouco inadequada.

1 (Suficiente)


Possui estacionamento adjacente, mas com vaga angular (30°, 45°, 60° ou 90°), sem qualquer ou inadequada faixa de proteção.

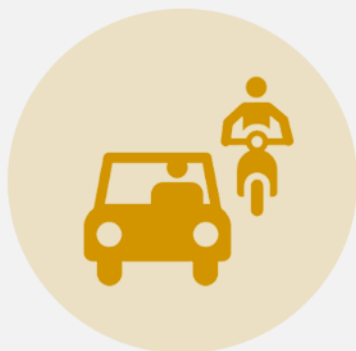
0 (Insuficiente)

Método: Verificar a presença de estacionamento e faixa de proteção, sua posição e dimensões (quando necessário). Adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: ¹ Considerar a vaga de estacionamento tanto no leito carroçável, quanto na calçada ou reentrância (quando estiver diretamente ligada ao meio-fio da rua e faixa de tráfego). Considerar a faixa no sentido de fluxo cicloviário em análise (tanto nas proximidades de acesso, quanto de saída da interseção). Desconsiderar acessos de garagem às edificações ou vagas internas aos lotes. No caso de estacionamento junto à cicloestruturas, observar a existência de espaço de proteção (mín. 0,80m, contando com a linha da cicloestrutura). ² Largura mínima vaga paralela ao meio-fio (2,25m x 5,50m).



		<p>Indicador: VELOCIDADE de veículos motorizados</p> <p>Categoria: TRÁFEGO</p> <p>Unidade de análise: (I, C, S)</p>
<p>Problema: O limite de velocidade máxima de veículos motorizados é favorável para um trânsito seguro de ciclistas na via? Possui medidas de moderação da velocidade de tráfego motorizado?</p>		
Critérios de avaliação:		Pontuação:
A via possui limite de velocidade abaixo de 40km/h, medida(s) de moderação de tráfego ¹ , além disso, possui cicloestrutura.		3 (Ótimo)
A via possui limite de velocidade abaixo de 40km/h e medida(s) de moderação de tráfego ¹ , mas não possui cicloestrutura. Ou limite de 40km/h e medida(s) de moderação de tráfego, além disso, possui cicloestrutura (ciclofaixa ou ciclovia) segundo hierarquia viária ² .		2 (Bom)
A via possui limite de velocidade de 40km/h e medida(s) de moderação de tráfego, mas não possui cicloestrutura. Ou limite maior que 40km/h até 50km/h e medida(s) de moderação de tráfego, além de cicloestrutura (ciclofaixa ou ciclovia). Ou acima de 50km/h, medida(s) de moderação de tráfego e adequação à cicloestrutura (ciclovia) segundo hierarquia viária.		1 (Suficiente)
A via possui limite de velocidade acima de 40km/h, sem medida(s) de moderação de tráfego e inexistência ou inadequação à cicloestruturas segundo hierarquia viária.		0 (Insuficiente)
<p>Método: Verificar o limite de velocidade da via, a existência de medidas de moderação de tráfego e a adequação de cicloestruturas quanto à hierarquia viária. Adotar critérios e atribuir pontuação.</p> <p>Observações: ¹ As medidas de moderação de tráfego podem se dar através de sinalização para acalmamento de velocidade e educação no trânsito, radar eletrônico, entre outras medidas de infraestrutura ou configuração viária, como faixas elevadas, estreitamento da via, sonorizador de piso, traçado da via etc.</p> <p>² Adequação de cicloestruturas segundo hierarquia viária (CONTRAN, 2022): (I) via arterial acima de 50km/h, considerar ciclovia; (II) via arterial/coletora de 50km/h a 40km/h, considerar ciclovia ou ciclofaixa; (III) via local abaixo de 40km/h, considerar ciclovia ou ciclofaixa ou ciclorrota.</p>		



Indicador:
VOLUME de veículos motorizados

Categoria:
TRÁFEGO

Unidade de análise:
(I, C, S)

Problema: Qual o volume de veículos motorizados da via? O fluxo existente é moderado para um tráfego mais seguro de bicicletas?

Critérios de avaliação:

Pontuação:

Fluxo motorizado total menor que 300 veículos/hora de pico/seção ¹.

3 (Ótimo)

Fluxo motorizado total entre 300 e 450 veículos/hora de pico/seção.

2 (Bom)

Fluxo motorizado total entre 450 e 600 veículos/hora de pico/seção.

1 (Suficiente)

Fluxo motorizado total maior que 600 veículos/hora de pico/seção.

0 (Insuficiente)

Método: Verificar o volume de veículos motorizados e o número de seções viárias de fluxo veicular, adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: ¹ Deve-se considerar todos os tipos de veículos motorizados (carro, moto, ônibus, caminhão etc.). A hora considerada é a hora de pico, obtida a partir de contagem em 1 ou mais dias úteis da semana. Deve-se observar o volume de veículos para as principais horas de fluxo do dia, buscando a melhor representatividade de acordo com o local avaliado (horário com maior volume). Além disso, considerar para os critérios de avaliação o valor correspondente ao total de veículos da hora de pico dividido pelo número de seções de fluxo veicular ou acessos veiculares (no caso de interseções). Para segmentos viários com canteiro central, considerar cada leito viário como uma seção. O valor de referência 600 veículos/h é o limite segundo o qual recomenda-se a segregação cicloviária (BRASIL, 2007).

Dica: o volume analisado através de dados obtidos por contagem em uma interseção pode ser utilizado para a análise de cicloestruturas e segmentos compartilhados, a partir da divisão ou ramificação da contagem, de acordo com a via em questão.



Indicador:
Volume de VEÍCULOS PESADOS

Categoria:
TRÁFEGO

Unidade de análise:
(I, S)

Problema: Qual o percentual de veículos pesados da via? A via comporta um percentual moderado para um tráfego mais seguro de bicicletas?

CrITÉRIOS de avaliação:	Pontuação:
Percentual de veículos pesados menor que 2,5%	3 (Ótimo)
Percentual de veículos pesados entre 2,5% e 5%	2 (Bom)
Percentual de veículos pesados entre 5,1% e 10%	1 (Suficiente)
Percentual de veículos pesados maior que 10%	0 (Insuficiente)

Método: Verificar o percentual do volume de veículos pesados da via a partir do total do volume médio de fluxo motorizado (veículos/hora de pico), adotar critérios e atribuir pontuação. O valor de referência 10% é o limite segundo o qual recomenda-se a segregação cicloviária (BRASIL, 2007).

Observações: ¹ Considera-se como veículos pesados: caminhões, ônibus, vans, automóveis de grande porte etc.



Indicador:
Volume de CICLISTAS

Categoria:
TRÁFEGO

Unidade de análise:
(I, C, S)

Problema: Qual é o volume de ciclistas da via? O fluxo existente apresenta-se de modo influente no percentual de viagens de bicicleta na cidade, contribuindo para o aumento da atratividade ciclística, notoriedade e, conseqüentemente, maior segurança e benefícios associados?

Crítérios de avaliação:	Pontuação:
O fluxo de bicicletas total (ambos sentidos) é maior que: 175 bici./h ¹ (para interseções) ou 87 bici./h (para cicloestruturas e segmentos).	3 (Ótimo)
O fluxo de bicicletas total (ambos sentidos) está entre: 141 a 175 bici./h (para interseções) ou 71 a 87 bici./h (para cicloestruturas e segmentos).	2 (Bom)
O fluxo de bicicletas total (ambos sentidos) está entre: 105 a 140 bici./h (para interseções) ou 53 a 70 bici./h (para cicloestruturas e segmentos).	1 (Suficiente)
O fluxo de bicicletas total (ambos sentidos) é menor que: 105 bici./h (para interseções) ou 53 bici./h (para cicloestruturas e segmentos).	0 (Insuficiente)

Método: Verificar o volume de bicicletas da via, adotar critérios e atribuir pontuação.

Observações: ¹ A hora considerada é a média da hora de pico, obtida a partir de 1 ou mais dias úteis da semana, buscando a melhor representatividade de acordo com o local. Este trabalho utilizou uma estimativa baseada no volume de viagens de bicicleta diário da cidade de João Pessoa-PB (3% da divisão modal). Desse modo, obteve-se como valor padrão a média de 140 bici./h como limite máximo suficiente (deslocamentos de bicicleta por hora de pico). Assim, deve-se estimar (via regra de 3, por exemplo) a média para cada cidade com base no seu respectivo percentual modal e converter os valores dos critérios de avaliação, contando com 25% acima e abaixo da média. Por exemplo, para uma cidade com 4% de viagens diárias de bicicleta, na divisão modal, a pontuação seria avaliada a partir de uma média de 186 bici./h, onde teríamos pontuação de: (0) para menor que 140 bici./h; (1) para 140 – 186 bici./h etc.

De modo análogo ao indicador de volume motorizado: pode-se considerar os dados de fluxo baseado em 1 ponto de localização (para interseções) ou mais pontos, obtendo-se uma média (para cicloestruturas e segmentos compartilhados). Para interseções considerar a média de fluxo, a partir da contagem para cada via cruzada (no caso de rotatórias, considerar 1 via como o conjunto contínuo de 1 acesso e 1 saída de fluxo). O volume analisado de uma interseção pode ser utilizado para cicloestruturas e segmentos compartilhados, a partir da divisão ou ramificação da contagem, de acordo com a via em questão.

**APÊNDICE J - RESUMO DA COLETA DE DADOS PARA INDICADORES DO QUALICICLOS.**

QUALICICLOS		INDICADORES					
SUBÍNDICES (UNIDADES DE ANÁLISE)	PRESENÇA DE CICLOESTRUTURA	LARGURA (média) (m)	VOLUME CICLISTAS (média) (hora pico)	VOLUME MOTORIZADO (média) (hora pico)	VELOCIDADE MOTORIZADA (limite km/h)	VEÍCULOS PESADOS (%)	
Nº	SEGMENTOS						
S01	R. Emp. João R. A.	-	2,8	53	5234	50	7,49
S02	R. Luiz Alves C.	-	3,03	27	1099	40	7,39
S03	R. José A. de Lira	-	3,73	20	475	40	5,79
S04	R. Bancário W. A.	-	3,05	20	475	50	5,79
S05	R. Diógenes C.	-	2,95	49	NS	50	7,40
S06	Via exp. Padre Zé	-	3,27	40	3607	50	5,81
S07	R. João Freire	-	2,83	24	1603	50	9,55
S08	R. Tabelião E. Eloy	-	3,23	19	557	40	4,54
S09	Av. Dr. Apolônio N.	ciclofaixa	2,78	81	1758	50	4,10
S10	R. Tito Silva	ciclofaixa	3,02	35	2173	50	8,25
S11	Av. José Liberato	-	2,8	9	424	50	11,70
S12	Av. Dom Pedro II	-	3,04	37	4137	50	6,15
S13	Av. Rui Barbosa	-	2,7	54	2660	40	3,99
S14	Av. Min. José A. A.	ciclovía	3,03	124	3184	50	4,41
Nº	CICLOESTRUTURAS						
C01	Tancredo neves	ciclovía	0,00	88	NS	50	-
C02	Beira rio	ciclovía	2,54	86	3184	50	-
C03	Orla	ciclovía	2,77	112	NS	50	-
C04	Altiplano	ciclovía	2,60	43	NS	40	-
C05	Hilton Souto (J. A.)	ciclovía	2,50	67	NS	40	-
C06	Bessa	ciclofaixa	2,18	47	NS	40	-
C07	Manaíra	ciclofaixa	2,15	68	NS	40	-
C08	Centro	ciclofaixa	2,40	40	NS	40	-
C09	Hilton Souto (M.)	ciclofaixa	2,70	112	NS	50	-
C10	Mangabeira	ciclofaixa	2,00	117	NS	40	-
C11	Cidade Verde	ciclofaixa	2,13	65	NS	40	-
C12	Valentina	ciclofaixa	2,17	110	NS	40	-
C13	Castelo Branco	ciclofaixa	2,08	54	1758	50	-
C14	Miramar	ciclofaixa	1,99	20	2173	50	-
Nº	INTERSEÇÕES						
I01	Bancários	-	2,8	61	6602	50	7,61%
I02	UFPB	-	3,27	96	9347	50	6,87%
I03	Castelo Branco	ciclofaixa	2,78	109	4033	50	4,56%
I04	Miramar	ciclofaixa	3,02	40	2597	50	9,08
I05	Beira rio	ciclovía	3,03	173	5843	50	4,47%

Nota: NS – Nível de Serviço, obtido através de PMJP (2020).



ANEXOS

ANEXO 01 - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA PARA O PROJETO DE PESQUISA DA TESE DE DIOGO GOMES PEREIRA BATISTA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS EM INTERSEÇÕES: MODELAGEM E AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE ADEQUABILIDADE CICLOVIÁRIA SOB A PERCEPÇÃO DE CICLISTAS

Pesquisador: DIOGO GOMES PEREIRA BATISTA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55758722.7.0000.5188

Instituição Proponente: Centro De Ciências da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.376.102

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um protocolo de pesquisa egresso do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, do CENTRO DE TECNOLOGIA, da UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, do aluno Diogo Gomes Pereira Batista, sob orientação da Prof^ª. Dra. Angelina Dias Leão Costa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O presente projeto apresenta coerência científica, mostrando relevância para a academia, haja vista a ampliação do conhecimento, onde se busca, principalmente, desenvolver um modelo de avaliação de segurança cicloviária em interseções considerando a percepção de ciclistas sob indicadores físicoambientais de tráfego.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os Termos de Apresentação Obrigatória, foram anexados tempestivamente.

Endereço: Prédio da Reitoria da UFPB - 1º Andar

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br



CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

TENDO EM VISTA O CUMPRIMENTO DAS PENDÊNCIAS ELENCADAS NO PARECER ANTERIOR E A NÃO OBSERVÂNCIA DE NENHUM IMPEDIMENTO ÉTICO, SOMOS DE PARECER FAVORÁVEL A EXECUÇÃO DO PRESENTE PROJETO, DA FORMA COMO SE APRESENTA, SALVO MELHOR JUÍZO.

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa. Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOAO PESSOA, 28 de Abril de 2022

Assinado por:

Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador(a))

Endereço: Prédio da Reitoria da UFPB - 1º Andar

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br



ANEXO 02 - MAPA COM IDENTIFICAÇÃO DE BAIRROS DA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB.

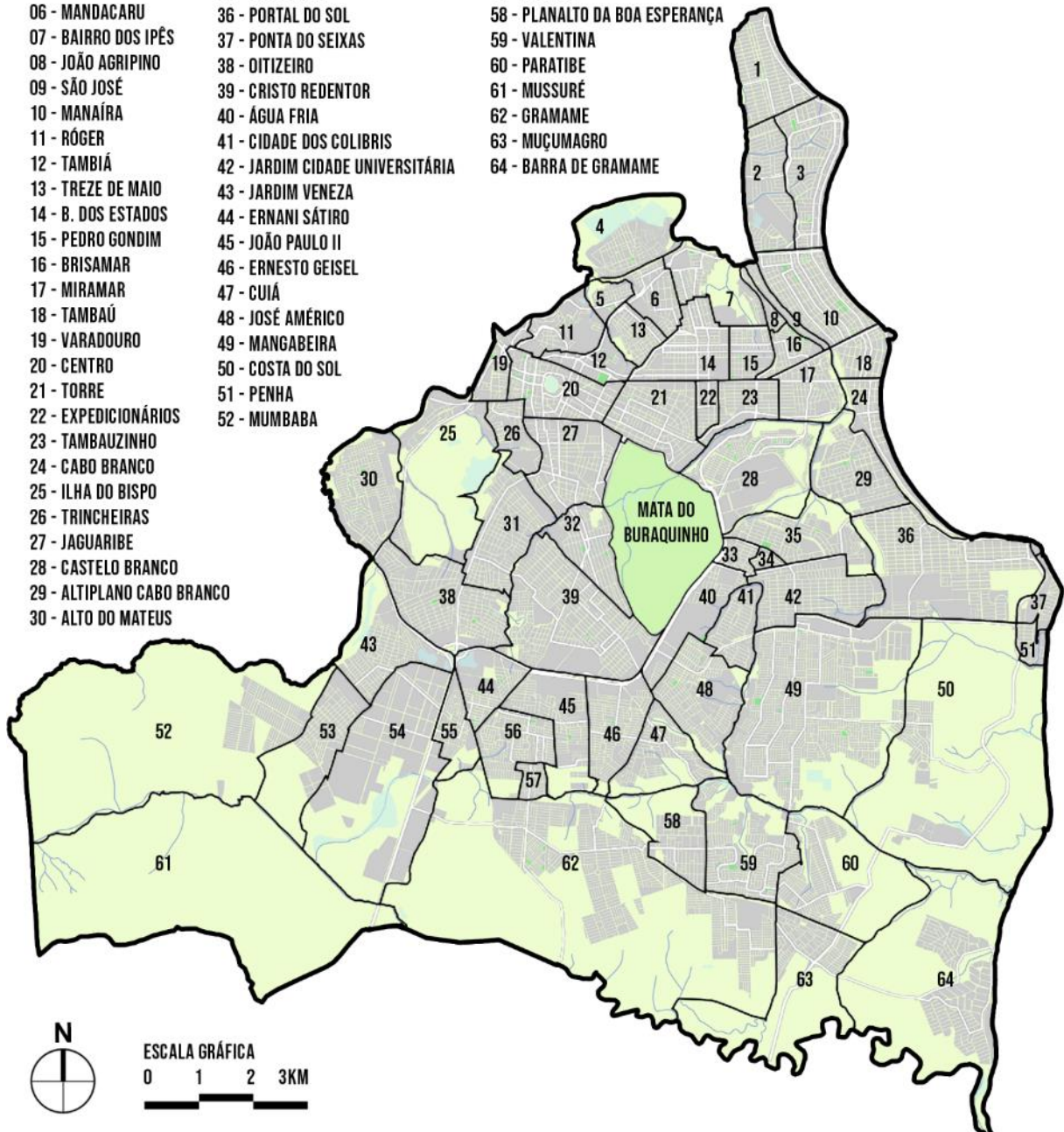
LEGENDA:

▭ LIMITE DO BAIRRO

01 - BESSA
02 - AEROCLUBE
03 - JARDIM OCEANIA
04 - ALTO DO CÉU
05 - PADRE ZÉ
06 - MANDACARU
07 - BAIRRO DOS IPÊS
08 - JOÃO AGRIPINO
09 - SÃO JOSÉ
10 - MANAÍRA
11 - RÓGER
12 - TAMBÁ
13 - TREZE DE MAIO
14 - B. DOS ESTADOS
15 - PEDRO GONDIM
16 - BRISAMAR
17 - MIRAMAR
18 - TAMBAÚ
19 - VARADOURO
20 - CENTRO
21 - TORRE
22 - EXPEDICIONÁRIOS
23 - TAMBAUZINHO
24 - CABO BRANCO
25 - ILHA DO BISPO
26 - TRINCHEIRAS
27 - JAGUARIBE
28 - CASTELO BRANCO
29 - ALTIPLANO CABO BRANCO
30 - ALTO DO MATEUS

31 - CRUZ DAS ARMAS
32 - VARJÃO
33 - JARDIM SÃO PAULO
34 - ANATÓLIA
35 - BANCÁRIOS
36 - PORTAL DO SOL
37 - PONTA DO SEIXAS
38 - DITIZEIRO
39 - CRISTO REDENTOR
40 - ÁGUA FRIA
41 - CIDADE DOS COLIBRIS
42 - JARDIM CIDADE UNIVERSITÁRIA
43 - JARDIM VENEZA
44 - ERNANI SÁTIRO
45 - JOÃO PAULO II
46 - ERNESTO GEISEL
47 - CUIÁ
48 - JOSÉ AMÉRICO
49 - MANGABEIRA
50 - COSTA DO SOL
51 - PENHA
52 - MUMBABA

53 - BAIRRO DAS INDÚSTRIAS
54 - DISTRITO INDUSTRIAL
55 - COSTA E SILVA
56 - FUNCIONÁRIOS
57 - GROTÃO
58 - PLANALTO DA BOA ESPERANÇA
59 - VALENTINA
60 - PARATIBE
61 - MUSSURÉ
62 - GRAMAME
63 - MUÇUMAGRO
64 - BARRA DE GRAMAME



Fonte: BATISTA (2019).