

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Herberto Alancardeque Prado Xavier Neto

**ÍNDICE DE CICLABILIDADE NO PLANEJAMENTO DE
INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA: MENSURAÇÃO NO
CENTRO HISTÓRICO DE PORTO ALEGRE**

Porto Alegre
Fevereiro de 2024

HERBERTO ALAN CARDEQUE PRADO XAVIER NETO

**ÍNDICE DE CICLABILIDADE NO PLANEJAMENTO DE
INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA: MENSURAÇÃO NO
CENTRO HISTÓRICO DE PORTO ALEGRE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Ana Margarita Larrañaga

Porto Alegre
Fevereiro de 2024

HERBERTO ALANCARDEQUE PRADO XAVIER NETO

**ÍNDICE DE CICLABILIDADE NO PLANEJAMENTO DE
INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA: MENSURAÇÃO NO
CENTRO HISTÓRICO DE PORTO ALEGRE**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, fevereiro de 2024

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Ana Margarita Larrañaga (UFRGS)
Eng. Civil
Orientador/a

Ms. Marcelle Ribeiro (UFRGS)
Eng. Civil

Ms. Giovana Fachini (UFRGS)
Eng. Civil

Dedico este trabalho àqueles que são os pilares da minha jornada e a inspiração por trás de cada conquista: à minha parceira de vida, aos meus pais e familiares, aos meus amigos, aos meus colegas e professores que fizeram parte do desafio para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora orientadora deste trabalho, Dr.^a Ana Margarita Larrañaga, pela orientação, pelo apoio, pelas instruções e pelos valiosos *insights* trocados ao longo de sua construção; mas principalmente pela parceria ao longo desta jornada.

Agradeço à colega Marcelle pelas trocas constantes, apoio e colaboração nas definições aqui tomadas.

Agradeço aos membros da banca pela dedicação à avaliação deste trabalho.

Agradeço também à minha família, aos amigos e colegas de curso e de trabalho, expressando minha profunda gratidão pelo constante incentivo, pela troca de experiências, debates construtivos e apoio mútuo durante este período. Suas contribuições foram valiosas para o enriquecimento das discussões e para o aprimoramento deste trabalho. Agradeço-vos especialmente, também, pela compreensão em relação ao tempo que eventualmente não consegui dedicar a mais a cada uma das relações ao longo desta etapa de vida.

O atrativo do conhecimento seria pequeno se no caminho
que a ele conduz não houvesse que vencer tanto pudor.

Friedrich Nietzsche

RESUMO

A Política Nacional de Mobilidade Urbana estabeleceu, como diretriz, a priorização dos modos de transporte não motorizados sobre os motorizados. A prática idealizada pela referida política vai ao encontro da percepção de que o modal ciclovitário é consideravelmente menos poluente e mais sustentável. É recomendado que o planejamento da infraestrutura cicloviária seja realizado após conhecer a finalidade do uso do espaço ciclovitário, mapear a demanda ciclística existente, mapear a demanda ciclística potencial, e conhecer as características das viagens e dos problemas vivenciados nos deslocamentos e trajetos. Nesse sentido, a Ciclabilidade entra como um indicador do potencial de escolha pelos usuários de cada segmento viário para ser pedalado, existindo já alguns métodos propostos internacionalmente para sua mensuração. A maioria dos estudos que trataram da Ciclabilidade foi realizada no mundo desenvolvido, levando em consideração aspectos mais valorados por suas culturas. Até 2020, em um levantamento realizado, constatou-se que apenas 3 artigos haviam sido publicados na América Latina ou na Oceania e nenhum na África, corroborando a lacuna existente em seu estudo para o Sul Global. Desta forma, o presente trabalho apresenta a formulação de um método de construção de Índice de Ciclabilidade, construído a partir da percepção do usuário, e realiza sua aplicação para mensuração nas vias do Centro Histórico da cidade de Porto Alegre, englobando etapas de revisão bibliográfica, metodologia empregada, diagnóstico das condições atuais e estimativa dos índices. Os resultados do processo demonstraram uma representação adequada das condições de ciclabilidade do bairro, evidenciando diferentes características valorizadas pelos usuários conforme sua frequência de uso da bicicleta e conforme o objetivo de sua viagem. Por fim, após contextualizar o leitor quanto à metodologia proposta para priorização de investimentos em infraestrutura cicloviária, baseada em um Modelo de Demanda Direta associado ao Índice de Ciclabilidade, são sugeridos aspectos para pesquisa futura que visam contribuir para uma maior precisão na estimativa dos índices.

Palavras-chave: Bikeability. Ciclabilidade. Mobilidade. Infraestrutura. Ciclovia.
Planejamento. Índice de Ciclabilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição percentual das viagens por modo de transporte	17
Figura 2 – Viagens anuais por modo de transporte e porte do município	18
Figura 3 – Divisão modal dos deslocamentos em comparação com as viagens por modo agregado	19
Figura 4 – Fatores e componentes relevantes avaliados na revisão literária	21
Figura 5 – Lista de fatores e componentes considerados	24
Figura 6 – Segmentos avaliados na área de estudo e seus respectivos códigos de identificação	33
Figura 7 – Mapa do sistema viário do Centro Histórico e de seu entorno imediato	35
Figura 8 – Mapa hipsométrico do Centro Histórico e de seu entorno imediato	36
Figura 9 – Mapa de ciclabilidade para viagens a lazer realizadas por ciclistas frequentes	37
Figura 10 – Mapa de ciclabilidade para viagens a trabalho realizadas por ciclistas frequentes	38
Figura 11 – Mapa de ciclabilidade para viagens a compras realizadas por ciclistas frequentes.....	39
Figura 12 – Mapa de ciclabilidade para viagens a lazer realizadas por ciclistas pouco frequentes	40
Figura 13 – Mapa de ciclabilidade para viagens a trabalho realizadas por ciclistas pouco frequentes	41
Figura 14 – Mapa de ciclabilidade para viagens a compras realizadas por ciclistas pouco frequentes	42
Figura 15 - Percentual de segmentos por faixa de ciclabilidade	44
Figura 16 - Rua Siqueira Campos	46
Figura 17 - Avenida Mauá (segmento entre a Estação Rodoviária e o início da ciclofaixa)	46
Figura 18 - Avenida Mauá (trecho com ciclofaixa)	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Importância relativa a cada fator	28
Tabela 2 – Importância das componentes observáveis dentro dos fatores não-observáveis por objetivo de viagem em ciclistas frequentes	29
Tabela 3 – Importância das componentes observáveis dentro dos fatores não-observáveis por objetivo de viagem em ciclistas pouco frequentes	30
Tabela 4 – Método de avaliação de componentes observáveis, relacionando critérios e valores atribuídos	31
Tabela 5 - Caracterização do segmento 34 - Rua Siqueira Campos	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	16
2.1 OBJETIVOS DA PESQUISA	16
2.2 DELIMITAÇÕES	16
2.3 LIMITAÇÕES	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 MOBILIDADE ATIVA E A BICICLETA	17
3.2 FORMAS DE MEDIR A CICLABILIDADE	19
3.3 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS ESTUDOS SOBRE CICLABILIDADE....	20
3.4 FATORES E COMPONENTES PARA MEDIR A CICLABILIDADE	21
3.5 O NOVO ÍNDICE DE CICLABILIDADE CONSTRUÍDO PARA O SUL GLOBAL	22
4 METODOLOGIA	23
4.1 CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE DE CICLABILIDADE	23
4.1.1 Seleção de fatores e componentes relacionados ao comportamento de pedalar	23
4.1.2 Estimativa dos pesos dos fatores e componentes selecionados	27
4.2 COLETA DE DADOS E ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE CICLABILIDADE	30
4.2.1 Critérios de avaliação e coleta de dados	31
4.2.2 Estimativa do índice de ciclabilidade	34
5 ESTUDO DE CASO, RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 ESTUDO DE CASO	35
5.2 MAPAS DE CICLABILIDADE POR TIPO DE CICLISTA	37
5.2.1 Ciclistas frequentes	37
5.2.2 Ciclistas pouco frequentes	40
5.3 ANÁLISE DE RESULTADOS	43
5.4 FERRAMENTA DE PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA	47
6 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A	54

1 INTRODUÇÃO

O trânsito em condições seguras é um direito de todos, nos termos da lei 9.503/1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997). Cabe, portanto, aos gestores da mobilidade a adoção de medidas a fim de garantir esse direito, bem como atender aos princípios e diretrizes estabelecidos na Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012). Esta, por sua vez, estabeleceu a priorização dos modos de transporte não motorizados sobre os motorizados como diretriz. A prática idealizada pela referida política vai ao encontro da percepção de que o modal ciclovitário é consideravelmente menos poluente e mais sustentável. E, como incentivo à prática do uso da bicicleta como meio de transporte diário, uma vez que o transporte motorizado é responsável por grande parte dos poluentes do ar emitidos, destacam-se cinco benefícios do uso da bicicleta: (i) a emissão zero de CO₂, (ii) mobilidade urbana eficiente, (iii) condicionamento físico e mental, (iv) saúde pública, e (v) experimentação da cidade em outro nível de percepção. Devido à ampla gama de benefícios aos indivíduos e à comunidade como um todo, a administração pública, em diferentes partes do mundo, tem promovido iniciativas e políticas a fim de incentivar o uso da bicicleta (BUEHLER; DILL, 2016).

Em matéria publicada pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Rio de Janeiro, citando estudo realizado pela plataforma *Strava* (com mais de 95 milhões de utilizadores), houve maior procura por este modo de transporte (ciclovitário) após o início da pandemia causada pelo coronavírus (CAU/RJ, 2022). O estudo avaliou os números de sete municípios brasileiros, dentre os quais encontra-se Porto Alegre/RS, com um aumento relatado da ordem de 24%. Os dados apontados são harmoniosos com outros levantamentos, tal como o realizado pela *WebMotors AutoInsights*, citado pelo BikeItaú (operador de bicicletas compartilhadas em diversas grandes cidades do Brasil e da América Latina), de que em 2020 houve um crescimento das vendas de bicicletas da ordem de 50% na média nacional em relação a 2019 (BIKE ITAÚ, 2022). Neste sentido, Schwedhelm et al. (2020) apontam potenciais benefícios do investimento em infraestrutura ciclovitária: (i) melhor acessibilidade para bicicletas pode ajudar na recuperação econômica após a Covid-19, (ii) a bicicleta pode melhorar a saúde pública e a

qualidade de vida, e (iii) infraestrutura cicloviária pode ajudar as cidades a se tornarem mais resilientes para choques futuros.

A cidade em análise, Porto Alegre/RS, conta com uma rede cicloviária em consolidação – atualmente são cerca de 77 quilômetros de ciclovias e ciclofaixas implantados. A primeira iniciativa porto-alegrense de organizar sua malha cicloviária se deu em 1981, quando a então Secretaria do Planejamento Municipal elaborou o primeiro Programa para Implantação de Rede Cicloviária – que não foi implementado. A rede teria sido “determinada atendendo-se aos condicionantes impostos pela topografia e pelas disponibilidades existentes na rede viária do município. A rede teria uma extensão aproximada de 162 quilômetros” (PORTO ALEGRE, 2008). Outras iniciativas se sucederam até que, em 2008, foi elaborado o atual Plano Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre, com alocação de cerca de 495 quilômetros de ciclovias e ciclofaixas – que se debruçou sobre os dados disponíveis sobre viagens realizadas na cidade, mas também introduziu pesquisas com ciclistas em diferentes pontos da cidade. O plano vigente, no entanto, além de estabelecer-se sobre estudos de demanda, utilizou-se especialmente do conceito de “vias cicláveis” definido no item 1.3.3 daquele como uma via que tem potencial de ser usada por ciclistas. As três características principais que definem a ciclabilidade de uma via são: a) Relevo; b) Condições do pavimento; c) Tráfego. Das três condições, a primeira é a que apresenta a menor possibilidade de modificação pelo planejador (PORTO ALEGRE, 2008).

Segundo Arellana et al. (2020a), observa-se um crescimento no interesse de pesquisar a natureza e os determinantes das viagens realizadas por bicicleta, primeiramente considerando aspectos do ambiente construído, tais como o desenho urbano, padrões de uso do solo, o sistema de transporte disponível e sua qualidade, bem como padrões de atividades humanas dentro do ambiente físico. Buehler e Pucher (2012) afirmavam que as viagens realizadas por bicicletas estão positivamente correlacionadas com os esses atributos – tais como infraestrutura cicloviária, segurança viária, conforto e atratividade, densidade de emprego e uso misto do solo.

Diversas métricas têm sido propostas a fim de avaliar os atributos do ambiente construído a partir de uma perspectiva do ciclista. Essas métricas se dividem entre as do tipo: (i) Nível de Serviço para Bicicletas (BLOS – *Bicycle Level of Service*) e; (ii) Índice de Ciclabilidade (BI – *Bikeability Index*). Entretanto, segundo Arellana et al. (2020a), apesar da existência de diversas métricas propostas na literatura técnica, estas raramente são levadas em consideração nos processos de planejamento da infraestrutura cicloviária, já que, em algumas cidades, o processo

decisório tende a ser formado por planejadores (técnicos), políticos eleitos e cidadãos. No entanto, em cidades do Sul Global (termo que pode referir-se ao conjunto de países em desenvolvimento, ainda que alguns deles estejam de fato no hemisfério Norte), especialmente cidades médias e pequenas, têm-se que esse é um padrão estabelecido no processo de planejamento – que em geral tende a ser fraco. É nesse sentido que a metodologia proposta por Molino (2017) pode fortalecer os processos de tomada de decisão mediante o desenvolvimento de uma ferramenta que possa prever a demanda de viagens por bicicletas com base na influência de tais atributos do ambiente construído.

Sabendo que, especialmente no Sul Global, as percepções dos usuários com relação às condições da infraestrutura viária e do ambiente construído podem impactar as decisões de viagem das pessoas por modais de transporte ativo – viagens a pé ou de bicicleta (LARRAÑAGA, 2016), a metodologia proposta por Molino (2017) constrói um modelo de Índice de Ciclabilidade baseado na percepção de usuários de uma cidade latino-americana em relação a um grande número de atributos da infraestrutura viária e sobre outros fatores que possam influenciar na escolha de modos de transporte não motorizados. Com esses índices, a metodologia permite avaliar a infraestrutura existente quanto à facilidade de deslocamento que ela oferece aos ciclistas e, a partir dos índices, em associação a contagens e pesquisas de origem-destino na localidade, estimar a demanda prevista para um determinado segmento viário – permitindo simular como a rede viária se comporta quando determinadas alterações e investimentos são realizados e, assim, auxiliar no processo de tomada de decisões de investimento em infraestrutura cicloviária.

Desta forma, este trabalho se propõe a estimar os Índices de Ciclabilidade dos segmentos viários do bairro Centro Histórico na cidade de Porto Alegre/RS, com base nos aspectos do ambiente construído e outros fatores, por através da aplicação do método de construção de Índice de Ciclabilidade proposto por Molino (2017). Também se realiza uma breve revisão bibliográfica sobre o tema, trazendo informações atualizadas e relevantes, e contextualizando a metodologia abordada. Os resultados obtidos são avaliados e comentados, e sugestões para a evolução do estudo são tecidas.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

2.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

O presente trabalho tem como objetivo principal a estimativa dos Índices de Ciclabilidade (*Bikeability Index* – “BI”) para o sistema viário de parte do Centro Histórico. Realiza-se uma revisão bibliográfica sobre o tema, a fim de obter informações atuais, fundamentadas e relevantes ao estudo em tela, analisando criticamente os resultados obtidos.

2.2 DELIMITAÇÕES

O estudo delimita-se à área do bairro Centro Histórico, na cidade de Porto Alegre, um bairro com cerca de 40 mil habitantes que também funciona como coração econômico e financeiro da cidade. O estudo se atém às características do método proposto por Molino (2017) no tocante à estimativa dos Índices de Ciclabilidade (BI) com base na avaliação do ambiente construído e outros fatores.

2.3 LIMITAÇÕES

Dado o dinamismo do ambiente urbano de uma metrópole em constante transformação, os parâmetros são representativos do momento observado. Salienta-se que a metodologia foi desenvolvida para englobar, também, aspectos operacionais do sistema viário que estão diretamente ligados à alocação de tráfego à malha existente, o que só seria possível através da obtenção de dados atualizados de uma pesquisa origem-destino. Ademais, detalhes matemáticos envolvidos na formulação dos índices não são abordados de maneira aprofundada, já que este trabalho desenvolve uma aplicação de metodologia consolidada e testada. Ainda, os pesos utilizados são aqueles obtidos por entrevistas com usuários na cidade de Barranquilla (Colômbia); ao passo que a avaliação dos parâmetros conta com relativa subjetividade do avaliador em função de percepções pessoais e condição socioeconômica.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

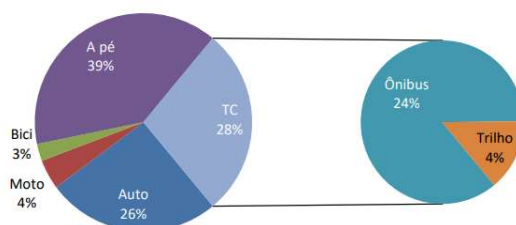
Com o objetivo de trazer informações atualizadas e relevantes à pesquisa sobre o tema, esta revisão bibliográfica busca construir a contextualização necessária para a compreensão da ferramenta de avaliação da ciclabilidade.

3.1 MOBILIDADE ATIVA E A BICICLETA

A mobilidade baseada no transporte individual por carros vem apresentando sinais de esgotamento ano após ano. Reflexos históricos do maior incentivo dado ao transporte motorizado individual podem ser percebidos em características tais como a maior dotação de espaço viário cedida a esse modal, algumas restrições impostas ao trânsito de pedestres e ciclistas presentes no Código de Trânsito Brasileiro e os próprios incentivos fiscais fornecidos à indústria automobilística nacional (SILVA, 2020). A Política Nacional de Mobilidade Urbana, instituída pela lei 12.587/2012 em uma abordagem ainda incipiente a nível nacional, propõe a alteração das prioridades no trânsito, determinando a priorização dos transportes não motorizados (“mobilidade ativa”) sobre os motorizados por ocasião do planejamento e da gestão do trânsito das cidades.

O relatório do Sistema de Informações de Mobilidade da Associação Nacional de Transportes Públicos de 2018 (ANTP, 2018) revela que as viagens realizadas por meios de mobilidade ativa (a pé ou bicicleta), como meio principal de deslocamento, já representavam – a nível nacional – 42% do total de viagens antes mesmo do período de pandemia, conforme Figura 1.

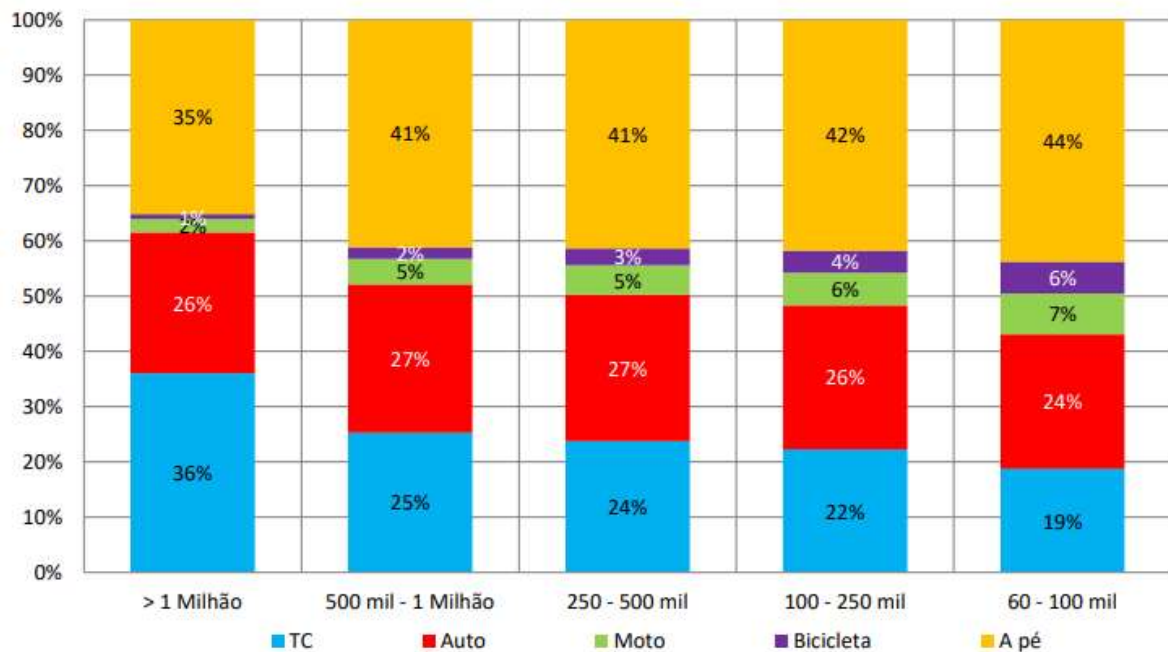
Figura 1 - Distribuição percentual das viagens por modo de transporte



Fonte: ANTP, 2018.

Verifica-se, na Figura 2, significativa variação da divisão modal conforme o porte dos municípios, não tanto pelo uso do automóvel, mas principalmente pelo decréscimo na prevalência de viagens realizadas por transporte público (36% em cidades com mais de 1 milhão de habitantes contra 19% em cidades com população entre 60 e 100 mil habitantes), o acréscimo das viagens realizadas por moto (2% em cidades com mais de 1 milhão de habitantes contra 7% naquelas entre 60 e 100 mil habitantes), bicicleta (1% em cidades com mais de 1 milhão de habitantes contra 6% naquelas entre 60 e 100 mil habitantes), e a pé (35% em cidades com mais de 1 milhão de habitantes contra 44% naquelas entre 60 e 100 mil habitantes).

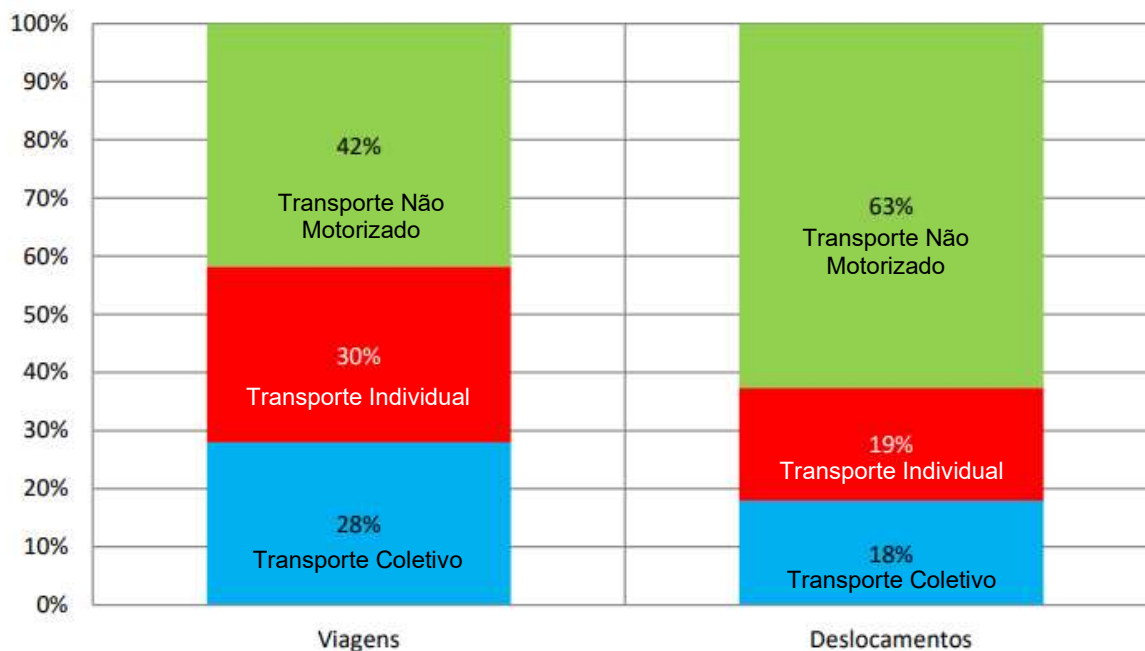
Figura 2 - Viagens anuais por modo de transporte e porte do município



Fonte: ANTP, 2018.

Outra análise também é trazida pelo relatório, no sentido de fragmentar as viagens totais, que consideram apenas o meio de transporte principal, em deslocamentos que consideram os trechos percorridos pelas pessoas individualmente. Esses dados foram estimados considerando que todas as viagens por transporte público também incluem dois deslocamentos a pé, como ilustrado na Figura 03.

Figura 3 - Divisão modal dos deslocamentos em comparação com as viagens por modo agregado



Fonte: ANTP, 2018.

Nesse sentido, percebe-se a prevalência de participação dos modos de transportes não motorizados no total de deslocamentos realizados pelas pessoas nos diferentes contextos. Destaca-se que a medida apresentada na Figura 3 pela ANTP se trata de estimativa e que todos os dados foram levantados antes do período de pandemia. Dadas as observações pontuadas pelo CAU/RJ (2020) e por Bike Itau (2020), o setor aguarda conclusões formalizadas em pesquisas realizadas após o período crítico de pandemia a fim de mensurar os impactos definitivos de tais mudanças comportamentais oriundas daquele período.

3.2 FORMAS DE MEDIR A CICLABILIDADE

Uma rede viária ciclável pode incluir passeios e calçadas compartilhados, ciclofaixas, ciclovias e ciclo-rotas (que incluem ruas compartilhadas) guardando características de funcionalidade que devem ser aplicadas conforme as características e necessidades de cada local. Estudo realizado na cidade de Porto Alegre, por Larrañaga et al. (2016), concluiu que as características do ambiente construído influenciam nas decisões de as pessoas realizarem viagens ativamente.

Nesse contexto, diferentes formas de medir o potencial ciclável dos segmentos viários vêm sendo propostos. Segundo Molino (2017), a avaliação da acessibilidade por bicicletas – que

serve para medir as áreas com maior ou menor impedância para conduzir uma bicicleta, os métodos se dividem principalmente entre dois grandes grupos que contemplam quase 72% dos estudos sobre o tema: (i) os do tipo Nível de Serviço para Bicicletas (BLOS – *Bicycle Level of Service*); e (ii) os do tipo Índice de Ciclabibilidade (BI – *Bikeability Index*).

Ao passo que os métodos do tipo Nível de Serviço para Bicicletas (BLOS) avaliam o nível de satisfação de um indivíduo com relação a um segmento viário em relação ao conforto, segurança pessoal, segurança viária e conveniência percebidos por ciclistas em relação ao tráfego motorizado ao percorrer determinado segmento, os do tipo Índice de Ciclabibilidade (BI) avaliam uma rede cicloviária inteira em termos de capacidade, conforto percebido e conveniência para acessar determinados destinos. Todas essas métricas consideram diversos atributos do ambiente construído para descrever a qualidade e a segurança cicloviárias, variando em termos de dados utilizados, métodos, ferramentas, unidades de análise, escalas de análise, variáveis e objetivos (ARELLANA et al., 2020a).

3.3 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS ESTUDOS SOBRE CICLABILIDADE

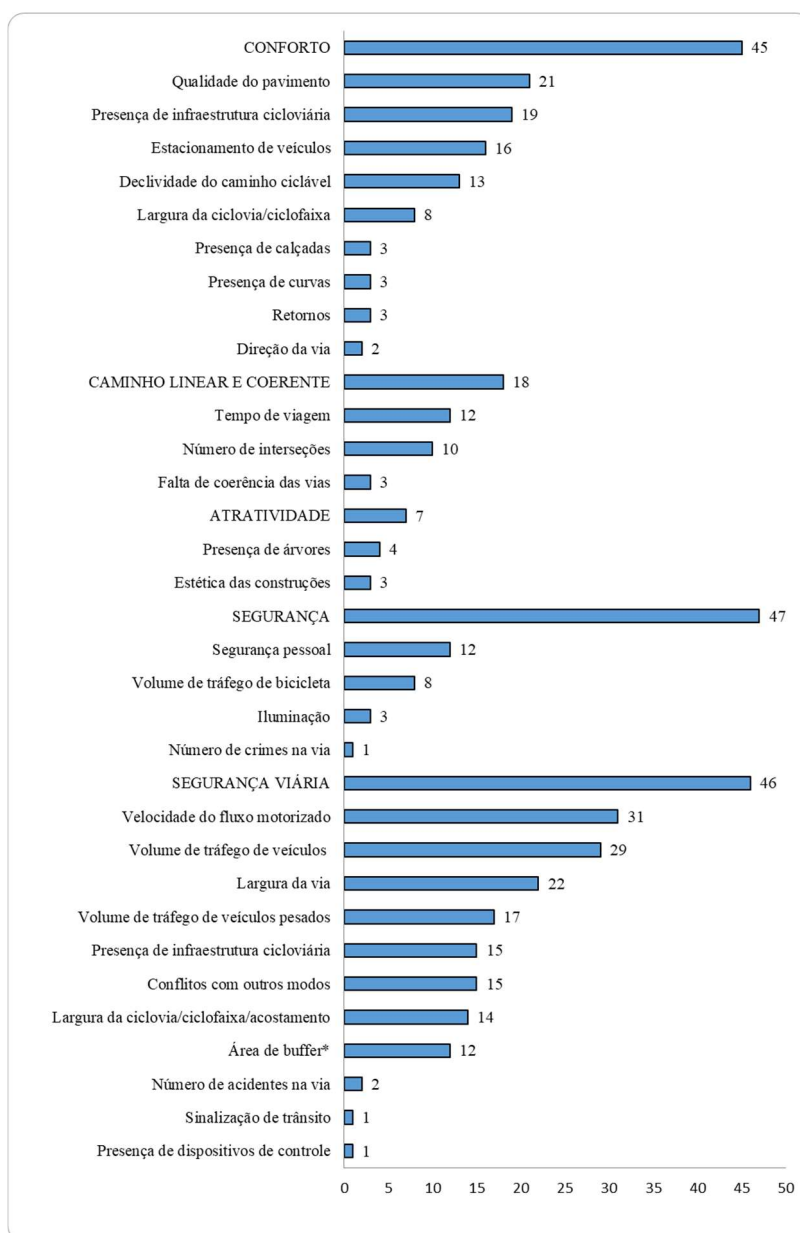
Arellana et. al (2020a) analisaram artigos que tratavam sobre o tema ao redor do mundo, e destacaram a importância que o tema de pesquisa tem recebido no Norte Global, onde 79,2% dos estudos publicados foram realizados em países desenvolvidos do Norte Global; sendo que 56,6% desses estudos foram desenvolvidos na América do Norte, 22,6% na Ásia e 15,1% na Europa. Apenas 3 artigos foram produzidos na América Latina ou na Oceania, enquanto nenhum artigo foi produzido na África, revelando que o tema ainda não tem recebido a mesma importância no Sul Global.

Em razão disso, Arellana et al. (2020a, p. 312) destacaram que “o Sul Global tem suas especificidades, tais como questões de segurança, tráfego misto, invasão de calçadas e processos de planejamento global pobres”. A partir dessa constatação, os autores propõem uma metodologia para a criação de um Índice de Ciclabibilidade, construída de forma a levar em consideração as diferentes opiniões dos usuários em sua formulação. Eles pontuaram a importância de construir um índice cujos fatores, componentes e pesos relativos à importância de cada aspecto observado fossem baseados na percepção de usuários latino-americanos.

3.4 FATORES E COMPONENTES PARA MEDIR A CICLABILIDADE

Medidas de Ciclabilidade são usualmente tomadas considerando-se fatores tais como: conforto, linearidade, coerência, atratividade e segurança (BACH, 2006). Arellana et al. (2020a) promoveram uma revisão literária de 53 diferentes estudos sobre Ciclabilidade, apresentando a frequência de aparecimento, em cada estudo, dos fatores e de seus componentes associados. A frequência observada desses fatores e componentes encontram-se resumidas na Figura 4.

Figura 4 - Fatores e componentes relevantes avaliados na revisão literária



Fonte: Adaptado de Arellana et al., 2020a.

Arellana et al. (2020a) assim descrevem os fatores analisados:

Conforto: Refere-se à redução do esforço físico derivado do uso de bicicleta em rede adequada. Os ciclistas reduzem esforço físico quando a rede cicloviária minimiza impactos negativos associados a desvios, declives, qualidade do pavimento ou obstáculos. (...)

Linearidade: Este fator refere-se à minimização do tempo e da distância de viagem, seguindo o caminho mais curto entre origem e destino, contornando junções ou interrupções. Uma rede cicloviária adequada deve fornecer rotas diretas e evitar que os ciclistas tenham que fazer desvios.

Coerência: Este fator está intimamente relacionado ao fator de linearidade. (...) Os componentes usados para descrever a franqueza e a coerência são o tempo de viagem (relacionado à conectividade), o número ou distância dos cruzamentos e falta de coerência nas estradas. (...)

Atratividade: Está relacionada aos aspectos visuais e estéticos do ambiente construído. A paisagem, a limpeza, a qualidade de edifícios e mobiliário urbano são exemplos deste fator. (...)

Segurança: Este fator está relacionado a conflitos com ciclistas e transporte motorizado. Sua análise pode ser dividida em segurança viária e segurança pública.

3.5 O NOVO ÍNDICE DE CICLABILIDADE CONSTRUÍDO PARA O SUL GLOBAL

Observa-se que os fatores utilizados para medir a ciclabilidade são diversos e que dependem do contexto em que estão inseridos. Apesar de que a revisão citada tenha constatado que 88,7% dos estudos incluíram aspectos relacionados à segurança, eles se concentram na temática segurança viária, já que apenas 22,3% dos estudos incluíram aspectos relacionados à segurança pública, algo que Arellana et al. (2020b) já havia constatado ser uma questão relevante para a construção de um Índice de Caminhabilidade para o Sul Global. Assim, entende-se que o aspecto também é relevante na construção e mensuração da ciclabilidade para a região.

Dado que existem poucos estudos sobre ciclabilidade no Sul Global e que as importâncias percebidas pelos usuários de diferentes regiões do mundo em relação a um mesmo fator podem diferir em função das condições socioeconômicas, destacam-se algumas razões pelas quais a criação de um Índice de Ciclabilidade para a região faz-se necessária: a disponibilidade de dados e estatísticas na região é consideravelmente menor do que a do mundo desenvolvido, as vias da região possuem em sua vasta maioria tráfego misto – até mesmo com pedestres frequentemente desrespeitando ciclovias e ciclofaixas (ARELLANA et al., 2020a).

4 METODOLOGIA

O presente trabalho está baseado na metodologia desenvolvida e proposta por Molino (2017) e por Arellana et al. (2020a) para a estimativa dos Índices de Ciclabilidade.

4.1 CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE DE CICLABILIDADE

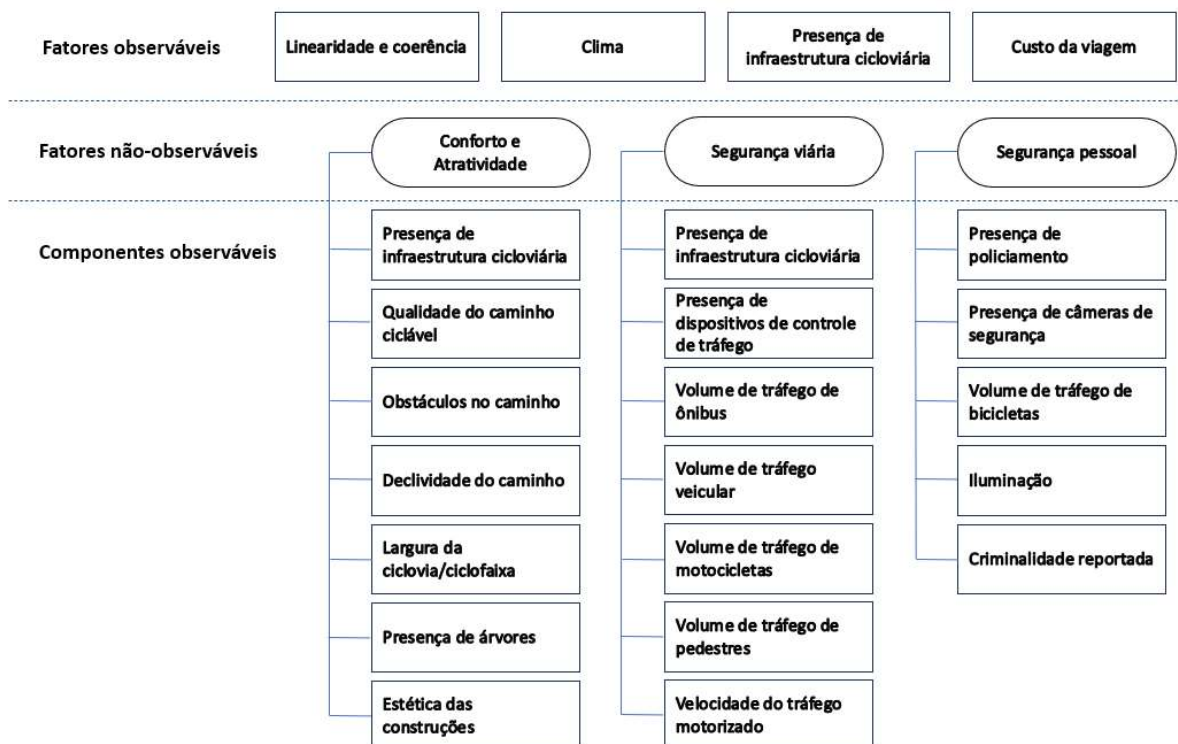
Esta etapa da metodologia proposta pelos autores consistiu em responder às seguintes questões:

(i) Como selecionar os fatores e componentes relacionados ao comportamento de deslocar-se de bicicleta? (ii) Como estimar o peso (importância) de cada fator e componente? e (iii) Como estimar os índices de ciclabilidade utilizando os pesos estimados?

4.1.1 Seleção de fatores e componentes relacionados ao comportamento de pedalar

Os fatores e componentes selecionados no presente trabalho são os mesmos propostos por Molino (2017) e Arellana et al. (2020a), a fim de reproduzir a metodologia empregada de forma fiel. Tais fatores foram selecionados pelos autores após extensão revisão bibliográfica, discussão com especialistas da área e pesquisas com grupos de controle. Os fatores selecionados podem ser divididos entre fatores observáveis e fatores não-observáveis, sendo estes uma construção que representam conceitos teóricos abstratos ou fenômenos tais como atitudes, padrões de comportamento, cognição, experiências sociais e emoções que não podem ser observadas ou medidas diretamente (ARELLANA et al., 2020a). Desta forma, os fatores não-observáveis são medidos através de um conjunto de componentes observáveis. Os fatores selecionados foram sete: (i) linearidade e coerência; (ii) conforto e atratividade; (iii) segurança viária; (iv) segurança pessoal; (v) clima; (vi) presença de infraestrutura cicloviária; e (vii) custo da viagem. Os fatores e componentes selecionados estão demonstrados na Figura 5.

Figura 5 - Lista de fatores e componentes considerados



Fonte: Adaptado de Arellana et al., 2020a.

Os fatores e componentes selecionados serão individualmente definidos a fim de melhor esclarecer sua relevância.

- (i) **Linearidade e coerência:** Uma rede cicloviária adequada deve fornecer rotas diretas e evitar que os ciclistas tenham que fazer desvios. Este fator observável não está sendo considerado no presente estudo, já que ele representa características de escolha do usuário frente ao sistema, o que necessitaria de uma modelagem de alocação de tráfego baseada em uma pesquisa origem-destino mais recente (ainda não publicada na cidade de Porto Alegre e incompatível com o período de realização deste trabalho).
- (ii) **Conforto e atratividade:** Refere-se à redução do esforço físico derivado do uso de bicicleta em rede que minimiza impactos negativos associados a desvios, declives, qualidade do pavimento ou obstáculos. Relaciona, também, aspectos visuais e estéticos do ambiente construído. Trata-se de fator não-observável composto pelos seguintes componentes observáveis:

- Presença de infraestrutura cicloviária: variável binária (sim/não; 1/0) correspondente à existência ou não de ciclovia ou ciclofaixa.
 - Qualidade do pavimento ciclável: analisada através da presença ou não de buracos, rachaduras e outros defeitos, observada visualmente.
 - Obstáculos no caminho: variável avaliada quanto à presença de obstáculos físicos, tais como postes ou tendas comerciais sobre o caminho ciclável, bem como a existência de áreas de estacionamento quando inexistir infraestrutura cicloviária específica, observada visualmente.
 - Declividade do caminho: grau de inclinação da via, comparada com o padrão de acessibilidade definido pela ABNT 9050/2015, avaliada em SIG.
 - Largura da ciclovia/ciclofaixa: as medidas são comparadas com os padrões mínimos estabelecidos pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito para ciclovias/ciclofaixas de um sentido ou de dois sentidos, medida no Google Earth Pro.
 - Presença de árvores: intensidade da presença de árvores nas calçadas, contadas apenas caso não sejam obstáculos à faixa de circulação, avaliada visualmente.
 - Estética das construções: a visibilidade é agradável se as edificações se encontram bem mantidas (sem manchas, bem pintadas, sem depreciação). Avaliação subjetiva, dada ausência de critérios mais precisos, avaliada visualmente.
- (iii) Segurança viária: fator não-observável relacionado aos potenciais conflitos existentes entre o fluxo de bicicletas e o fluxo motorizado. Suas componentes observáveis são:
- Presença de infraestrutura cicloviária: variável binária (sim/não; 1/0) correspondente à existência ou não de ciclovia ou ciclofaixa.

- Presença de dispositivos de controle de tráfego: avalia a presença de semáforos, lombadas e controladores de velocidade, avaliada visualmente.
 - Volume de tráfego de ônibus: medida da frequência de passagem de ônibus na via, foi dividida em faixas conforme a quantidade de linhas existentes nos segmentos, devido à ausência de contagens ou de um modelo de alocação de tráfego completo e avaliada conforme linhas passantes pelo *app Cittamobi*.
 - Volume de tráfego veicular: avaliação do fluxo baseado em avaliação visual, devido à ausência de contagens ou de um modelo de alocação de tráfego completo.
 - Volume de tráfego de motocicletas: avaliação do fluxo de motocicletas realizada visualmente, devido à ausência de contagens ou de um modelo de alocação de tráfego completo.
 - Volume de tráfego de pedestres: avaliação do fluxo de pedestres visualmente, devido à ausência de contagens ou de um modelo de alocação de tráfego completo.
 - Velocidade do tráfego motorizado: velocidade do fluxo veicular baseada na velocidade permitida nos segmentos, compatibilizadas pelas verificadas em horário fora de pico via *app Waze*, conforme proposto por Dossin (2023).
- (iv) Segurança pessoal: fator não-observável que descreve elementos que contribuem para que o ciclista se sinta mais seguro frente a roubos e outros crimes quando pedala por uma via. Encontra-se dividido nas seguintes componentes observáveis:
- Presença de policiamento: representa a presença habitual ou não de forças de segurança no segmento, avaliada visualmente.
 - Presença de câmeras de segurança: representa a existência ou não de câmeras de segurança como mecanismo de vigilância em um segmento, avaliada visualmente.
 - Volume de tráfego de bicicletas: avaliação do fluxo de ciclistas visualmente, devido à ausência de contagens ou de um modelo de alocação de tráfego

completo. Considera-se que a maior presença de ciclistas num segmento constitui uma vigilância natural do ambiente.

- Iluminação: avaliação da existência de iluminação pública noturna ou não, avaliada visualmente.
 - Criminalidade reportada: avaliação considerando histórico de crimes reportados na mídia para o segmento, avaliada pelo Raio-X da Violência, do jornal local Zero Hora.
- (v) Clima: este fator pode influenciar na decisão de pedalar ou não em uma cidade, já que é utilizado como motivo para não utilizar a bicicleta em determinadas horas do dia. Consistindo de um único bairro de uma cidade, o clima é praticamente constante, motivo pelo qual este fator foi considerado constante.
- (vi) Presença de infraestrutura cicloviária: variável binária (sim/não; 1/0) correspondente à existência ou não de ciclovia ou ciclofaixa.
- (vii) Custo da viagem: em que pese as viagens de bicicleta não necessariamente representarem um custo financeiro direto, este foi tomado dentro do índice pelo conceito tradicional em transportes de correlacionar custo com o tempo de viagem, assim a medida avaliou o tempo necessário para percorrer determinado segmento a uma velocidade média de 20 km/h.

4.1.2 Estimativa dos pesos dos fatores e componentes selecionados

Tal como na seleção dos fatores e componentes, esta etapa da construção do Índice de Ciclabilidade adotará os mesmos valores encontrados por Molino (2017) e Arellana et al. (2020a), baseados em pesquisas de percepção realizadas com usuários da cidade de Barranquilla, na Colômbia. A importância (peso) dada por uma determinada comunidade a cada fator e a cada componente conforme suas percepções pessoais é crucial na correta definição da ciclabilidade, já que as percepções e escolhas de rota mudam com base nessa valoração local. O presente estudo adotou valores que foram pesquisados em Barranquilla, uma cidade de porte e características socioeconômicas semelhantes às de Porto Alegre.

A pesquisa realizada buscou registrar características pessoais dos usuários, características socioeconômicas, padrões de uso da bicicleta e, por fim, uma pesquisa de percepção ranqueada que incluía duas seções: na primeira, os ciclistas ranquearam os fatores de acordo com a sua preferência para pedalar; na segunda, os ciclistas ranquearam os componentes observáveis dentro de cada fator não-observável. Essa pesquisa permitiu captar as heterogeneidades de preferências de forma a computar os pesos relativos de cada fator e componentes relacionados com o comportamento de pedalar.

Os resultados obtidos por Arellana et al. (2020a) foram analisados por meio de um Modelo *Logit Multinomial* que permitiu a inclusão das heterogeneidades de preferência por tipo de ciclista, já que a percepção quanto aos atributos do ambiente (fatores e componentes) são heterogêneos entre os ciclistas e diferem de acordo com o objetivo das viagens (por exemplo, a trabalho, a lazer/esporte ou a compras), com a frequência de uso da bicicleta (ciclistas frequentes x ciclistas pouco frequentes) e pelas características socioeconômicas dos ciclistas. Os pesos obtidos para cada fator são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Importância relativa a cada fator

FATOR	PESOS - CICLISTAS FREQUENTES			PESOS - CICLISTAS POUCO FREQUENTES			
	LAZER	TRABALHO	COMPRAS	LAZER	TRABALHO	COMPRAS	
OBSERV	Linearidade e coerência	0,099	0,139	0,156	0,109	0,164	0,175
	Presença de infraestrutura cicloviária	0,230	0,114	0,070	0,253	0,134	0,078
	Clima	0,146	0,150	0,168	0,161	0,177	0,188
	Custo da viagem	0,037	0,092	0,042	0,040	0,044	0,047
NÃO-OBS	Conforto e Atratividade	0,153	0,158	0,177	0,125	0,138	0,147
	Segurança viária	0,159	0,163	0,183	0,175	0,192	0,205
	Segurança pessoal	0,178	0,183	0,205	0,137	0,151	0,160

Fonte: Adaptado de Arellana et al., 2020a.

Observa-se a valorização dada por ciclistas frequentes em suas viagens a trabalho ou compras, ao fator “segurança pública”. Já os ciclistas pouco frequentes tendem a valorizar mais os aspectos relacionados à segurança viária. Nota-se, também, que a presença de infraestrutura cicloviária por si só é mais valorizada por ciclistas em viagens a lazer do que por aqueles que pedalam por outros objetivos. A atribuição de pesos às componentes observáveis dos fatores não-observáveis encontram-se na Tabela 2 (ciclistas frequentes) e na Tabela 3 (ciclistas pouco frequentes).Dentre as componentes, destacam-se as valorizações dadas por todos os ciclistas. São eles: à presença de infraestrutura cicloviária, à qualidade do pavimento, à presença de dispositivos de controle de tráfego, à presença de policiamento e de iluminação pública, e também à presença de outros ciclistas no segmento.

Tabela 2 - Importância das componentes observáveis dentro dos fatores não-observáveis por objetivo de viagem em ciclistas frequentes

FATOR	COMPONENTE	PESOS - CICLISTAS FREQUENTES		
		LAZER	TRABALHO	COMPRAS
Conforto e Atratividade	Presença de infraestrutura cicloviária	0,216	0,145	0,145
	Qualidade do pavimento do caminho ciclável	0,296	0,357	0,357
	Obstáculos no caminho	0,164	0,198	0,198
	Declividade	0,078	0,095	0,095
	Largura da ciclovia/faixa	0,173	0,117	0,117
	Presença de árvores	0,048	0,058	0,058
	Estética das construções	0,024	0,029	0,029
Segurança viária	Presença de infraestrutura cicloviária	0,168	0,168	0,168
	Presença de dispositivos de controle de tráfego	0,18	0,18	0,18
	Volume de tráfego de ônibus	0,172	0,172	0,172
	Volume de tráfego veicular	0,172	0,172	0,172
	Volume de tráfego de motocicletas	0,151	0,151	0,151
	Volume de tráfego de pedestres	0,043	0,043	0,043
	Velocidade do tráfego motorizado	0,114	0,114	0,114
Segurança pessoal	Presença de policiamento	0,343	0,343	0,343
	Câmeras de segurança à vista	0,156	0,156	0,156
	Volume de tráfego de bicicletas	0,19	0,19	0,19
	Iluminação	0,252	0,252	0,252
	Histórico de criminalidade	0,059	0,059	0,059

Fonte: Adaptado de Arellana et al., 2020a.

Como se apresentam nas Tabelas 2 e 3, a presença de infraestrutura cicloviária detém uma importância significativa para praticamente todos os casos avaliados, já que ademais de constituir fator observável por si só, influenciando na decisão de pedalar por um determinado trecho, sua presença também está relacionada a outros aspectos subjetivos, tais como o conforto e a atratividade de um determinado trecho, bem como a percepção de segurança viária. A presença de infraestrutura cicloviária, tomados os pesos respectivos dentro de cada fator, representa de 16,1% (ciclistas frequentes em viagens a compras) até 33,2% (ciclistas pouco frequentes em viagens a lazer) dos respectivos valores de Índice de Ciclabilidade, conforme a pesquisa realizada em Barranquilla (MOLINO, 2017). Destaca-se, também entre os ciclistas frequentes, maior preferência por essa característica quando as viagens se dão a lazer.

Tabela 3 - Importância das componentes observáveis dentro dos fatores não-observáveis por objetivo de viagem em ciclistas pouco frequentes

FATOR	COMPONENTE	PESOS - CICLISTAS POUCO FREQUENTES		
		LAZER	TRABALHO	COMPRAS
Conforto e Atratividade	Presença de infraestrutura cicloviária	0,216	0,145	0,145
	Qualidade do pavimento do caminho ciclável	0,296	0,357	0,357
	Obstáculos no caminho	0,164	0,198	0,198
	Declividade	0,078	0,095	0,095
	Largura da ciclovia/faixa	0,173	0,117	0,177
	Presença de árvores	0,048	0,058	0,058
	Estética das construções	0,024	0,029	0,029
Segurança viária	Presença de infraestrutura cicloviária	0,221	0,221	0,221
	Presença de dispositivos de controle de tráfego	0,238	0,238	0,238
	Volume de tráfego de ônibus	0,143	0,143	0,143
	Volume de tráfego veicular	0,143	0,143	0,143
	Volume de tráfego de motocicletas	0,125	0,125	0,125
	Volume de tráfego de pedestres	0,036	0,036	0,036
	Velocidade do tráfego motorizado	0,094	0,094	0,094
Segurança pessoal	Presença de policiamento	0,343	0,343	0,343
	Câmeras de segurança à vista	0,156	0,156	0,156
	Volume de tráfego de bicicletas	0,19	0,19	0,19
	Iluminação	0,252	0,252	0,252
	Histórico de criminalidade	0,059	0,059	0,059

Fonte: Adaptado de Arellana et al., 2020a.

4.2 COLETA DE DADOS E ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE CICLABILIDADE

A fim de estimar o Índice de Ciclabilidade para cada segmento viário do Centro Histórico, faz-se necessário revisar e definir as métricas quantitativas que serão utilizadas para avaliação das componentes observáveis que caracterizam os fatores não-observáveis. A representação das vias a serem diagnosticadas foi realizada em Sistema de Informações Geográficas (SIG). A partir do levantamento efetuado em cada segmento viário do bairro, é estimado o respectivo Índice de Ciclabilidade baseado nos critérios estabelecidos e, assim, tem-se um diagnóstico representativo das condições de ciclabilidade de cada trecho com base no ambiente construído e nas percepções valoradas pelos usuários conforme o tipo de ciclista e o objetivo de cada viagem.

4.2.1 Critérios de avaliação e coleta de dados

A estratificação dos valores a serem atribuídos a cada componente observável de um fator não-observável visa determinar as condições apresentadas por aquela componente, relacionando-as quanto a quão positivas tais características são para fins de ciclabilidade de um segmento. Todos os valores variam de 0 a 1, sendo 0 sempre a representação da condição que menos contribui para a ciclabilidade e 1 a representação da condição que melhor contribui para a ciclabilidade. O método de avaliação de cada componente está apresentado na Tabela 4. Onde se lê “GSV”, trata-se de avaliação realizada pela ferramenta *Google Street View* no *Google Earth Pro*.

Tabela 4 - Método de avaliação de componentes observáveis, relacionando critérios e valores atribuídos

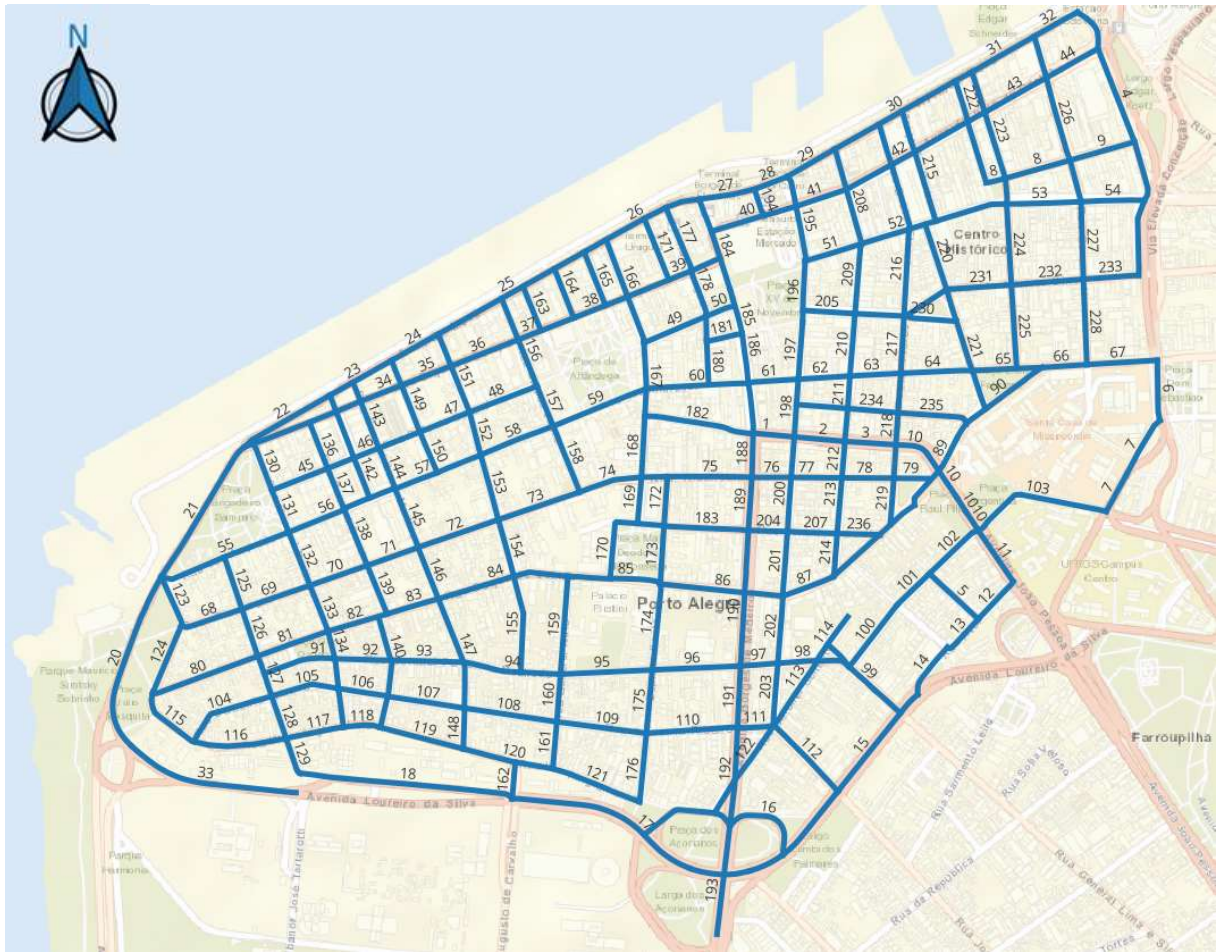
FATOR	COMPONENTE	VARIÁVEL	VALOR ATRIBUÍDO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO
Conforto e Atratividade	Presença de infraestrutura cicloviária	Ciclovía/faixa presente	1	GSV
		Ciclovía/faixa ausente	0	
	Qualidade do pavimento do caminho ciclável	Boas condições	1	GSV
		Pelo menos uma faixa em boas condições	0,5	
		Más condições	0	
	Obstáculos no caminho	Pouca obstrução	1	GSV
		Média obstrução	0,5	
		Alta obstrução	0	
	Declividade	Abaixo de 8,33%	1	QGIS (Fonte: EPTC)
		Acima de 8,33%	0	
	Largura da ciclovía/faixa	L \geq 1,5m (sentido único) L \geq 2,5m (sentido duplo)	1	GSV / AutoCAD
		L < 1,5m (sentido único) L < 2,5m (sentido duplo)	0	
Presença de árvores	Árvores/m \geq 0,02	1	GSV / AutoCAD	
	0,01 \leq Árvores/m < 0,02	0,5		
	Árvores/m < 0,01	0		
Estética das construções	Muito boa	1	Avaliação visual	
	Boa	0,8		
	Média	0,6		
	Razoável	0,4		
	Ruim	0,2		
	Muito ruim	0		

FATOR	COMPONENTE	VARIÁVEL	VALOR ATRIBUÍDO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO
Segurança viária	Presença de infraestrutura cicloviária	Ciclovía/faixa presente	1	GSV
		Ciclovía/faixa ausente	0	
	Presença de dispositivos de controle de tráfego	Presente	1	GSV
		Ausente	0	
	Volume de tráfego de ônibus	Fluxo segregado ou nº linhas < 10	1	Cittamobi
		$10 \leq \text{n}^\circ \text{ de linhas} < 30$	0,5	
		$\text{n}^\circ \text{ de linhas} > 30$	0	
	Volume de tráfego veicular	Muito baixo	1	Avaliação visual
		Baixo	0,75	
		Moderado	0,5	
Alto		0,25		
Volume de tráfego de motocicletas	Muito alto	0	Avaliação visual	
	Baixo	1		
	Moderado	0,5		
Volume de tráfego de pedestres	Alto	0	Avaliação visual	
	Intenso	1		
	Adequado	0,8		
	Médio	0,6		
	Baixo	0,4		
Velocidade do tráfego motorizado	Inadequado	0,2	Plano Diretor compatibilizado com velocidades médias no Waze	
	$V \leq 8 \text{ km/h}$	1		
	$8 \text{ km/h} < V \leq 16 \text{ km/h}$	0,8		
	$16 \text{ km/h} < V \leq 24 \text{ km/h}$	0,6		
	$24 \text{ km/h} < V \leq 32 \text{ km/h}$	0,4		
	$32 \text{ km/h} < V \leq 48 \text{ km/h}$	0,2		
Policiamento à vista	$V > 48 \text{ km/h}$	0	Avaliação visual	
	Presente	1		
Câmeras de segurança à vista	Ausente	0	Avaliação visual	
	Presente	1		
Iluminação	Ausente	0	Avaliação visual	
	Presente	1		
Segurança pessoal	Movimentação de bicicletas	Adequada	1	Avaliação visual
		Média	0,5	
		Baixa	0	
Histórico de criminalidade	Ausente	1	Notícias veiculadas nos meios de comunicação	
	Presente	0		

Fonte: elaborado pelo autor.

A representação das vias a serem diagnosticadas foi realizada em Sistema de Informações Geográficas (SIG), segmentando as vias por quarteirões que eventualmente foram agrupados em razão de continuidade e similaridade de suas características, conforme proposto por Dossin (2023) quando da avaliação da caminhabilidade da região. Os segmentos analisados da área de estudo estão representados no mapa constante da Figura 6.

Figura 6 - Segmentos avaliados na área de estudo e seus respectivos códigos de identificação



Fonte: Adaptado de Dossin, 2023.

Os segmentos apresentados na Figura 6 foram avaliados ao longo de novembro e dezembro, pelo autor, conforme os critérios estabelecidos para os fatores observáveis e para as componentes não-observáveis de fatores observáveis, gerando um banco de dados contendo os parâmetros padronizados de 0 a 1, para cada um desses fatores e componentes, associados à respectiva codificação dos segmentos. Esse banco de dados constitui a caracterização do ambiente construído baseada nos parâmetros estabelecidos.

4.2.2 Estimativa do índice de ciclabilidade

A estimativa do Índice de Ciclabilidade de cada segmento varia conforme o tipo de ciclista (frequente ou pouco frequente) e conforme o objetivo da viagem (lazer/esporte, trabalho ou compras). Para isso, ao banco de dados contendo os parâmetros padronizados da caracterização do ambiente construído resultado do item 4.2.1, são aplicados os pesos dos fatores observáveis e não-observáveis, bem como das componentes observáveis destes, conforme tabelas de pesos 1, 2 e 3 apresentadas. Desta forma, o Índice de Ciclabilidade é construído a partir da equação (1) proposta por Arellana et al. (2020a):

$$BI_{lq} = \sum_{n \in N} P_{nq}^* C_{nl} + \sum_{m \in M} P_{mq}^* \sum_{c \in C_m} P_{cmq}^* C_{cml} \quad (1)$$

Onde os conjuntos representam:

N – Fatores observáveis, indexados por n

M – Fatores não-observáveis, indexados por m

C_m – Componentes associados com o fator não-observável m , indexados por c

Os pesos estão representados por:

P_{nq}^* - Peso do fator observável n para o tipo de ciclista q

P_{mq}^* - Peso do fator não-observável m para o tipo de ciclista q

P_{cmq}^* - Peso da componente c associada ao fator não-observável m para o tipo de ciclista q

E os parâmetros (dados) coletados estão representados por:

C_{nl} – Variável medida para o fator observável n correspondente ao segmento viário l

C_{cml} – Variável medida para a componente c , relativa ao fator não-observável m correspondente ao segmento viário l

Assim, a equação representa uma função aditiva que incorpora as percepções individuais relativas aos fatores e componentes, considerando as características de vias do Sul Global e as preferências e percepções por tipo de ciclista (ARELLANA et al., 2020a).

5 ESTUDO DE CASO, RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Índices de Ciclabilidade de cada segmento, obtidos por meio da aplicação da equação 1 ao banco de dados codificado, foram georreferenciados e representados graficamente através de mapas gerados por tipo de ciclista. Os valores finais dos parâmetros e dos índices obtidos para cada segmento podem ser verificados no Apêndice A.

5.1 ESTUDO DE CASO

Os resultados obtidos para cada tipo de ciclista, conforme o objetivo da viagem realizada, representam o quanto os usuários valorizam, de forma diferenciada para diferentes momentos e objetivos de seu deslocamento, determinadas características físicas e operacionais do ambiente; percepção essa que muda à medida que determinado usuário esteja mais ou menos acostumado a realizar seus deslocamentos com o uso da bicicleta. Na Figura 7, ilustra-se o sistema viário do Centro Histórico e de seu entorno imediato, a fim de situar o leitor acerca da existência de infraestrutura cicloviária na região.

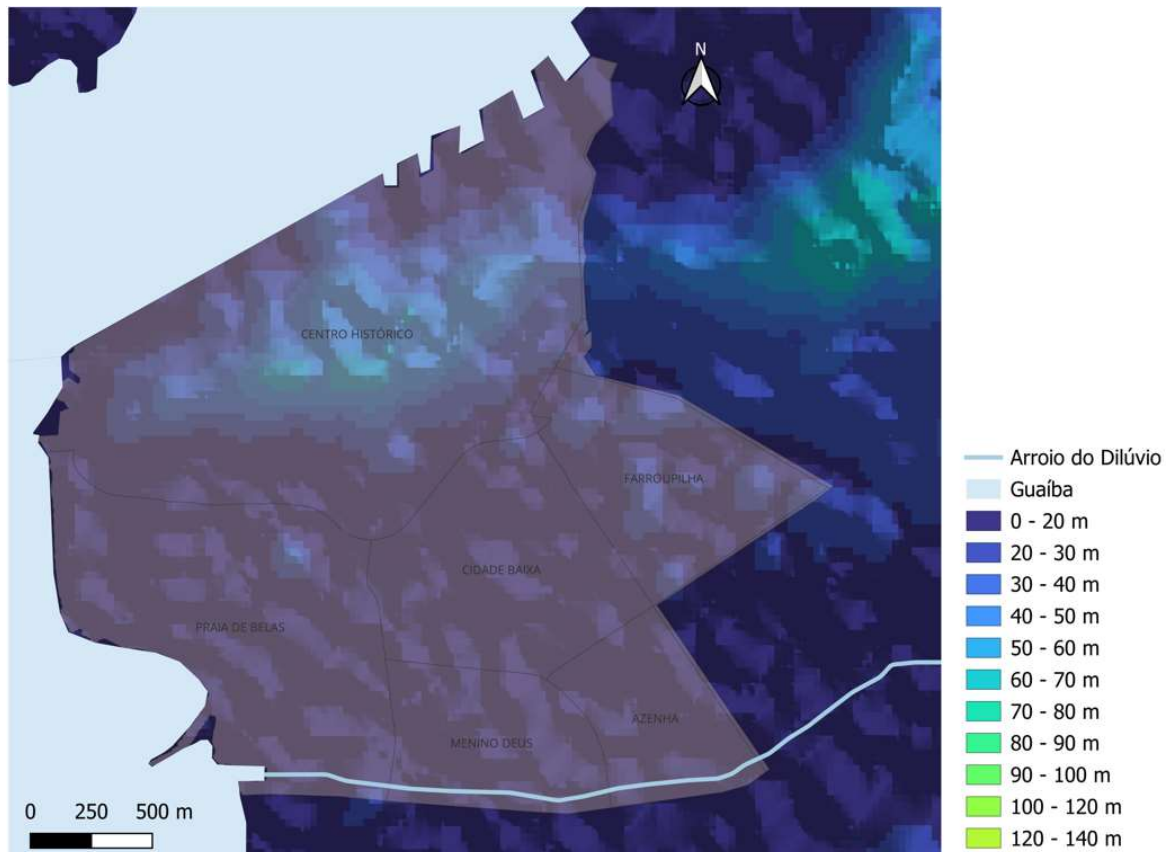
Figura 7 – Infraestrutura cicloviária e peatonal do Centro Histórico (sobre o mapa codificado)



Fonte: Adaptado de Dossin, 2023, e Andrade, 2023.

Há de se destacar que a topografia do Centro Histórico é marcada por acentuada declividade originada do Maciço de Porto Alegre, Figura 8, carregando a Rua Duque de Caixas e a Av. Independência sobre sua crista. Dessa forma, as ruas que cruzam a Rua Duque de Caxias apresentam, em geral, declividade notória, constituindo uma dificuldade à ciclabilidade.

Figura 8 - Mapa hipsométrico do Centro Histórico e de seu entorno imediato



Fonte: Andrade, 2023.

5.2 MAPAS DE CICLABILIDADE POR TIPO DE CICLISTA

A seguir são apresentados os mapas de ciclabilidade gerados pelo modelo, distribuídos conforme o tipo de ciclista (frequente ou pouco frequente), e conforme o objetivo das viagens.

5.2.1 Ciclistas frequentes

5.2.1.1 Viagens a lazer/esporte

A maior valorização desses ciclistas à presença de infraestrutura cicloviária é perceptível nos resultados obtidos para este grupo, já que os segmentos viários mais bem posicionados quanto ao Índice de Ciclabilidade são justamente esses (Figura 9). Destaca-se a diferença ocorrida no segmento da Av. João Goulart (1), nas proximidades do Gasômetro (sem ciclovia/ciclofaixa), que promove o encaixe da Av. Mauá com a Av. Loureiro da Silva. A Rua Siqueira Campos (2) possui os índices mais altos.

Figura 9 - Mapa de ciclabilidade para viagens a lazer realizadas por ciclistas frequentes

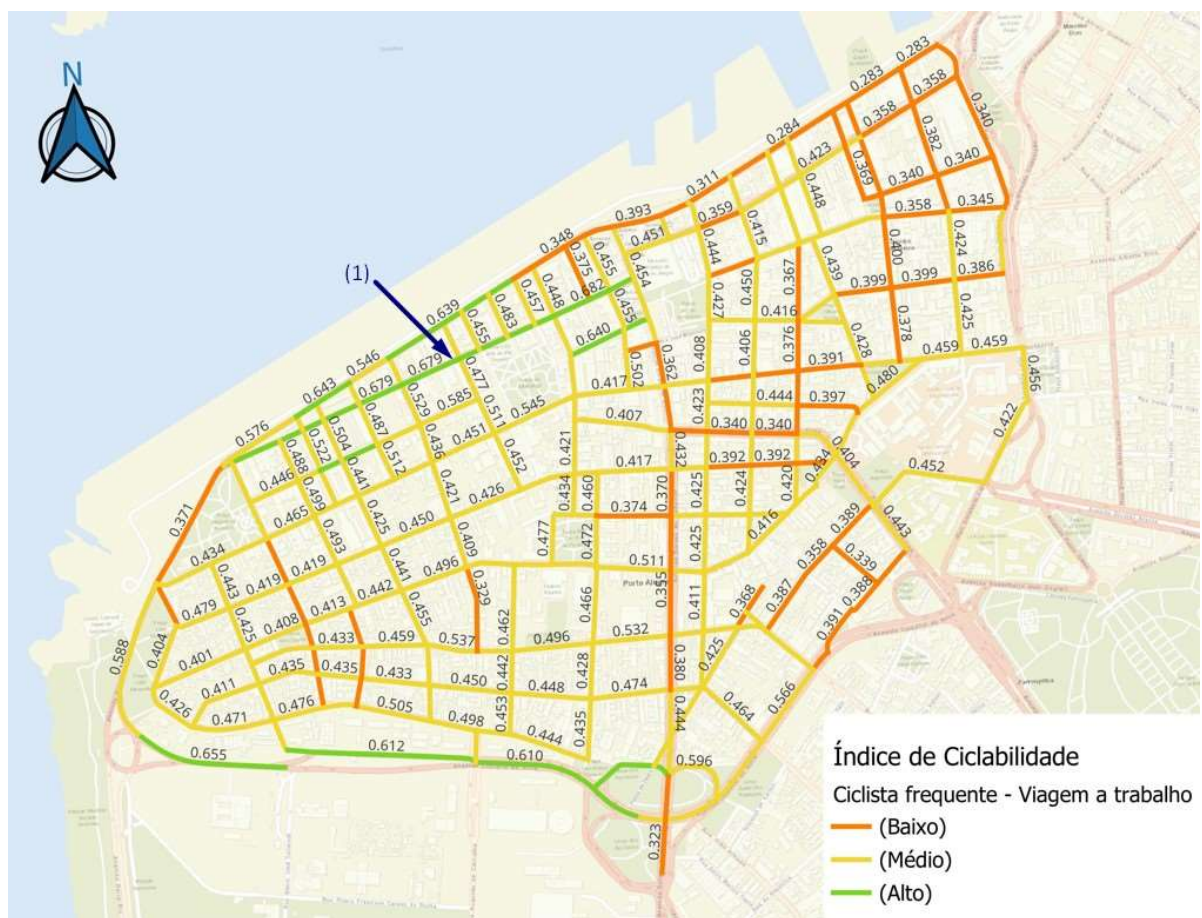


Fonte: elaborado pelo autor.

5.2.1.2 Viagens a trabalho

Nas viagens a trabalho, os Índices de Ciclabilidade trazem o reflexo de uma menor valorização da presença de infraestrutura cicloviária, com aumento da valorização de caminhos mais curtos (custo da viagem), da qualidade do pavimento e da presença de obstáculos no caminho. Fruto disso é que os índices se mantêm em uma faixa “média”, com menos segmentos atingindo o nível “alto”, conforme Figura 10. A Rua Siqueira Campos (1) atingiu os índices mais altos. Evidencia-se, também, a menor presença de segmentos com baixa ciclabilidade nessa situação.

Figura 10 - Mapa de ciclabilidade para viagens a trabalho realizadas por ciclistas frequentes



Fonte: elaborado pelo autor.

5.2.1.3 Viagens a compras

Quando são tomadas as características sob a percepção de um ciclista frequente em viagem com objetivo de compras, percebe-se um aumento da quantidade de vias com uma faixa de média ciclabilidade (Figura 11), já que sob tais condições ocorre uma maior valorização de aspectos ligados ao conforto e atratividade, à segurança viária e à segurança pessoal. Índices altos ocorrem em locais com maior movimentação de pessoas, com presença mais intensa de policiamento, e com condições mais seguras para travessias. Apesar dos índices mais altos ainda persistirem na Rua Siqueira Campos (1), destaca-se a ocorrência de trecho com alta ciclabilidade, sob essa perspectiva, em local sem infraestrutura cicloviária: o segmento da Rua Cel. Fernando Machado (2) próximo a um posto da Brigada Militar.

Figura 11 - Mapa de ciclabilidade para viagens a compras realizadas por ciclistas frequentes



Fonte: elaborado pelo autor.

5.2.2 Ciclistas pouco frequentes

5.2.2.1 Viagens a lazer/esporte

Em comparação com o que ocorre com os ciclistas frequentes nas viagens a lazer, os ciclistas menos frequentes também tendem à maior valorização à presença de infraestrutura cicloviária e de aspectos relacionados à segurança viária. Há um maior espalhamento de índices baixos para esse público (Figura 12), com segmentos altos em vias contendo infraestrutura cicloviária. Nota-se que o segmento com piores condições de ciclabilidade estão na Av. Mauá (1), entre a Estação Rodoviária e o início da infraestrutura cicloviária: um trecho de fluxo intenso sem espaço e/ou condições seguras para pedalar.

Figura 12 - Mapa de ciclabilidade para viagens a lazer realizadas por ciclistas pouco frequentes

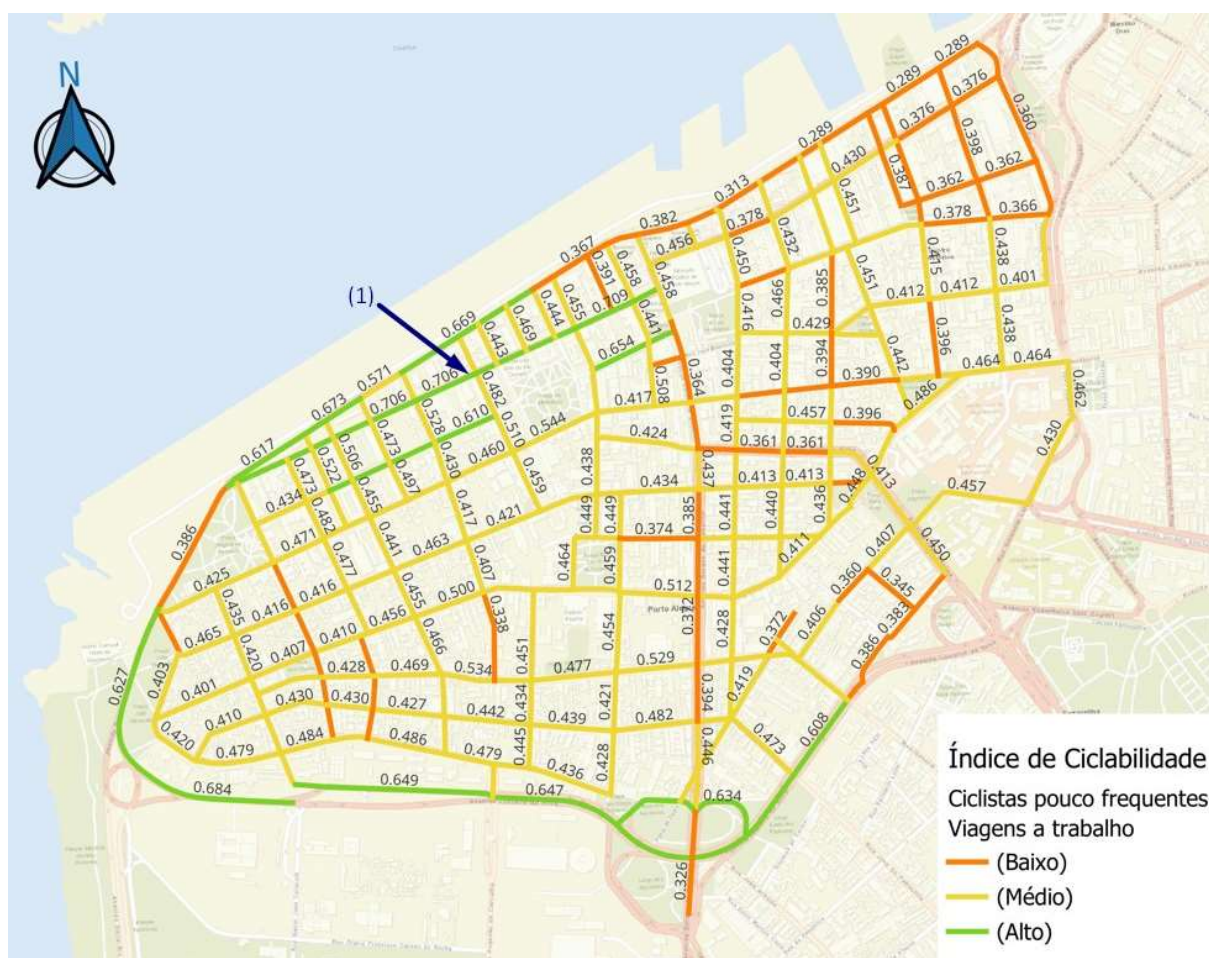


Fonte: elaborado pelo autor.

5.2.2.2 Viagens a trabalho

Nas viagens a trabalho, para os ciclistas pouco frequentes, os Índices de Ciclabilidade trazem o reflexo de uma valorização um pouco menor da presença de infraestrutura cicloviária, mas ainda maior do que no caso dos ciclistas frequentes (Figura 13). Há pouca presença de trechos com baixa ciclabilidade. A Rua Siqueira Campos (1) atingiu os índices mais altos. Os resultados acentuam a faixa de média ciclabilidade no bairro.

Figura 13 - Mapa de ciclabilidade para viagens a trabalho realizadas por ciclistas pouco frequentes

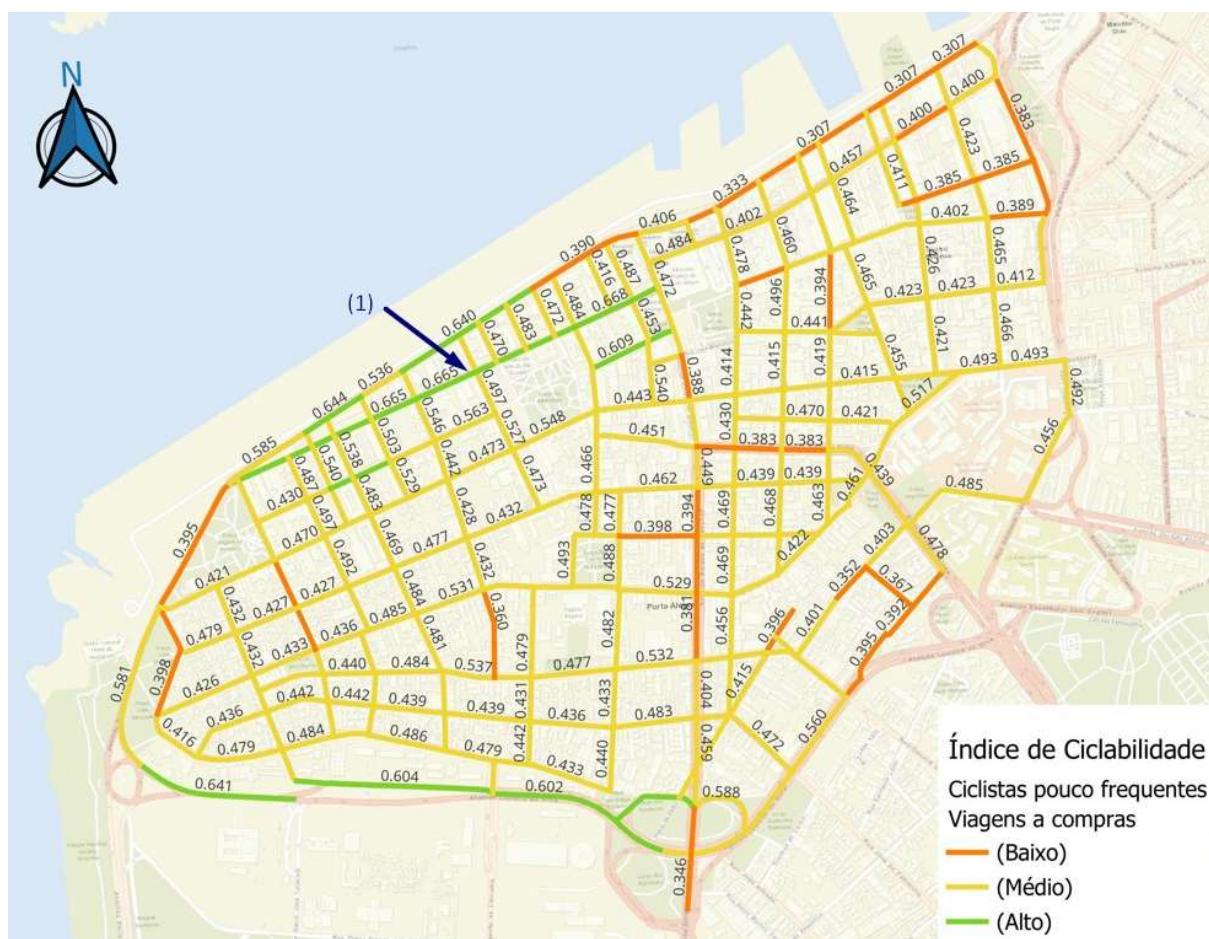


Fonte: elaborado pelo autor.

5.2.2.3 Viagens a compras

Em viagens a compras, os ciclistas pouco frequentes tendem a valorizar um pouco menos a presença de infraestrutura cicloviária, enquanto valorizam mais os aspectos relacionados à segurança viária (encontrando-se nesse grupo a maior valorização a esse fator não-observável, dentre todos). Este também é o grupo que tende à maior valoração da linearidade e coerência da rede viária, fator observável não abrangido no escopo deste estudo. O resultado dos índices para essas condições refletem um espelhamento de índices médios pelo bairro (Figura 14), com vias que possuem ciclovias e/ou ciclofaixas já implantadas também sendo classificadas nessa faixa. A Rua Siqueira Campos (1) também apresenta os maiores índices para estas viagens.

Figura 14 - Mapa de ciclabilidade para viagens a compras realizadas por ciclistas pouco frequentes



Fonte: elaborado pelo autor.

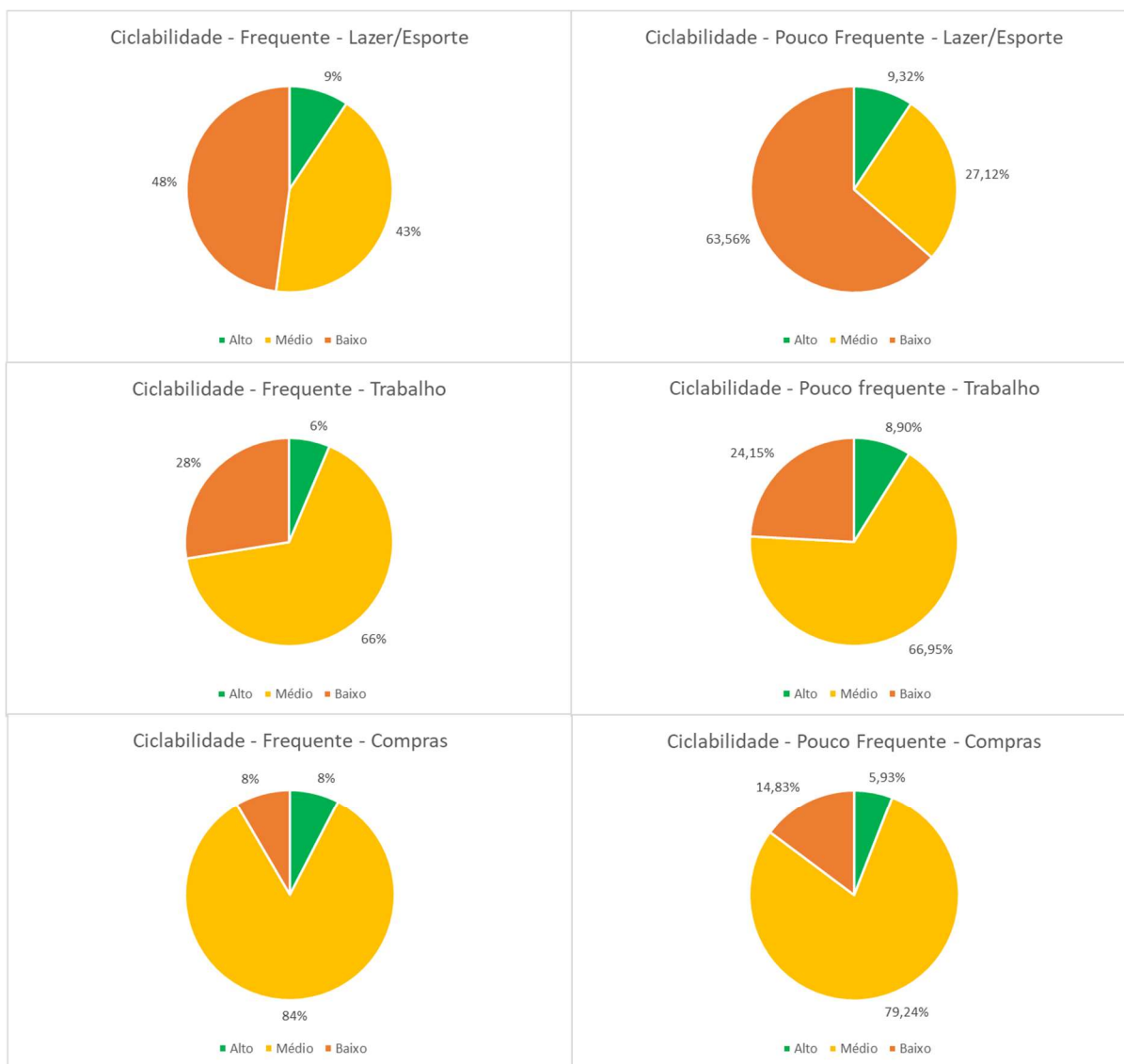
5.3 ANÁLISE DE RESULTADOS

Observa-se, nos resultados obtidos por tipo de ciclista e objetivo de viagem, a prevalência dos mesmos segmentos constando entre os Índices de Ciclabilidade mais altos: trechos da Rua Siqueira Campos (identificados pelos códigos 34, 39, 37, 38, 36 e 35) e da Praça Montevideu (código 50). Os seis melhores trechos, da Rua Siqueira Campos, não se alteram conforme o tipo de ciclista e o objetivo da viagem. Na contramão de tais resultados, as piores condições de ciclabilidade do bairro encontram-se, em todos os cenários, nos mesmos segmentos, que por vezes se alteram conforme o tipo de ciclista e/ou objetivo da viagem: os trechos da Av. Mauá situados entre a Estação Mercado e Rodoviária, do Trensurb (códigos 28, 29, 30, 21 e 32).

Dividindo-se as classificações dos Índices de Ciclabilidade (IC) obtidos em faixas que correspondam a Alta Ciclabilidade ($0,6 \leq IC$), Média Ciclabilidade ($0,4 \leq IC < 0,6$) e Baixa Ciclabilidade ($IC < 0,4$), obtém-se diferentes distribuições de frequência à medida que a avaliação considera diferentes tipos de ciclistas e/ou objetivos de viagem. Observa-se, na Figuras 15, a distribuição percentual de segmentos assim classificados para cada tipo de ciclista e objetivo de viagem. Verifica-se que os trechos classificados como de Alta Ciclabilidade variam entre 5,93% da malha analisada, para ciclistas pouco frequentes em viagens por motivo de compras, até 9% para ciclistas frequentes em viagens a lazer/esporte. A faixa de Média Ciclabilidade varia de 27,12%, para ciclistas pouco frequentes em viagens a lazer/esporte, até 84% para ciclistas frequentes em viagens a compras. A faixa de Baixa Ciclabilidade, do mesmo modo, apresenta ampla variação, contemplando de 8% da malha analisada, para ciclistas frequentes em viagens por motivo de compras, até 63,56% para ciclistas pouco frequentes em viagens a lazer/esporte.

De maneira geral, constata-se a prevalência de segmentos classificados como de Média Ciclabilidade, para a maioria das tipologias avaliadas, excetuando-se sempre as viagens realizadas a título de lazer/esporte, para as quais a sobrevalorização da presença de infraestrutura cicloviária acentua a faixa de Baixa Ciclabilidade. Considerando os tipos de uso do solo prevalentes na região, destaca-se que tanto as viagens a trabalho como as viagens realizadas para fins de compras, quer seja por ciclistas frequentes, quer seja por ciclistas pouco frequentes, apresentam os menores percentuais de segmentos avaliados como de Baixa Ciclabilidade.

Figura 15 - Percentual de segmentos por faixa de ciclabilidade



Fonte: elaborado pelo autor.

Averiguando as condições existentes no segmento mais bem classificado dentre todas as tipologias analisadas (trecho de código 34, na Rua Siqueira Campos, entre as Rua General Bento Martins e a Travessa Araújo Ribeiro), constata-se a presença de diversas características positivas quanto às condições de infraestrutura (presença de ciclofaixa em dimensões adequadas, baixa declividade, ausência de obstáculos, presença de certa cobertura de árvores e a existência de dispositivos de controle de tráfego – semáforos e travessias sinalizadas), bem como condições de segurança pública satisfatórias (havendo a presença de policiamento, existência de câmeras de segurança e de iluminação pública, um volume de tráfego de bicicletas adequado e baixa criminalidade reportada), conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Caracterização do segmento 34 - Rua Siqueira Campos

Código	34
Rua Siqueira Campos	
1. Presença de infraestrutura cicloviária	1
2. Qualidade do caminho ciclável	1
3. Obstáculos no caminho	1
4. Declividade do caminho	1
5. Largura da ciclovia/ciclofaixa	1
6. Presença de árvores	0,5
7. Estética das construções	0,6
8. Presença de infraestrutura cicloviária	1
9. Presença de dispositivos de controle de tráfego	1
10. Volume de tráfego de ônibus	0,5
11. Volume de tráfego veicular	0,25
12. Volume de tráfego de motocicletas	0
13. Volume de tráfego de pedestres	0,5
14. Velocidade do tráfego motorizado	0,2
15. Presença de policiamento	1
16. Presença de câmeras de segurança	1
17. Volume de tráfego de bicicletas	1
18. Iluminação	1
19. Criminalidade reportada	1
20. Presença de infraestrutura cicloviária	1
21. Custo da viagem	0
22. Clima	1
23. Linearidade e coerência	

Fonte: elaborado pelo autor.

Os segmentos mais bem avaliados situam-se na Rua Siqueira Campos, observado na Figura 16, e que os segmentos mais mal avaliados, também em todos os cenários, situam-se na Av. Mauá, entre a Estação Rodoviária e o início da infraestrutura cicloviária, observado na Figura 17. Destaca-se, também, que nos segmentos da Avenida Mauá após o início da ciclofaixa, são observados índices melhores, inclusive entre os mais altos em alguns cenários. A ciclofaixa existente encontra-se à esquerda, protegida do fluxo denso principal por uma fileira de vagas para estacionamento paralelo de veículos, como se observa na Figura 18. Ademais, apesar da passagem constante de ônibus no local, há uma faixa exclusiva à direita da avenida, bastante distante do espaço destinado aos ciclistas.

Figura 16 - Rua Siqueira Campos



Fonte: Google Street View.

Figura 17 - Avenida Mauá (segmento entre a Estação Rodoviária e o início da ciclofaixa)



Fonte: Google Street View.

Figura 18 - Avenida Mauá (trecho com ciclofaixa)



Fonte: Google Street View.

5.4 FERRAMENTA DE PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA

Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, em seu Vol. VIII – Sinalização Cicloviária (CONTRAN, 2022), a implantação de infraestrutura cicloviária depende de autorização expressa da autoridade de trânsito competente, devendo ser desenvolvida considerando como pressuposto básico a segurança não apenas do ciclista, mas de todos os usuários da via. O manual traz diversas recomendações tocantes ao desenvolvimento de planos de mobilidade por bicicletas e suas ações prévias, às quais destaca-se aqui:

- **Conhecer a finalidade do uso do espaço cicloviário**, que pode ser modal estruturante da circulação urbana ou um meio complementar ao sistema de transporte principal e, ainda, definir sua função como modal de transporte e/ou instrumento de lazer da população;

- **Mapear a demanda ciclística existente** que pode ser obtida por meio de pesquisas de origem e destino ou de pesquisas específicas para esta finalidade;
- **Mapear a demanda ciclística potencial** (futura), que pode ser obtida por indicadores constituídos do mapeamento de outros modais de transporte e que pelas suas características possam ser substituídas por viagem de bicicleta, como por exemplo, viagens a pé de grande extensão (acima de 1 km ou 20 minutos de caminhada) ou viagens de transporte coletivo de curta duração (inferiores a 3 km ou 10 minutos);
- Realizar pesquisa qualitativa junto aos ciclistas, representações de ciclistas e lideranças comunitárias, objetivando **conhecer quais as características de viagens, problemas vivenciados nos deslocamentos e trajetos** na área de estudo.

Em que pese o desenvolvimento da ferramenta não constituir objetivo do presente estudo, destaca-se a relevância que a definição dos Índices de Ciclabilidade podem possuir para a análise das prioridades de investimento em alterações do ambiente construído para fins de maior atração de viagens de bicicleta, especialmente quanto à construção de ciclovias e/ou ciclofaixas. Molino (2017) propõe, para sua cidade, a priorização em duas fases: uma primeira envolvendo a análise das vias principais (artérias de maior demanda), e uma segunda fase envolvendo a análise das vias que promovem a interconexão daquelas (coletoras, locais e outras).

Para decidir sobre quais vias devem ser priorizadas, aplica-se um Modelo de Demanda Direta, a fim de prever as viagens de bicicleta entre pares Origem-Destino. As viagens realizadas por bicicletas serão explicadas por características como tipo de uso do solo, tempo de viagem e o índice de ciclabilidade. A hipótese assumida é a de que, ao aumentar o valor do índice de ciclabilidade de uma via, aumenta-se a demanda de uso daquela via entre (alguns) pares Origem-Destino. Assim, com o resultado do modelo, corredores com maior aumento da demanda potencial são os que deveriam ser priorizados na construção de infraestrutura cicloviária.

A construção do Modelo de Demanda Direta passa por algumas etapas destacáveis: (i) a realização de uma pesquisa de demanda por meio de pesquisa de origem-destino do tipo cordão, interceptando-se ciclistas que estejam pedalando pelas vias, perguntando-lhes detalhes acerca da origem e do destino das viagens, dos horários de início e término previsto, da rota utilizada, propósito da viagem e estratificação socioeconômica (que pode estar aliada à pesquisa de origem-destino com base domiciliar realizada pela municipalidade); (ii) a partir dos dados da pesquisa, é possível estimar uma Matriz Origem-Destino; (iii) gera-se então um modelo de Distribuição de viagens (a metodologia proposta sugere a calibração pelo Método de Furness); (iv) gera-se um Modelo de Alocação das viagens, atribuindo as viagens realizadas por bicicleta

à rede viária, considerando um algoritmo do tipo “tudo ou nada” ou “estocástico” (por não necessitarem considerar efeitos de congestionamento do fluxo), otimizado por algoritmo de caminho mínimo definidor do atributo “tempo de viagem” de cada arco (segmento viário), procedendo-se as verificações estatísticas para averiguação do ajuste do modelo; (v) por fim, realiza-se o Modelo de Demanda Direta, considerando diversos atributos, a fim de correlacionar as características socioeconômicas, de uso do solo, do ambiente construído e também o Índice de Ciclabilidade à demanda de viagens em cada trecho; (vi) a partir dos modelos criados, pode-se simular o comportamento de demanda da rede alterando-se características dos segmentos viários que sejam medidas pelo Índice de Ciclabilidade (tal como a inclusão de uma ciclovia/ciclofaixa de medidas apropriadas – o que tende a aumentar o Índice de Ciclabilidade daquele segmento, já que os parâmetros correspondentes passarão a influir sobre seu resultado). A alteração das condições de ciclabilidade em um determinado corredor deve atrair mais viagens àquele. Assim, pode-se realizar diversas simulações de cenários a fim de priorizar aqueles que tenham atraído maior demanda (MOLINO, 2017; ARELLANA et al., 2020a).

A ideia por trás do Modelo de Demanda Direta é estimar os impactos que podem ser esperados, oriundos de investimentos em infraestrutura viária – os quais, por sua vez, modificam os Índices de Ciclabilidade. Desta forma, as rotas que atraem a maior demanda de ciclistas, de acordo com o modelo, são as que deveriam ser priorizadas (ARELLANA et al., 2020a).

6 CONCLUSÕES

Este trabalho contextualizou a situação de mobilidade ativa observada em pesquisas pré-pandemia de Covid-19 e, por meio de pesquisa bibliográfica, foram verificadas diferentes formas de aferir a ciclabilidade de segmentos viários, demonstrando a prevalência de estudos no Norte Global e ressaltando a necessidade de tratativa do tema considerando também aspectos mais valorizados no Sul Global. A abordagem debruçou-se sobre a metodologia para a construção de um Índice de Ciclabilidade proposta por Molino (2017) e Arrellana et al. (2020a), tomando seus resultados – em termos de fatores, componentes e pesos relativos à importância de cada fator e componente – como referência para avaliação da ciclabilidade no Centro Histórico da cidade de Porto Alegre/RS.

O sistema viário do bairro foi identificado, codificado e georreferenciado, e as características de cada segmento foram mensuradas pelos fatores observáveis e pelas componentes observáveis de fatores não-observáveis propostos no estudo de caso dos autores supracitados, criando um banco de dados de parâmetros dos segmentos viários, ao qual foi aplicada uma função aditiva ponderada que considera as percepções dos usuários, as características mensuradas de cada segmento traduzida nos respectivos parâmetros e as importâncias (pesos) de cada componente e de cada fator, de forma a obter os Índices de Ciclabilidade por tipo de ciclista (frequente ou pouco frequente) e conforme o objetivo de sua viagem (a lazer, trabalho ou compras).

O resultado, georreferenciado e representado graficamente com auxílio de *software* SIG, permitiu fornecer um panorama da ciclabilidade dos segmentos viários do bairro. Os resultados obtidos mostram a prevalência de condições de média ciclabilidade para a região. Os índices altos prevaleceram, em praticamente todos os casos avaliados, nas vias que já possuem infraestrutura cicloviária implantada. Aspectos relacionados ao conforto e atratividade, bem como à segurança pública exerceram maior influência sobre os índices obtidos. A Rua Siqueira Campos apresentou os segmentos mais bem avaliados, levando em consideração os pesos relativos aos diferentes tipos de ciclistas, bem como para os diferentes objetivos de viagens. Na contramão, a Av. Mauá – entre as Estações Rodoviária e Mercado do Trensurb – apresentou os piores índices da região analisada. Considerando os tipos de uso do solo prevalentes na região,

destaca-se que tanto as viagens a trabalho como as viagens realizadas para fins de compras, quer seja por ciclistas frequentes, quer seja por ciclistas pouco frequentes, apresentam os menores percentuais de segmentos avaliados como de Baixa Ciclabilidade.

Para uma melhor avaliação da ciclabilidade na cidade de Porto Alegre, convém que trabalhos futuros se dediquem à construção do Índice de Ciclabilidade com base na percepção dos usuários da cidade, reavaliando fatores e componentes em pesquisas-piloto prévias, e realizando a pesquisa de preferência ranqueada a fim de obter as importâncias relativas a cada fator e componente. Ademais, o uso de pesquisas de preferência declara – inclusive com a aplicação de tecnologias de realidade virtual – pode auxiliar na melhor definição dos critérios a serem adotados para fim de avaliação de componentes e fatores, tornando a avaliação de determinadas características menos subjetivas.

A obtenção de dados futuramente disponíveis junto à Prefeitura Municipal de Porto Alegre, como o resultado da atual Pesquisa de Origem e Destino e Domiciliar (EDOM) em curso, em conjunto com a realização de uma pesquisa de cordão nos principais segmentos da região, permitiria, em trabalhos futuros, o desenvolvimento completo da ferramenta de priorização de investimentos em infraestrutura cicloviária, bem como uma melhor classificação de alguns componentes do Índice de Ciclabilidade com base em resultados de volume oriundos de contagens e modelagem de alocação de tráfego mais precisos e realistas.

Propõe-se, ainda, a construção de um “Índice de Ciclabilidade Generalizado”, de forma a ponderar as percepções dos diferentes tipos de ciclistas e dos diferentes objetivos de viagens na criação de um índice único, representativo da demanda de forma generalizada. Desta forma, o gestor municipal contaria com um índice de mais simples avaliação, que contemplasse a distribuição percentual das diferentes viagens, aliado aos índices específicos – por tipo de ciclista e objetivo da viagem, o que permitiria a indução de demanda de viagens com determinado objetivo sem renunciar à visão completa do sistema.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015.

ANDRADE, B. L. **Recuperação da Trama Verde e Azul**: projeto de reurbanização biofílica de arroio urbano em Porto Alegre/RS. Trabalho de Conclusão de Curso. ATITUS Educação. 86 páginas. 2023.

ARELLANA, J.; SALTARÍN, M.; LARRAÑAGA, A. M.; GONZÁLEZ, V. I.; HENAO, C. A. Developing an urban bikeability index for different types of cyclists as a tool to prioritise bicycle infrastructure investments. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 139, p. 310-334, 2020a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.07.010>

ARELLANA, J.; SALTARÍN, M.; LARRAÑAGA, A. M.; ALVAREZ, V.; HENAO, C. A. Urban walkability considering pedestrians' perceptions of the built environment: a 10-year review and a case study in a medium-sized city in Latin America. **Transport Reviews**, v. 40, p. 183-203, 2020b. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1703842>

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS – ANTP. **Sistema de informações da mobilidade urbana – SIMOB/ANTP: Relatório Geral 2018**. São Paulo: ANTP, 2020.

BACH, H. **Urban Design and Traffic: a Selection from Bach's Toolbox**. CROW, Ede, 2006.

BIKE ITAÚ. **Saiba mais sobre o uso de bicicletas nas grandes cidades no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://bikeitau.com.br/blog/saiba-mais-sobre-o-uso-de-bicicletas-nas-grandes-cidades-no-brasil/#:~:text=Crescimento%20na%20procura%20por%20bicicletas&text=Ainda%20durante%20a%20pandemia%20de,50%25%20em%20compara%C3%A7%C3%A3o%20com%202019>. Acesso em 21 jul. 2023.

BRASIL. **Lei Nº 9.503**, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1997.

BRASIL. **Lei Nº 12.587**, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2012.

CONTRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Sinalização Cicloviária (Vol. VIII)**. Brasília: Conselho Nacional de Trânsito, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of__08__MBST_Vol_VIII__Sinalizacao_Cicloviaria.pdf. Acesso em 15 jan. 2024.

BUEHLER, R.; DILL, J. Bikeway Networks: A Review of Effects on Cycling. **Transport Reviews**, v. 36, p. 9-27, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1069908>

BUEHLER, R.; PUCHER, J. Cycling to work in 90 large American cities: new evidence on the role of bike paths and lanes. **Transportation**, v. 39, p. 409-432, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9355-8>

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO - RJ. **Pandemia faz número de bicicletas nas ruas brasileiras aumentar**. 2022. Disponível em: <https://www.caurj.gov.br/pandemia-faz-numero-de-bicicletas-nas-ruas-brasileiras-aumentar/>. Acesso em: 21 jul. 2023.

DOSSIN, J. F. D. **Aplicação e análise de Índice de Caminhabilidade construído a partir da percepção do usuário no Centro Histórico de Porto Alegre**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 101 páginas. 2023.

LARRAÑAGA, A. M.; CYBIS, H. B. B.; TORRES, T. B. Estimando a importância de características do ambiente construído para estimular bairros caminháveis usando o best-worst scaling. **Revista Transportes**, v. 24, n. 2, p. 13-20, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14295/transportes.v24i2.1091>

MOLINO, M. A. S. **Diseño de una metodología para evaluación de accesibilidad de transporte no motorizado**. Tese de doutorado. Universidad del Norte. 115 páginas. 2017.

PORTO ALEGRE. **Plano diretor cicloviário integrado de Porto Alegre**. Porto Alegre: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2008. Disponível em: http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/epc/usu_doc/pdci_relatorio_final.pdf. Acesso em: 21 jul. 2023.

SCHWEDHELM, Alejandro; et al. Bicicletas têm papel crucial na resiliência das cidades durante crise da Covid-19. **WRI Brasil**. Abr. 2020. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/noticias/bicicletas-tem-papel-crucial-na-resiliencia-das-cidades-durante-crise-da-covid-19?gclid=CjwKCAjw4ZWkBhA4EiwAVJXwqXUpSBPaNFuIK0HsQO1OgabiiFhG1txJSol eRrlE8XtPZY9imGT1KhoCIWEQAvD_BwE. Acesso em: 21 jul. 2023.

SILVA, C. O. Planejamento da mobilidade ativa em busca de cidades mais humanizadas. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**, n. 154, p. 79-94, 2020. Disponível em: <https://files.antp.org.br/2020/5/7/rtp154-7.pdf>. Acesso em 15 jan. 2024.

ZERO HORA. **Raio-X da Violência**. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/especiais/raio-x-da-violencia/> Acesso em: 10 dez. 2023.

APÊNDICE A – Banco de dados das avaliações atribuídas a componentes e fatores, estimativa de Índices de Ciclabilidade por tipo de ciclista e objetivo da viagem nos segmentos viários do Centro Histórico de Porto Alegre

IDJ	Length	Comfort and Attractiveness							Traffic safety							Personal security				Observable factors				Bikeability indices						
		1. Presence of bicycle infrastructure	2. Quality of bike path pavement	3. Obstacles on bike paths	4. Slope of bike paths	5. Width of bike paths	6. Presence of trees	7. Aesthetics of buildings	8. Presence of bicycle infrastructure	9. Presence of traffic control devices	10. Bus traffic flow	11. Vehicle traffic flow	12. Motorcycle traffic flow	13. Pedestrian volume	14. Motorised transport speed	15. Presence of police officers	16. Presence of security cameras	17. Bicycle flow	18. Lighting	19. Criminality on roads	20. Presence of bicycle infrastructure	21. Cost of the trip	22. Climate	23. Coherence and directness	BI Frequent - Sport	BI Frequent - Work	BI Frequent - Shopping	BI Non-freq. - Sport	BI Non-freq. - Work	BI Non-freq. - Shopping
		0.0	0.5	1.0	1.0	1.0	0.5	0.8	0.0	1	0	0.25	0	1	0.2	1	1	0	1	1	0.0	0.00412445	1	1	0	0.321690	0.344772	0.386038	0.320451	0.364587
1	82.489 m	0.0	0.0	0.00000	1	0	0	0.0	1	0	0	0	0.2	0	1	0	1	1	0	0.0	0.00506155	1	1	0	0.18053	0.340277	0.380944	0.317488	0.360626	0.383396
2	101.231 m	0.0	1	0.00000	1	0	0	0.8	0	0	0	1	0.2	0	1	0	1	0	0	0.0	0.00118055	1	1	0	0.18053	0.340281	0.380946	0.317488	0.360626	0.383398
3	102.105 m	0.0	1	0.00000	1	0	0	0.8	0	0	0	1	0.2	0	1	0	1	0	0	0.0	0.00217025	1	1	0	0.18053	0.340281	0.380946	0.317488	0.360626	0.383398
4	225.681 m	0.0	1	0.00000	1	0	0	0.8	0	0	0.25	0	0.5	0	1	0	1	0	0	0.0	0.01128405	1	1	0	0.317342	0.339721	0.379941	0.339654	0.389888	0.382621
5	133.040 m	0.0	0	0.50000	1	0	0	0.4	0.0	0	1	0.75	0.5	0.25	0.4	0	1	0	0	0.0	0.006652	1	1	0	0.324144	0.339112	0.379617	0.339331	0.345178	0.366923
6	120.429 m	0.0	1	0.50000	1	0	0	0.8	0.0	1	1	0.25	0	0.75	0.4	1	1	0	0	0.0	0.00602145	1	1	0	0.427790	0.455785	0.510373	0.407764	0.462325	0.491527
7	211.669 m	0.0	1	0.00000	1	0	0	0.6	0.0	0	0.25	0	0.75	0.4	1	1	1	1	0	0.0	0.01058345	1	1	0	0.397832	0.422407	0.472634	0.380155	0.429516	0.454661
8	173.219 m	0.0	0.5	0.50000	1	0	0	0.4	0.0	1	0	0.5	0	0.4	0	1	0	1	0	0.0	0.00866095	1	1	0	0.320500	0.386097	0.432053	0.320894	0.362094	0.384995
9	133.860 m	0.0	0.5	0.50000	1	0	0	0.4	0.0	0	0	0.5	0	0.4	0	1	0	0	0	0.0	0.006693	1	1	0	0.320247	0.382163	0.432053	0.320894	0.362094	0.384995
10	251.840 m	0.0	1	0.00000	1	0	0	0.8	0.0	1	0	0	1	0.2	1	1	1	0	0	0.0	0.012592	1	1	0	0.379386	0.403738	0.451576	0.364781	0.412750	0.438630
11	123.218 m	0.0	1	0.50000	1	0	0	0.8	0.0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0.0	0.00616099	1	1	0	0.415417	0.443108	0.499676	0.449632	0.478342	0.487842
12	103.499 m	0.0	1	1.00000	1	0	0	0.4	0.0	0	0	0.75	0	0.5	0.4	0	1	0.5	1	0	0.00517495	1	1	0	0.424322	0.473702	0.379022	0.375749	0.384163	0.381633
13	78.294 m	0.0	1	1.00000	1	0	0	0.4	0.0	0	0	0.75	0	0.5	0.4	0	1	0.5	1	0	0.00391447	1	1	0	0.59434	0.387951	0.434337	0.333524	0.382874	0.391698
14	165.538 m	0.0	1	1.00000	1	0	0	0.6	0.0	0	0	0.75	0	0.5	0.4	0	1	0.5	1	0	0.00823699	1	1	0	0.362039	0.375739	0.385954	0.358595	0.394601	0.394601
15	200.077 m	1.0	0.5	1.00000	1	1	0	0	0.6	0.0	0	0.75	0	0.5	0.4	0	1	1	1	1.0	0.01000385	1	1	1	0.675166	0.565774	0.576000	0.688634	0.675883	0.560022
16	539.507 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0	0.8	1.0	1	0	0	0.75	0	1	1	1	1	1.0	0.02897535	1	1	1	0.699172	0.596455	0.608934	0.708413	0.633764	0.587912
17	420.271 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0.8	1.0	1	0.5	0	0	0.75	0	1	1	1	1	1.0	0.02101355	1	1	1	0.712626	0.609925	0.624422	0.720687	0.647229	0.602290
18	428.124 m	1.0	1	1.00000	1	1	0.5	0.6	1.0	1	0.5	0	0	0.75	0	1	1	1	1	1.0	0.0214062	1	1	1	0.713869	0.611874	0.626577	0.721528	0.648720	0.603873
19	350.258 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0.6	1.0	1	0.5	0	0	0.75	0	1	1	1	1	1.0	0.0175129	1	1	1	0.710053	0.606934	0.621281	0.718372	0.644547	0.599427
20	368.222 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0.6	1.0	1	0	0	0	0.75	0	1	1	1	1	1.0	0.0207988	1	1	1	0.690797	0.592939	0.627944	0.709473	0.627005	0.580757
21	308.575 m	0.0	1	0.50000	1	0	0	0	0	0	0	0.25	1	0	0	1	0.5	1	1	0	0.0344875	1	1	0	0.345003	0.371459	0.415233	0.384279	0.386281	0.395426
22	199.363 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0.8	1.0	1	0	0	0	0.5	0	1	0.5	1	1	1.0	0.00996815	1	1	1	0.69924	0.575753	0.586778	0.693143	0.616942	0.582528
23	141.220 m	1.0	1	1.00000	1	1	0.5	0.8	1.0	1	0	0	0	0.5	0	1	0.5	1	1	1.0	0.007061	1	1	1	0.744542	0.642837	0.62103	0.743017	0.672609	0.644274
24	106.017 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0.8	1.0	1	0	0	0	0.5	0	1	0.5	1	1	1.0	0.00530085	1	1	1	0.651131	0.549984	0.553642	0.651306	0.571041	0.536259
25	335.238 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0.8	1.0	1	0	0	0	0.5	0	1	0.5	1	1	1.0	0.0167619	1	1	1	0.741229	0.639147	0.657378	0.740405	0.690304	0.640467
26	254.201 m	0.0	1	1.00000	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0.75	0	1	1	1	1	1.0	0.0217104	1	1	1	0.328609	0.484805	0.567588	0.386658	0.389912	0.428912
27	112.649 m	0.0	1	0.50000	1	0	0	0.8	0.0	0	0	0	0	0.5	0	1	1	1	1	0.0	0.00563245	1	1	0	0.366513	0.392976	0.439854	0.334745	0.382253	0.405862
28	68.977 m	0.0	1	0.00000	1	0	0	0.6	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0	0.00344885	1	1	0	0.264329	0.284900	0.318918	0.255445	0.292346	0.310614
29	111.132 m	0.0	1	0.00000	1	0	0	0.4	0.0	0	0	0	0	0.25	0	0	1	0	0	0.0	0.0055566	1	1	0	0.289732	0.310973	0.347993	0.274726	0.313466	0.332975
30	313.713 m	0.0	0.5	0.00000	1	0	0	0.4	0.0	0	0	0	0	0.25	0	0	1	0	0	0.0	0.01568565	1	1	0	0.267462	0.283702	0.289279	0.289279	0.289279	0.307212
31	143.159 m	0.0	0.5	0.00000	1	0	0	0.4	0.0	0	0	0	0	0.25	0	0	1	0	0	0.0	0.00735795	1	1	0	0.287147	0.292918	0.316466	0.256290	0.288904	0.308811
32	98.800 m	0.0	0.5	0.50000	1	0	0	0.6	0.0	0	0	0	0	0.25	0	0	1	1	1	0.0	0.007088	1	1	0	0.267065	0.287466	0.328806	0.256290	0.288904	0.308811
33	195.661 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0.8	1.0	1	0	0.25	0	0.5	0.2	1	1	1	1	1.0	0.00978305	1	1	1	0.75107	0.654802	0.675480	0.683836	0.641029	0.614109
34	140.888 m	1.0	1	1.00000	1	1	0.5	0.6	1.0	1	0.5	0.25	0	0.5	0.2	1	1	1	1	1.0	0.0070434	1	1	1	0.74854	0.684047	0.708331	0.774490	0.710355	0.669261
35	106.031 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0.6	1.0	1	0.5	0.25	0	0.5	0.2	1	1	1	1	1.0	0.00530155	1	1	1	0.781117	0.679305	0.703124	0.774421	0.706276	0.664916
36	143.026 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0.6	1.0	1	0.5	0.25	0	0.5	0.2	1	1	1	1	1.0	0.0071513	1	1	1	0.781185	0.679475	0.703202	0.774495	0.706357	0.665003
37	119.788 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0.6	1.0	1	0	0.5	0.25	0	0.75	0.2	1	1	1	1.0	0.0083984	1	1	1	0.783396	0.682037	0.706147	0.776623	0.708835	0.667646
38	115.575 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0.6	1.0	1	0.5	0.25	0	0.75	0.2	1	1	1	1	1.0	0.00577875	1	1	1	0.786517	0.682017	0.706147	0.776623	0.708835	0.667646
39	200.064 m	1.0	1	1.00000	1	1	0	0.8	1.0	1	0.5	0.25	0	0.75	0.2	1	1	1	1	1.0	0.0100032	1	1	1	0.783735	0.682406	0.706316	0.776784	0.709011	0.667835
40	176.283 m	0.0	1	0.50000	1	0	0	0.8	0.0	1	0.5	0.25	0	1	0.2	1	0	1	1	0.0	0.00881415	1	1	0	0.422805	0.450857	0.504642	0.401731	0.455747	0.484432
41	106.020 m	0.0	1	0.50000	1	0	0	0.4	0.0	0	0.25	0	0	0.75	0.2	0	1	0	0	0.0	0.005301	1	1	0	0.339266	0.402326	0.331229	0.377834	0.401739	0.484432
42	316.388 m	0.0	1	0.50000	1	0	0	0.4	0.0	0	0	0.25	0	0.75	0.2	1	1	0	0	0.0	0.0158194	1	1	0	0.395710	0.423101	0.473083	0.378641	0.430089	0.457113
43	140.716 m	0.0	1	0.50000	1	0	0	0.4	0.0	0	0	0.25	0	0.5	0.2	0	1	0	0	0.0	0.007088	1	1	0	0					

IDJ	Length	Comfort and Attractiveness							Traffic safety					Personal security					Observable factors				Bikeability indices					
		1. Presence of bicycle infrastructure	2. Quality of bike path pavement	3. Obstacles on bike paths	4. Slope of bike paths	5. Width of bike paths	6. Presence of trees	7. Aesthetics of buildings	8. Presence of bicycle infrastructure	9. Presence of traffic control devices	10. Bus traffic flow	11. Vehicle traffic flow	12. Motorcycle traffic flow	13. Pedestrian volume	14. Motorized transport speed	15. Presence of police officers	16. Presence of security cameras	17. Bicycle flow	18. Lighting	19. Criminality on roads	20. Presence of bicycle infrastructure	21. Cost of the trip	22. Climate	23. Coherence and directness	BI Frequent - Sport	BI Frequent - Work	BI Frequent - Shopping	BI Non-freq. Sport
129	76,487 m	0,0	1	1,00000	0	0	0,6	0,0	1	1	0,25	1	0,5	0,4	1	1	1	1	0,0	0,00382435	1	0,445088	0,427967	0,433173	0,427488	0,431688	0,434364	
130	100,565 m	0,0	0,5	0,50000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,00502825	1	0,421801	0,444489	0,477780	0,386546	0,434633	0,446707	
131	90,136 m	0,0	0,5	0,50000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,00450688	1	0,421782	0,444441	0,497758	0,386556	0,434610	0,446683	
132	115,233 m	0,0	0,5	0,50000	0	0	0,4	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,00576165	1	0,334888	0,353058	0,395312	0,319219	0,358619	0,381307	
133	97,715 m	0,0	0,5	0,50000	0	0	0,4	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,00488575	1	0,349009	0,368357	0,412503	0,320257	0,371491	0,394969	
134	117,274 m	0,0	0,5	0,50000	0	0	0,4	0,0	0	1	0,75	1	0,5	0,4	0	1	0,5	1	0,0	0,0058637	1	0,372793	0,392841	0,439888	0,392847	0,392743	0,402344	
135	76,776 m	0,0	0,5	0,50000	0	0	0,4	0,0	0	1	0,75	1	0,25	0,4	0	1	0,5	1	0,0	0,0038388	1	0,371008	0,390902	0,437836	0,374921	0,390926	0,400403	
136	98,868 m	0,0	1	1,00000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,0049434	1	0,456894	0,488326	0,543292	0,415292	0,472924	0,487496	
137	88,942 m	0,0	1	1,00000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,0044471	1	0,464772	0,499078	0,558968	0,423355	0,481811	0,496912	
138	120,341 m	0,0	1	1,00000	0	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,00201705	1	0,462940	0,493376	0,525485	0,419688	0,476774	0,491547	
139	104,388 m	0,0	1	1,00000	0	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	0	1	0,5	1	0,0	0,0052194	1	0,401856	0,430534	0,482136	0,372645	0,424946	0,436630	
140	163,113 m	0,0	0,5	1,00000	0	0	0,2	0,0	0	1	0,25	1	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,00815565	1	0,354105	0,376374	0,421268	0,333791	0,377632	0,401494	
141	63,911 m	0,0	0,5	1,00000	0	0	0,2	0,0	0	1	0,75	1	0,25	0,4	0	1	0	0	0,0	0,00319555	1	0,365886	0,388183	0,434830	0,344531	0,389414	0,414074	
142	219,671 m	0,0	1	1,00000	1	0	0,6	0,0	1	1	0,5	1	0,75	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,01098355	1	0,489010	0,521807	0,584108	0,449599	0,522124	0,540120	
143	141,183 m	0,0	1	1,00000	1	0	0,6	0,0	1	1	0,25	1	0,5	0,4	1	1	0	0	0,0	0,00705915	1	0,472441	0,504264	0,546474	0,458399	0,506413	0,518846	
144	87,921 m	0,0	1	1,00000	0	0	0,6	0,0	0	1	0,25	1	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,00439605	1	0,411289	0,441250	0,494247	0,388741	0,454503	0,483491	
145	125,091 m	0,0	1	1,00000	0	0	0,6	0,0	0	1	0,25	1	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,00625455	1	0,396266	0,424278	0,475681	0,386982	0,440570	0,468700	
146	110,500 m	0,0	1	1,00000	1	0	0,6	0,0	1	1	0,25	1	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,005525	1	0,411331	0,441354	0,494294	0,398786	0,454553	0,483544	
147	228,290 m	0,0	1	1,00000	0	0	0,5	0,4	0,0	1	0,5	1	0,5	0,4	0	1	0,5	1	0,0	0,0114145	1	0,426299	0,454945	0,509177	0,410943	0,466112	0,480595	
148	81,098 m	0,0	1	1,00000	1	0	0,5	0,4	0,0	1	0,75	1	0,25	0,4	0	1	0,5	1	0,0	0,0040589	1	0,413734	0,444279	0,497638	0,437538	0,450055	0,465005	
149	153,515 m	0,0	1	1,00000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,75	1	0,5	0,4	1	1	0	0	0,0	0,00767575	1	0,456409	0,487166	0,545444	0,415526	0,472871	0,502688	
150	88,339 m	0,0	0,5	1,00000	0	0	0,6	0,0	0	1	0,75	1	0,5	0,4	1	1	0	0	0,0	0,0079997	1	0,470997	0,512194	0,573735	0,437073	0,490788	0,528536	
151	167,343 m	0,0	1	1,00000	1	0	0,6	0,0	1	1	0,5	1	0,5	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,00836715	1	0,496237	0,528778	0,592073	0,482778	0,527680	0,545887	
152	89,099 m	0,0	1	1,00000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	0	1	0,5	1	0,0	0,00445495	1	0,406418	0,436309	0,488653	0,376365	0,430018	0,442033	
153	133,404 m	0,0	1	1,00000	0	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	0	1	0,5	1	0,0	0,0066702	1	0,394566	0,421503	0,471931	0,366703	0,417006	0,428172	
154	117,087 m	0,0	0,5	1,00000	0	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,00585435	1	0,381298	0,408625	0,457555	0,365656	0,406627	0,432396	
155	194,268 m	0,0	0	0,50000	0	0	0,6	0,0	0	1	0,25	0,4	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,0097134	1	0,319353	0,338974	0,388120	0,307248	0,338205	0,359542	
156	183,816 m	0,0	0,5	1,00000	0	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,0043015	1	0,429315	0,471315	0,541717	0,433315	0,486963	0,512183	
157	86,115 m	0,0	1	1,00000	1	0	0,6	0,0	1	1	0,25	0,5	0,75	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,00430575	1	0,478554	0,510841	0,572184	0,449381	0,510365	0,527399	
158	141,681 m	0,0	0,5	0,50000	0	0	0,6	0,0	1	1	0,25	0,5	0,75	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,00708405	1	0,431933	0,452242	0,506368	0,409982	0,459082	0,472773	
159	196,197 m	0,0	1	1,00000	0	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,75	0,4	1	1	0	0	0,0	0,00980985	1	0,435333	0,462450	0,517613	0,398130	0,445062	0,479017	
160	95,202 m	0,0	1	0,50000	1	0	0,4	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	0	1	1	1	0,0	0,0047601	1	0,413731	0,441746	0,494724	0,433916	0,463904	0,480304	
161	93,836 m	0,0	1	0,50000	1	0	0,4	0,0	0	1	0,75	1	0,5	0,4	0	1	1	1	0,0	0,0046918	1	0,424237	0,453331	0,507724	0,390795	0,444779	0,474293	
162	72,835 m	0,0	1	1,00000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,00364275	1	0,426088	0,456955	0,528084	0,402524	0,458804	0,474762	
163	95,332 m	0,0	1	0,50000	1	0	0,4	0,0	0	1	0,5	0,5	0,5	0,4	1	1	0	0	0,0	0,0047666	1	0,426757	0,454690	0,509193	0,389766	0,442619	0,470414	
164	105,242 m	0,0	0,5	1,00000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,75	1	0,5	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,0052621	1	0,465682	0,483296	0,541264	0,415494	0,469135	0,483435	
165	114,531 m	0,0	1	0,50000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,5	0,5	0,75	0,4	1	1	0	0	0,0	0,00572655	1	0,428502	0,456530	0,511201	0,391379	0,444389	0,473205	
166	219,529 m	0,0	1	0,50000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,5	0,5	0,75	0,4	1	1	0	0	0,0	0,01097645	1	0,420401	0,448316	0,501685	0,401106	0,454878	0,483579	
167	146,903 m	0,0	1	0,50000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,75	1	0,5	0,4	1	1	0,5	1	0,0	0,00760075	1	0,470200	0,504200	0,564597	0,450439	0,502653	0,521853	
168	121,666 m	0,0	1	0,50000	0	0	0,6	0,0	0	1	0,5	0,5	0,75	0,4	0	1	0	0	0,0	0,0062633	1	0,397087	0,421226	0,471737	0,382215	0,438125	0,466071	
169	92,563 m	0,0	1	0,50000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,75	0,4	0	1	0	0	0,0	0,00462815	1	0,407298	0,434391	0,486570	0,396332	0,449443	0,478123	
170	211,250 m	0,0	1	1,00000	1	0	0,6	0,0	0	1	0,5	1	0,5	0,4	1	1	0	0	0,0									