

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA

LUCAS BEZERRA ALESSI

METODOLOGIA DE ANÁLISE CICLOVIÁRIA UTILIZANDO O BEQI: UMA
APLICAÇÃO ENVOLVENDO DISCIPLINAS EXTENSIONISTAS DA UFSC JOINVILLE

Joinville
2025

LUCAS BEZERRA ALESSI

METODOLOGIA DE ANÁLISE CICLOVIÁRIA UTILIZANDO O BEQI: UMA
APLICAÇÃO ENVOLVENDO DISCIPLINAS EXTENSIONISTAS DA UFSC JOINVILLE

Trabalho apresentado como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Transportes e Logística, no Centro Tecnológico de Joinville, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador(a): Profa. Dra. Simone Becker
Lopes

Joinville
2025

LUCAS BEZERRA ALESSI

METODOLOGIA DE ANÁLISE CICLOVIÁRIA UTILIZANDO O BEQI: UMA
APLICAÇÃO ENVOLVENDO DISCIPLINAS EXTENSIONISTAS DA UFSC JOINVILLE

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Transportes e Logística, no Centro Tecnológico de Joinville, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Joinville (SC), 27 de Novembro de 2025.

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Simone Becker Lopes
Orientador(a)/Presidente
UFSC CTJ

Prof. Dra. Andréa Holz Pfutzenreuter
Membro(a)
UFSC CTJ

Prof. Dr. Helry Luvillany Fontenele Dias
Membro(a)
UFSC CTJ

Dedico este trabalho à minha família (Walter, Adriana e Camila Alessi) que esteve comigo nos melhores e piores momentos desta trajetória. Mesmo distantes fisicamente durante parte desse período, sempre estiveram presentes onde quer que eu estivesse. Tudo o que conquistei até aqui carrega a força, o exemplo e o amor que recebi de vocês.

À minha namorada, Sheron Fernandes Costa, dedico também esta conquista. Obrigado por compartilhar comigo este caminho, pelas conversas, pelo apoio nas decisões certas e nas nem tão certas durante boa parte desses anos, e por construirmos diariamente um sonho a dois que escolho chamar de amor. Que nossa parceria, respeito e completude sigam sempre.

Por fim, dedico aos amigos que tornaram a vida longe da minha cidade natal mais leve e acolhedora: aos meus irmãos da República Sem Saída, aos amigos do Bohêmios, aos quase seis anos de Bateria Nota Cem e a todos que cruzaram meu caminho na UFSC e fora dela. Cada um de vocês deixou uma marca que levo comigo com grande carinho.

AGRADECIMENTOS

Disponho deste espaço para agradecer aos meus professores que me orientaram durante esses anos e de forma exemplar ministrando conteúdos que eu nunca imaginei conseguir lidar, me capacitaram não só de forma técnica mas também como ser humano. Sempre demonstrando de forma clara a qualidade do ensino superior público no Brasil, numa luta diária para democratizar a educação em um país tão desigual.

Trago destaque a Professora Simone Becker que desde o dia em que a procurei apenas com a vontade em mente, mas ouvidos abertos para receber todo o conhecimento que essa profissional de renome na área poderia me auxiliar e saímos de lá com uma ideia que hoje se concretiza. Essa menção se faz ainda mais meritosa, pelo eterno agradecimento de ter encarado grandes dificuldades durante o trajeto e mesmo assim ter me orientado mostrando-se uma pessoa admirável força.

“ Na relação entre diversidade, identidade e coexistência reside um dos segredos da segurança e da saúde da cidade ”

Jaime Lerner

RESUMO

Este estudo apresenta o desenvolvimento de um fluxo de trabalho padronizado para avaliação da infraestrutura cicloviária urbana de Joinville, tomando como referência o índice Bicycle Environmental Quality Index (BEQI) e a articulação entre disciplinas extensionistas da UFSC Joinville e o Observatório de Mobilidade (ObMobi). O trabalho parte da lacuna institucional referente à ausência de procedimentos sistemáticos para organizar a coleta em campo, estruturar o tratamento dos dados e produzir mapas temáticos atualizáveis do ambiente ciclável. Para enfrentar esse problema, propõe-se uma metodologia que integra formação acadêmica, extensão universitária e produção de informação geoespacial voltada ao planejamento urbano. O objetivo central consiste em estruturar um fluxo de trabalho colaborativo para aplicação do BEQI em trechos viários definidos, utilizando formulário digital para coleta, planilhas para consolidação dos indicadores e o QGIS para espacialização e comunicação dos resultados. A pesquisa tem caráter aplicado e foi construída a partir de uma etapa piloto e de um estudo de caso em via arterial previamente avaliada, contemplando pré-coleta, levantamento em campo, organização dos dados e geração de produtos cartográficos. O procedimento não é automatizado, mas segue um padrão replicável que reduz ambiguidades, facilita o preenchimento e assegura consistência analítica entre diferentes turmas. Os resultados demonstram que a metodologia é exequível e capaz de gerar diagnósticos consistentes sobre a qualidade da infraestrutura cicloviária, evidenciando diferenças entre a coleta remota de 2020 e o levantamento em campo de 2025, especialmente em domínios mais sensíveis à observação presencial. A reaplicação do BEQI no corredor analisado permitiu identificar permanências, melhorias pontuais e variações decorrentes do método de coleta, reforçando o potencial de construção de séries históricas comparáveis. Além disso, o fluxo proposto mostrou-se adequado às rotinas do ObMobi e apto a ser incorporado como processo institucional de monitoramento contínuo da ciclomobilidade. Em conjunto, os achados fortalecem a formação discente, ampliam a capacidade técnica do observatório e contribuem para qualificar o planejamento cicloviário no município.

Palavra-chave: BEQI. Extensão. QGIS. ObMobi.

ABSTRACT

This study presents the development of a standardized workflow for assessing urban bicycle infrastructure in Joinville, Brazil, based on the Bicycle Environmental Quality Index (BEQI) and on collaboration between extension courses at UFSC Joinville and the local Mobility Observatory (ObMobi). The research addresses an institutional gap stemming from the absence of systematic procedures for organizing fieldwork, structuring data processing, and producing updatable thematic maps to support bicycle-oriented urban planning. The proposed methodology integrates academic training, university extension, and geospatial information production, establishing a collaborative workflow to apply the BEQI to selected street segments using a digital form for data collection, spreadsheets for indicator consolidation, and QGIS for spatialization and communication of results. The study adopts an applied research approach and was developed through a pilot stage and a case study on a previously evaluated arterial corridor, encompassing pre-survey preparation, field data collection, data organization, and the generation of cartographic outputs. Although not automated, the procedure follows a replicable standard that reduces ambiguity, facilitates form completion, and ensures analytical consistency across different student cohorts. The results indicate that the methodology is feasible and capable of generating robust diagnoses of bicycle infrastructure quality, highlighting differences between a remote 2020 survey and 2025 in-person data collection, especially in dimensions more sensitive to on-site observation. Reapplying the BEQI in the same corridor enabled the identification of persistent conditions, punctual improvements, and variations attributable to data collection methods, reinforcing the potential to build comparable historical time series. The workflow proved compatible with ObMobi's routines and can be incorporated as an institutional process for continuous monitoring of bicycle mobility in the municipality. Overall, the findings strengthen student training, expand the observatory's technical capacity, and contribute to improving the quality of bicycle planning and mobility policy in Joinville.

Keywords: BEQI. Extension in education. GIS. ObMobi.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Planilha: avaliação e integração BEQI com o QGIS.	24
Figura 2 – Interface do QGIS.	26
Figura 3 – Trecho avaliado com o índice BEQi na Rua Camboriú, Joinville. . . .	27
Figura 4 – Proposta para a malha cicloviária do município de Cabo Frio/RJ. . .	28
Figura 5 – Página inicial do ObMobi.	30
Figura 6 – Página inicial do Observatório da Mobilidade Urbana da UFSC . . .	31
Figura 7 – Página inicial do Observatório da Mobilidade Urbana de Salvador .	31
Figura 8 – Fluxograma das etapas do método	37
Figura 9 – Delimitação espacial do estudo de caso na Avenida Marquês de Olinda (2025)	39
Figura 10 – Mapa temático – BEQI na Avenida Marquês de Olinda (2025)	41
Figura 11 – Gráfico Score BEQI dos 23 trechos de 2025	42
Figura 12 – Mapa temático do subtrecho – Avaliação BEQI (2020)	45
Figura 13 – Mapa temático do subtrecho – Avaliação BEQI (2025)	46
Figura 14 – Comparativo trecho a trecho – Score BEQI (2020 × 2025)	48
Figura 15 – Desempenho por domínio (2020)	49
Figura 16 – Desempenho por domínio (2025)	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Linha do tempo da extensão universitária no Brasil (1988–2025) . .	18
Quadro 2 – Metodologias brasileiras de avaliação cicloviária (2006–2017) . . .	21
Quadro 3 – Categorias e indicadores do BEQI original	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados do BEQI – Trechos avaliados em 2025 (Avenida Marquês de Olinda)	40
Tabela 2 – Correspondência entre trechos avaliados em 2020 e 2025 na Av. Marquês de Olinda (Benjamin Constant–Timbó)	43
Tabela 3 – Resultados normalizados do BEQI – Trechos avaliados em 2020 (subtrecho Benjamin Constant–Timbó)	44
Tabela 4 – Médias do BEQI – subtrecho Benjamin Constant–Timbó (2020 × 2025)	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVO GERAL	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3	JUSTIFICATIVA	15
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	A UNIVERSIDADE PÚBLICA E A EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA	17
2.1.1	A extensão nas universidades	17
2.1.2	Extensão no curso de Transportes e Logística	19
2.2	INDICADORES DE AVALIAÇÃO DA CICLOMOBILIDADE URBANA	19
2.2.1	Bicycle Environmental Quality Index (BEQI)	21
2.3	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) APLICADOS À MOBILIDADE	24
2.3.1	Sistemas de Informações Geográficas	25
2.3.1.1	SIG nos Transportes (SIG-T)	25
2.3.2	QGIS como Software de Avaliação Cicloviária	26
2.4	OBSERVATÓRIOS DE MOBILIDADE: CONCEITOS E RELEVÂNCIA	29
2.4.1	O Observatório de Mobilidade da UFSC Joinville (ObMobi)	29
2.4.2	Observatórios de Mobilidade no Brasil	30
2.4.3	Síntese e Relação com Este Estudo	32
3	METODOLOGIA	33
3.1	CONSTRUÇÃO METODOLÓGICA	33
3.2	AGENTES PARTICIPANTES E ORGANIZAÇÃO DOS PROCESSOS	34
3.3	ETAPA 1 — PRÉ-COLETA	35
3.4	ETAPA 2 — COLETA EM CAMPO	35
3.5	ETAPA 3 — TRATAMENTO, INTEGRAÇÃO EM SIG E GERAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS	36
3.6	SÍNTESE DO FLUXO METODOLÓGICO	36
4	RESULTADOS	38
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	38
4.2	RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO (2025)	39
4.3	COMPARAÇÃO ENTRE AS APLICAÇÕES DE 2020 E 2025	42
4.3.1	Mapas comparativos	44
4.3.2	Tabela comparativa	46
4.3.3	Comparação nos Domínios	48
4.3.4	Análise de potencial dos resultados	50

4.4	DISCUSSÕES	51
4.4.1	Impactos da metodologia de coleta nos resultados	51
4.4.2	Desafios das bases institucionais e padronização dos trechos .	51
4.4.3	Implicações didáticas e operacionais	52
4.4.4	Gestão de dados e infraestrutura digital	52
4.4.5	Continuidade do projeto e papel do Observatório de Mobilidade	53
4.4.6	O papel do acervo digital do NEMOBIS	53
5	CONCLUSÃO	54
5.1	TRABALHOS FUTUROS	55
	REFERÊNCIAS	57
	 APÊNDICES	61
	APÊNDICE A – Seção Segurança na aplicação original do BEQI .	62
	APÊNDICE B – Seção Segurança na aplicação modificada do BEQI por Zanuzo (2017)	63
	APÊNDICE C – Valores fixos do BEQI adaptado e reescalonado .	64
	APÊNDICE D – Manual de Boas Práticas BEQI para coleta de dados em campo	68

1 INTRODUÇÃO

A extensão universitária ocupa um papel estratégico nas universidades brasileiras ao promover a integração entre o conhecimento acadêmico e as demandas sociais dos territórios ao longo da história. No campo da mobilidade urbana, essa aproximação é particularmente relevante, pois permite que análises e diagnósticos produzidos em disciplinas tenham o potencial de contribuir na construção de políticas públicas e compreensão de dinâmicas de deslocamento. Este trabalho se insere nessa conjuntura, articulando práticas de ensino, pesquisa e extensão no tema da mobilidade ativa.

No contexto ciclovitário, sua avaliação têm sido objeto de crescente interesse acadêmico e institucional, especialmente diante da necessidade de compreender os fatores ambientais que influenciam deslocamentos ativos frente aos problemas da mobilidade urbana de grandes cidades. O uso de indicadores e ferramentas de georreferenciamento tem sustentado metodologias capazes de caracterizar a qualidade das vias cicláveis, como ocorre com o Bicycle Environmental Quality Index (BEQI), desenvolvido pelo Departamento de Saúde Pública de São Francisco em 2009, e posteriormente adaptado pela UDESC em 2017 e pela UFSC em 2020 para aplicação em Joinville (SFDPH, 2009; HENNING et al., 2018).

Dentro da UFSC Joinville, o projeto incorporou essas discussões às disciplinas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Transportes Não Motorizados (TNM), por meio das docentes Simone Becker e Andrea Pfutzenreuter, que em 2020 passaram a adaptar e aplicar o BEQI nas atividades acadêmicas vinculadas ao projeto Probolsa. A experiência envolveu a revisão dos instrumentos originalmente utilizados pela UDESC, a correção das planilhas digitais de coleta e a criação de fluxos colaborativos de dados, permitindo que estudantes participassem diretamente da avaliação da malha ciclovitária do município (MORAIS, 2020).

Esse processo se alinha às diretrizes nacionais de curricularização da extensão, iniciadas com o Plano Nacional de Educação de 2014, que estabeleceu a obrigatoriedade de 10% da carga horária dos cursos destinada à extensão, e consolidadas pela Resolução nº 7/2018, que definiu critérios para sua implementação. No âmbito da UFSC Joinville, essas exigências foram incorporadas ao novo Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Transportes e Logística (PPC 2025), reforçando a necessidade de metodologias que articulem atividades acadêmicas e práticas extensionistas de forma estruturada.

Entretanto, observa-se que ainda não existe um processo metodológico padronizado que organize a coleta, sistematização e análise de dados ciclovitários entre diferentes turmas ao longo dos semestres. As experiências prévias revelaram que,

embora existam instrumentos adaptados e fluxos colaborativos, eles não constituem ainda uma metodologia institucional consolidada, capaz de orientar as disciplinas de maneira integrada e contínua (MORAIS, 2020). Nesse cenário, surge o seguinte problema de pesquisa: como estruturar uma metodologia organizada e replicável de avaliação ciclovária, adequada às disciplinas extensionistas da UFSC e integrada ao processo de produção de dados do ObMobi?

A justificativa deste estudo baseia-se na importância de métodos consistentes para subsidiar análises sobre infraestrutura ciclovária e apoiar o planejamento urbano. Abordagens baseadas em indicadores ambientais, como o BEQI, permitem identificar características do ambiente que influenciam a qualidade das vias e o comportamento dos ciclistas (SFDPH, 2009). No contexto institucional da UFSC, a articulação entre disciplinas e observatórios demanda instrumentos claros e aplicáveis, capazes de orientar coletas presenciais, manejo de dados e representação espacial das informações (HENNING et al., 2018). Esses aspectos motivam a construção de uma metodologia específica para as atividades extensionistas.

Assim, o objetivo geral deste trabalho é propor uma metodologia de avaliação da infraestrutura ciclovária urbana baseada em indicadores, estruturada para aplicação conjunta entre disciplinas extensionistas da UFSC Joinville e integrada ao fluxo de dados do ObMobi.

A abordagem metodológica adotada nesta pesquisa utiliza o BEQI como base conceitual para a avaliação ciclovária, empregando ferramentas digitais e recursos de geoprocessamento para organizar e operacionalizar os indicadores necessários à análise. Essa estrutura metodológica será detalhada nos capítulos seguintes, destacando os processos de coleta, sistematização e tratamento dos dados.

O desenvolvimento desse processo metodológico busca orientar o trabalho coletivo entre as disciplinas, estruturando etapas de pré-coleta, coleta em campo e organização dos dados, de modo a qualificar as atividades extensionistas relacionadas à mobilidade ciclovária.

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor uma metodologia de avaliação da infraestrutura ciclovária urbana baseada em indicadores, adequada às disciplinas extensionistas da UFSC Joinville e integrada ao fluxo de produção de dados do ObMobi.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- a. Revisar os instrumentos e procedimentos utilizados na aplicação do BEQI pela UDESC e UFSC, identificando elementos passíveis de padronização;

- b. Estruturar um fluxo metodológico integrado para pré-coleta, coleta e sistematização de dados ciclovitários no contexto das disciplinas extensionistas;
- c. Implementar a metodologia proposta em um trecho piloto da malha ciclovitária de Joinville, a fim de verificar sua aplicabilidade;
- d. Organizar os dados coletados e produzir representações temáticas em ambiente SIG para integração ao ObMobi.

1.3 JUSTIFICATIVA

A curricularização da extensão, consolidada nacionalmente pelo Plano Nacional de Educação de 2014 e regulamentada pela Resolução nº 7/2018, estabelece que práticas extensionistas devem integrar a formação acadêmica por meio de ações articuladas ao território e às demandas sociais. No âmbito da UFSC Joinville, o novo Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Transportes e Logística (PPC 2025) reforça essa diretriz ao exigir que disciplinas vinculadas à mobilidade urbana desenvolvam métodos estruturados de coleta e análise de dados (BRASIL, 2018; UFSC, 2023).

Os observatórios de mobilidade, conforme discutido na literatura, desempenham papel estratégico ao reunir, organizar e disponibilizar informações que subsidiem análises territoriais, fortalecem a tomada de decisão e ampliam a participação acadêmica e social (SOARES et al., 2020). Para que cumpram essa função, dependem de instrumentos metodológicos consistentes que permitam a atualização contínua da base de dados e a padronização das análises.

No caso de Joinville, diretrizes municipais como o PlanMob e o Plano de Desenvolvimento dos Transportes Ativos (PDTA) destacam a necessidade de avaliações qualitativas e quantitativas da infraestrutura ciclovitária (JOINVILLE, 2016). Contudo, documentos recentes (como o relatório Joinville Cidade em Dados 2024 – Ambiente Construído) evidenciam que os registros públicos disponíveis se concentram apenas na extensão da malha ou em estatísticas de acidentes, não contemplando diagnósticos qualitativos das condições ambientais das vias (JOINVILLE, 2024). Essa ausência de informações impede o monitoramento sistemático da rede e revela uma lacuna relevante no atendimento às metas de planejamento.

Além disso, experiências anteriores de aplicação do BEQI demonstraram que, embora o método seja adequado à avaliação ambiental de trechos cicláveis, ainda não existe um fluxo institucional padronizado que organize as etapas de coleta, sistematização e publicação de dados no contexto das disciplinas extensionistas.

Diante desse cenário, justifica-se o desenvolvimento de uma metodologia integrada que organize o trabalho entre as disciplinas, sistematize os procedimentos de coleta e tratamento de informações ciclovitárias e forneça estrutura contínua para

alimentar o ObMobi, atendendo simultaneamente às exigências institucionais de extensão e às necessidades de planejamento urbano do município.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos, conforme descrito a seguir:

Capítulo 1 – Introdução: apresenta o tema central da pesquisa, destacando a relevância da extensão universitária como articuladora entre ensino, território e políticas públicas de mobilidade. Define o problema de pesquisa associado à ausência de rotinas sistematizadas de diagnóstico ciclovitário em Joinville, estabelece os objetivos, justifica a pertinência acadêmica e social do estudo e descreve a organização geral do trabalho.

Capítulo 2 – Fundamentação Teórica: reúne o referencial teórico que sustenta a pesquisa, estruturado em quatro eixos principais. O primeiro discute o papel da universidade pública e a curricularização da extensão. O segundo apresenta os indicadores de avaliação da ciclomobilidade, com ênfase no BEQI e suas adaptações. O terceiro explora os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e o uso do QGIS na análise espacial aplicada à mobilidade ativa. O quarto examina conceito e função dos observatórios de mobilidade, com destaque para o ObMobi. Em conjunto, esses elementos fornecem o alicerce conceitual que orienta a construção da metodologia.

Capítulo 3 – Metodologia: descreve a proposta para organizar, padronizar e operacionalizar a avaliação ciclovitária baseada no BEQI no âmbito das disciplinas extensionistas da UFSC Joinville. Apresenta a estrutura geral do método, os agentes e responsabilidades envolvidos, o fluxo de trabalho em suas etapas (pré-coleta, coleta, tratamento e integração dos dados) e os instrumentos utilizados, bem como o delineamento do estudo de caso selecionado para validação da proposta.

Capítulo 4 – Resultados: apresenta os frutos da aplicação da metodologia no estudo de caso da Avenida Marquês de Olinda. Inclui a análise dos escores do BEQI por trecho e domínio, a comparação entre as avaliações de 2020 (remota) e 2025 (in loco), a discussão das diferenças decorrentes dos procedimentos de coleta e a identificação das limitações operacionais observadas durante o processo.

Capítulo 5 – Conclusões: sintetiza as principais contribuições da pesquisa, destacando a consolidação de uma metodologia replicável de avaliação ciclovitária e seu potencial formativo e institucional. Discute as limitações do estudo, reforça o papel do ObMobi como estrutura de continuidade e apresenta direções para trabalhos futuros voltados ao aprimoramento técnico, metodológico e analítico da aplicação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo é dividido em quatro seções que, inicialmente, apresentam a importância da universidade pública como meio de promover uma educação de qualidade, sempre atrelada aos reais interesses da população e atuando como formadora de políticas públicas representativas em seus diversos âmbitos. As seções 2 e 3 apresentam os principais indicadores utilizados para avaliação da ciclomobilidade e discutem os fundamentos técnicos dos SIGs necessários para organizar e representar espacialmente essas informações. Por fim, discute-se o conceito de observatórios de mobilidade urbana e são apresentados exemplos práticos e funcionais existentes no Brasil.

2.1 A UNIVERSIDADE PÚBLICA E A EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

A universidade pública brasileira consolidou-se como instituição estratégica para o desenvolvimento científico e social, especialmente após a Constituição Federal de 1988, que estabeleceu a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão como princípio orientador das instituições de ensino superior (BRASIL, 1988). Esse marco redefiniu o papel da universidade, conferindo à extensão o status de função estruturante e aproximando a formação acadêmica das demandas sociais e territoriais.

Nesse contexto, a extensão universitária passa a representar o principal mecanismo de diálogo entre universidade e sociedade, oferecendo oportunidades de formação prática, produção de conhecimento aplicado e participação em processos de decisão pública. É a partir dessa concepção que se desenvolvem as políticas e diretrizes contemporâneas que orientam o planejamento institucional das universidades brasileiras e fundamentam este estudo.

2.1.1 A extensão nas universidades

A consolidação da extensão universitária como componente estruturante do ensino superior brasileiro intensificou-se após 1988, quando diferentes instrumentos normativos passaram a detalhar e debater a prática extensionista, atribuindo a ela função formativa e relevância social de caráter permanente.

Durante as décadas seguintes, novas diretrizes foram publicadas com o objetivo de orientar institucionalmente a extensão universitária. O Plano Nacional de Extensão Universitária (1999) e a Política Nacional de Extensão (2012), ambos coordenados pelo FORPROEX, sistematizaram princípios metodológicos como interdisciplinaridade, interação dialógica e impacto social (FORPROEX, 2012). Esses documentos ampliaram a compreensão da extensão como prática acadêmica integrada ao

território e reforçaram sua importância na formação profissional. Em 2014, o Plano Nacional de Educação (PNE 2014–2024) avançou ao estabelecer a Meta 12.7, determinando que ao menos 10% da carga horária dos cursos de graduação fosse dedicada à extensão (BRASIL, 2014).

Esse processo histórico pode ser sintetizado no Quadro 1, que reúne os marcos legais e institucionais mais relevantes no período de 1988 a 2025 e evidencia a crescente centralidade da extensão na organização curricular das instituições de ensino superior, culminando com a adaptação da UFSC Joinville à Resolução nº 7/2018 por meio do PPC 2025.

Quadro 1 – Linha do tempo da extensão universitária no Brasil (1988–2025)

Ano	Fato	Evento
1988	Constituição Federal: estabelece a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão (Art. 207).	Marco constitucional que fundamenta a extensão como função indissociável do ensino superior.
1999	Plano Nacional de Extensão Universitária (FORPROEX): primeiros objetivos sistematizados.	Estabeleceu diretrizes e campos temáticos, estruturando a atuação extensionista nas universidades públicas.
2001	Plano Nacional de Educação (2001–2010): inclusão da extensão como estratégia institucional.	Indicou a extensão como parte do compromisso social da universidade pública.
2012	Política Nacional de Extensão Universitária (FORPROEX).	Reforçou os princípios da interação dialógica, impacto social e interdisciplinaridade.
2014	Novo PNE (2014–2024): Meta 12.7 – 10% da carga horária dos cursos dedicada à extensão.	Introduziu meta obrigatória de carga horária mínima para extensão nos cursos de graduação.
2018	Resolução CNE/CES nº 7/2018: torna obrigatória a extensão nos currículos de graduação.	Primeira regulamentação nacional tornando a extensão obrigatória nos currículos.
2025	Início do novo PPC da UFSC Joinville.	Adesão institucional da UFSC às novas diretrizes, integrando extensão ao PPC.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em BRASIL (1988, 2014, 2018), FORPROEX (1999, 2012), UFSC (2023).

A partir desse conjunto de marcos legais, observa-se que a extensão universitária evoluiu para assumir papel central na formação acadêmica, impulsionando a integração entre ensino e território e orientando a produção de conhecimento aplicado. Essa transformação repercute diretamente na organização curricular da UFSC Joinville e, em especial, no curso de Engenharia de Transportes e Logística, que passa a incorporar práticas extensionistas como parte estruturante de suas atividades didá-

ticas. A subseção seguinte detalha como esse processo se materializa no contexto institucional do curso e fundamenta as demandas que motivaram o desenvolvimento deste estudo.

2.1.2 Extensão no curso de Transportes e Logística

A incorporação das diretrizes nacionais de extensão na UFSC Joinville se concretiza com a elaboração do novo Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Transportes e Logística (PPC 2025), alinhado às exigências da Resolução CNE/CES nº 7/2018 e às metas do Plano Nacional de Educação. O documento estabelece que parte da formação do estudante deve ocorrer em interação com demandas reais do território, integrando as atividades curriculares a práticas extensionistas que aproximam teoria e aplicação (UFSC, 2023).

Nesse contexto, as disciplinas de SIG e TNM destacam-se historicamente pela realização de atividades aplicadas de análise territorial e mobilidade ativa, constituindo-se como espaços consolidados de articulação entre ensino e extensão. Ao longo dos anos desenvolveram estudos de caminhabilidade, diagnósticos de infraestrutura ciclável e levantamentos espaciais, com alguns deles integrando o acervo do ObMobi.

A plataforma cumpre papel essencial nesse arranjo institucional ao funcionar como repositório estruturado para os dados produzidos nas atividades extensionistas, permitindo sua consolidação, organização e disponibilização pública. A existência de um observatório vinculado a um curso de engenharia reforça a relevância de integrar práticas extensionistas às atividades regulares de ensino, ampliando a capacidade da universidade de contribuir com análises qualificadas para o planejamento urbano.

A articulação entre PPC, disciplinas e observatório evidencia a importância de fortalecer práticas que utilizem indicadores e representações espaciais como instrumentos formativos e de apoio técnico às políticas públicas. Esse cenário fundamenta o desenvolvimento do presente estudo e estabelece a transição para a seção seguinte, dedicada aos indicadores aplicados à ciclomobilidade, que constituem base técnica para a avaliação da infraestrutura analisada ao longo do trabalho.

2.2 INDICADORES DE AVALIAÇÃO DA CICLOMOBILIDADE URBANA

A construção de indicadores específicos para a ciclomobilidade tem papel central nos estudos de mobilidade urbana, pois permite transformar percepções individuais de segurança, conforto e atratividade em métricas objetivas, comparáveis e aplicáveis ao planejamento. Na literatura internacional, esses indicadores surgem como resposta à predominância histórica do automóvel nas políticas urbanas, propondo formas de avaliar a infraestrutura ciclável de modo sistemático.

Os primeiros modelos, desenvolvidos entre as décadas de 1970 e 1990, concentraram-se em variáveis operacionais e geométricas, com foco na segurança e interação entre ciclistas e veículos motorizados (DAVIS, 1987; EPPERSON, 1994). A partir dos anos 1990, abordagens como as de Landis (1994) ampliaram essas análises ao incorporar medidas baseadas na percepção de risco, marcando a transição para indicadores sensíveis à experiência do usuário (LANDIS, 1994). Modelos subsequentes passaram a incluir elementos como conectividade, declividade, uso do solo e características ambientais, destacando a complexidade dos fatores que influenciam a escolha da rota e a decisão de pedalar (EHRGOTT et al., 2012; CODINA et al., 2022; ARELLANA et al., 2020).

No Brasil, a incorporação desse debate ocorreu de forma gradual, acompanhando o fortalecimento institucional da mobilidade urbana a partir do Estatuto da Cidade (2001) e da Política Nacional de Mobilidade Urbana (2012) (BRASIL, 2001; BRASIL, 2012). Estudos nacionais buscaram adaptar métodos internacionais às especificidades urbanas brasileiras e propor indicadores próprios, considerando variáveis como descontinuidade de infraestrutura, presença de tráfego intenso, ocupação irregular do solo e desafios históricos da mobilidade ativa. Entre esses trabalhos destacam-se os de Kirner (2006), Monteiro e Campos (2011), Largura (2012), Magalhães et al. (2015), Schubert (2016), Cardoso e Campos (2016) e Zanuzo (2017), cujos avanços metodológicos contribuíram para consolidar um repertório de técnicas aplicáveis ao diagnóstico ciclovitário nacional.

A síntese desses estudos é apresentada no Quadro 2, que reúne as principais metodologias brasileiras desenvolvidas entre 2006 e 2017. A diversidade de abordagens evidencia tanto o amadurecimento técnico do campo quanto a necessidade de instrumentos capazes de captar múltiplas dimensões da experiência ciclovitária, desde aspectos físicos da via até condições de entorno.

Quadro 2 – Metodologias brasileiras de avaliação ciclovária (2006–2017)

Ano	Autor(es)	Metodologia ou aplicação
2006	Kirner	Aplicação adaptada da metodologia de Dixon (1996) para avaliação da rede ciclovária de São Carlos (SP).
2011	Monteiro e Campos	Proposta metodológica baseada na sistematização e revisão crítica de modelos internacionais.
2012	Largura	Adaptação do índice de caminhabilidade de Bradshaw (1993) para avaliação ciclovária em Balneário Camboriú (SC).
2015	Magalhães, Campos e Bandeira	Adaptação da metodologia de Dixon (1996) para identificação de redes cicláveis em Montes Claros (MG).
2016	Schubert	Desenvolvimento do Índice de Condição da Rede Ciclovária Verde (ICRCV) com foco em infraestrutura verde em Joinville (SC).
2016	Cardoso e Campos	Metodologia de planejamento com base em 73 parâmetros, aplicada ao contexto urbano de Nova Iguaçu (RJ).
2017	Zanuzo	Adaptação do BEQI (Bicycle Environmental Quality Index) ao contexto de Joinville (SC), com adequação às condições locais.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Kirner (2006), Monteiro e Campos (2011), Largura (2012), Magalhães et al. (2015), Schubert (2016), Cardoso e Campos (2016) e Zanuzo (2017).

Esse panorama teórico fundamenta o interesse por métodos observacionais e indicadores ambientais amplamente utilizados em pesquisas aplicadas no Brasil, como aqueles que serviram de base para iniciativas extensionistas realizadas em Joinville e que configuram o fundamento do método aprofundado na subseção seguinte.

2.2.1 Bicycle Environmental Quality Index (BEQI)

O Bicycle Environmental Quality Index (BEQI) foi desenvolvido pelo Departamento de Saúde Pública de São Francisco (SFDPH) em 2009 como uma ferramenta observacional voltada a mensurar condições ambientais que influenciam o uso da bicicleta no espaço urbano (SFDPH, 2009). O índice surgiu da necessidade de avaliar, de forma estruturada, fatores físicos e operacionais que afetam a segurança e a experiência do ciclista, permitindo transformar múltiplos atributos ambientais em métricas comparáveis entre diferentes trechos de via.

Sua formulação organiza 22 indicadores distribuídos em cinco categorias (segurança na interseção, tráfego, design da rua, segurança e uso da “rua”) contemplando elementos como velocidade veicular, número de faixas, conectividade da ciclovia, qualidade da pavimentação, visibilidade e uso lindeiro. A lógica do índice consiste em atribuir pesos diferenciados a cada variável conforme sua influência na experiência e na segurança percebida pelo ciclista, resultando em uma pontuação final de qualidade ambiental do trecho analisado. O Quadro 3 apresenta a estrutura original do instrumento.

Quadro 3 – Categorias e indicadores do BEQI original

Categoria	Indicadores
Segurança na interseção	Ciclovias curvadas à esquerda; Interseção da ciclovia tracejada; Não virar no sinal vermelho.
Tráfego	Número de pistas para veículos; Velocidade dos veículos; Redutores de velocidade; Estacionamento paralelo às ciclovias; Volume de tráfego; Porcentagem de veículos pesados.
Design da rua	Presença de área demarcada para bicicleta; Marcação na ciclovia; Largura da ciclovia; Arborização; Conectividade das ciclovias; Tipo/qualidade da pavimentação; Entradas de garagem; Inclinação.
Uso da “rua”	Vista desobstruída; Estacionamento de bicicletas; Uso lindeiro.
Segurança/Outros	Iluminação para pedestres e ciclistas; Presença de sinalização na ciclovia.

Fonte: Departamento de Saúde Pública de San Francisco (SFDPH, 2009).

Embora o BEQI apresente uma abordagem abrangente, sua aplicação em cidades brasileiras requer adaptações que considerem características locais de infraestrutura, uso do solo e padrões de circulação. Em Joinville, esse processo foi iniciado por Zanuzo (2017), que identificou limitações do modelo original frente às condições urbanas da cidade e propôs ajustes metodológicos relevantes para torná-lo compatível com a realidade local (ZANUZO, 2017).

Entre essas adaptações, destaca-se a exclusão da categoria “segurança em interseções”, pouco aplicável a cidades de médio porte na época, onde cruzamentos cicláveis não necessitavam ser tratados de forma sistemática. Também foi incorporada a dimensão psicossocial, que considera a percepção de segurança dos ciclistas a partir de dados criminais disponibilizados pela Secretaria de Segurança Pública de Santa Catarina. Esse acréscimo buscou refletir fatores subjetivos que influenciam o

deslocamento por bicicleta e que não estavam contemplados no BEQI original.

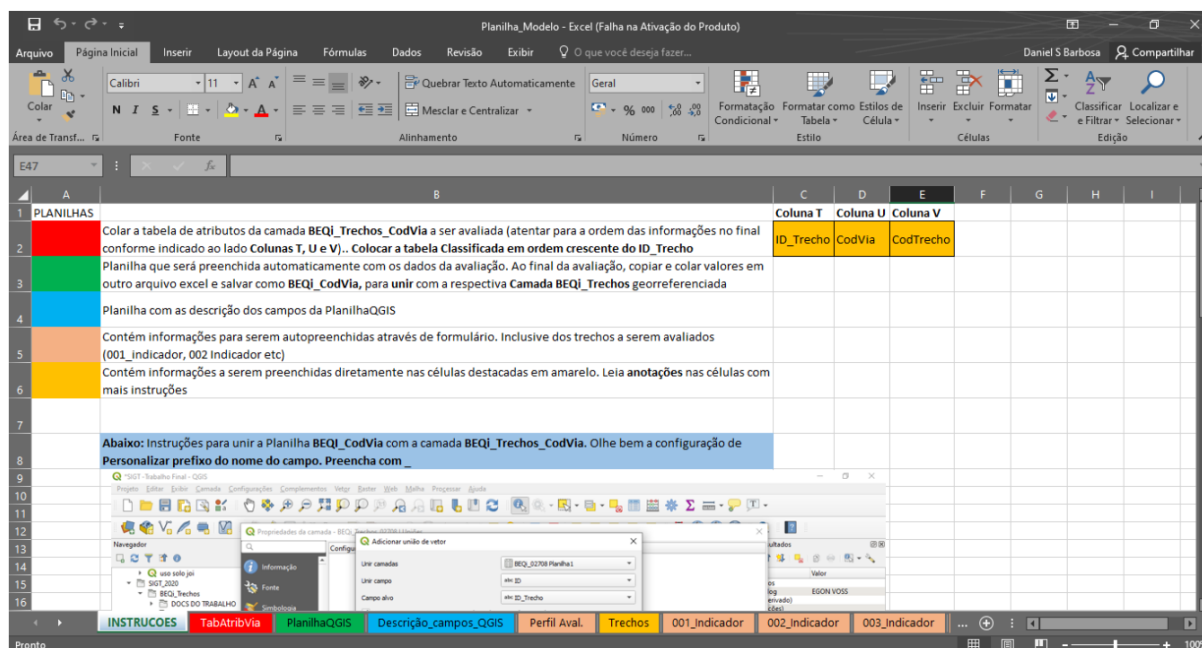
Outras modificações relevantes envolvem a variável de velocidade (convertida de milhas para quilômetros por hora) e a inclusão do estacionamento transversal, comum em ruas comerciais brasileiras. Em Joinville, essa condição foi intensificada pela Lei Municipal nº 391/2013, que permite o rebaixamento integral do meio-fio em frentes comerciais, ampliando pontos de conflito entre veículos, pedestres e ciclistas (JOINVILLE, 2013).

O conjunto de ajustes nas categorias “design da rua”, “segurança” e “uso lindeiro” resultou em um instrumento mais sensível às particularidades da cidade. Foram incorporados elementos como acessos a imóveis, conectividade do traçado, inclinação, sinalização horizontal da via ciclável, qualidade da iluminação e existência de equipamentos urbanos como bicicletários, praças e áreas de permanência. Esses aprimoramentos reforçam a adequação do índice às condições brasileiras e ampliam sua capacidade de diagnosticar a qualidade ambiental do espaço ciclável. As diferenças entre o modelo original e o adaptado (especialmente nas categorias de segurança e no tratamento das variáveis psicossociais) estão apresentadas visualmente nos Apêndices A e B.

A partir de 2020, o projeto NEMOBIS-UFSC retomou e ampliou o uso do BEQI no contexto da UFSC Joinville, incorporando o índice às atividades acadêmicas das disciplinas de Transportes Não Motorizados (TNM) e Sistemas de Informações Geográficas para Transportes (SIGT). Coordenado pela professora Simone Becker e com participação da professora Andréa Pfutzenreuter, o projeto buscou fortalecer a aplicação do BEQI como instrumento formativo e de apoio às ações extensionistas, promovendo sua adaptação ao ambiente pedagógico e às demandas locais de mobilidade urbana (MORAIS, 2020).

Nesse processo, a equipe docente, a estudante bolsista e os monitores da disciplinas desenvolveram materiais de apoio e revisaram as planilha de avaliação previamente utilizada pelo NEMOBIS-UDESC, incorporando orientações para aplicação consistente do índice e para sua integração com ferramentas de geoprocessamento. Esses ajustes contribuíram para padronizar a coleta de dados, facilitar o uso do instrumento em sala de aula e ampliar sua capacidade de diálogo com práticas de análise territorial desenvolvidas no curso de Engenharia de Transportes e Logística. A estrutura revisada da planilha encontra-se apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Planilha: avaliação e integração BEQI com o QGIS.



Fonte: Relatório Final NEMOBIS – Probolsa (2020).

De forma geral, a trajetória de apropriação e adaptação do BEQI na cidade de Joinville evidencia sua utilidade como instrumento capaz de sintetizar múltiplas dimensões do ambiente ciclável em indicadores comparáveis. Ao mesmo tempo, demonstra que sua aplicação torna-se mais eficaz quando articulada a plataformas de representação espacial que permitam organizar e comunicar os resultados de forma acessível. Nesse sentido, a integração do BEQI aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) constitui etapa fundamental para potencializar análises territoriais e subsidiar decisões no campo da mobilidade urbana, tema aprofundado na seção a seguir.

2.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) APLICADOS À MOBILIDADE

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) constituem ferramentas essenciais para o planejamento da mobilidade ao permitir a organização, integração e análise de dados georreferenciados. Sua capacidade de produzir mapas temáticos, identificar padrões espaciais e relacionar atributos ambientais ao território transforma informações dispersas em suporte estruturado à tomada de decisão (DANTAS et al., 1996; FITZ, 2008). Na mobilidade urbana, essa abordagem permite comparar trechos, avaliar condições locais e interpretar fenômenos que variam espacialmente, como segurança viária e qualidade da infraestrutura.

2.3.1 Sistemas de Informações Geográficas

Os SIG agregam componentes tecnológicos, bases de dados e procedimentos analíticos que possibilitam armazenar, manipular e representar informações espaciais de forma integrada (DANTAS et al., 1996). Inicialmente voltados ao armazenamento de dados cartográficos, evoluíram para plataformas capazes de realizar análises espaciais complexas, manipular vetores e raster, integrar diferentes fontes de dados e produzir representações cartográficas que sintetizam variáveis técnicas e ambientais (BRASIL, 2010). Ao combinar atributos não espaciais com sua localização, os SIG ampliam a compreensão do território e constituem instrumentos estratégicos para políticas públicas (ROSE, 2001).

Essa versatilidade justifica sua ampla adoção em áreas multidisciplinares, incluindo o planejamento urbano, a gestão ambiental e os estudos de mobilidade (CARDOSO, 1999). No caso da ciclomobilidade, permitem registrar e analisar condições específicas de cada trecho, como pavimentação, largura da via, iluminação e interferências, características que só podem ser avaliadas de forma adequada quando articuladas à sua representação espacial.

2.3.1.1 SIG nos Transportes (SIG-T)

No campo dos transportes, os SIG originam o SIG-T, um ambiente voltado à representação e análise da malha viária por meio de modelos em rede formados por arcos e nós (FILHO, 2016). Essa estrutura possibilita avaliar conectividade, realizar roteamento, estudar acessibilidade e compreender a relação entre o sistema viário e o uso do solo (WATERS, 1999). Por operar sobre entidades discretas rigorosamente posicionadas no espaço, o SIG-T suporta aplicações que vão da macro à microescala (THILL, 2000).

As análises de microescala são particularmente relevantes para pedestres e ciclistas, pois capturam características percebidas no nível do trecho, como qualidade das calçadas e ciclovias, condições de iluminação, declividade, segurança e conectividade local (SASAKI et al., 2022). Esses elementos variam em poucos metros e influenciam diretamente a decisão de deslocar-se por modos ativos (CAIN et al., 2017). Por essa razão, metodologias observacionais como o BEQI dependem de um ambiente capaz de lidar com alta desagregação espacial, atribuição detalhada de campos e representação precisa da malha cicloviária.

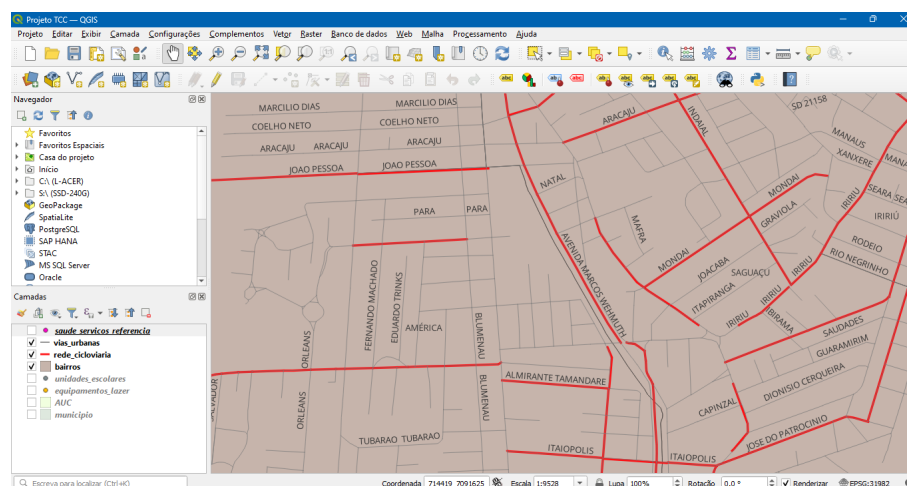
Nesse sentido, o QGIS constitui uma plataforma especialmente adequada, pois permite integrar dados coletados em campo, editar geometrias, manipular atributos e gerar produtos cartográficos que traduzem, com precisão, as condições ambientais de cada segmento de via. A seção seguinte aprofunda suas funcionalidades e sua importância para esta pesquisa.

2.3.2 QGIS como Software de Avaliação Ciclovitária

O QGIS é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre e de código aberto, criado em 2002, e amplamente utilizado em aplicações urbanas e ambientais devido à sua interface acessível, à robustez de suas ferramentas nativas e ao amplo ecossistema de extensões desenvolvidas pela comunidade (HOFFMANN et al., 2018). Por permitir manipulação vetorial, organização de atributos, execução de análises espaciais e produção de mapas temáticos, o software tornou-se referência entre instituições públicas, universidades e equipes de planejamento (QGIS Development Team, 2024; KULMAN, 2015).

A Figura 2 apresenta sua interface geral, ilustrando o ambiente no qual são administradas camadas, atributos e operações de geoprocessamento, elementos essenciais para análises em microescala aplicadas ao BEQI.

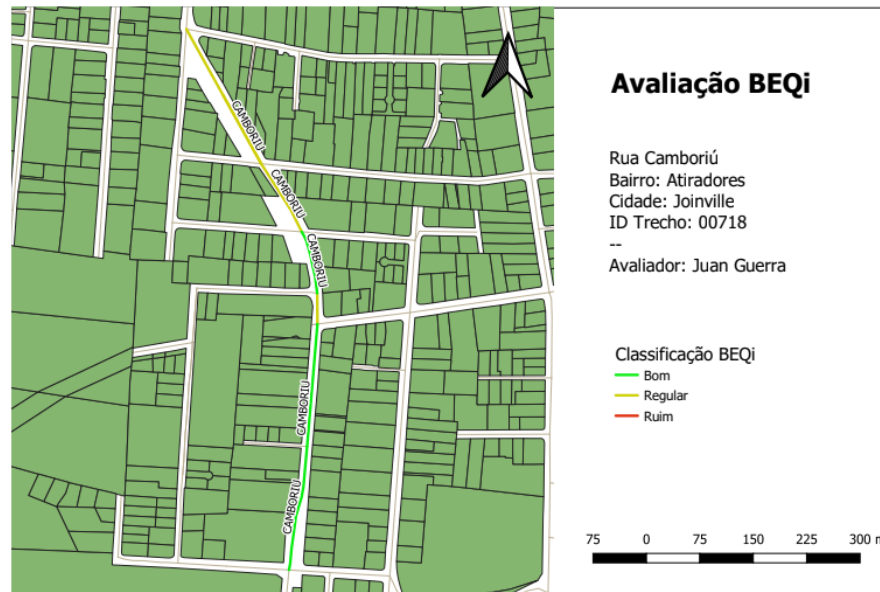
Figura 2 – Interface do QGIS.



Fonte: Autor (2025).

No contexto da avaliação ciclovitária, Moraes (2020) demonstra que o QGIS permite converter os indicadores coletados em campo em atributos espaciais associados a cada trecho da via, possibilitando identificar padrões de conectividade, pontos críticos e prioridades de intervenção (MORAIS, 2020). A Figura 3 exemplifica esse tipo de representação.

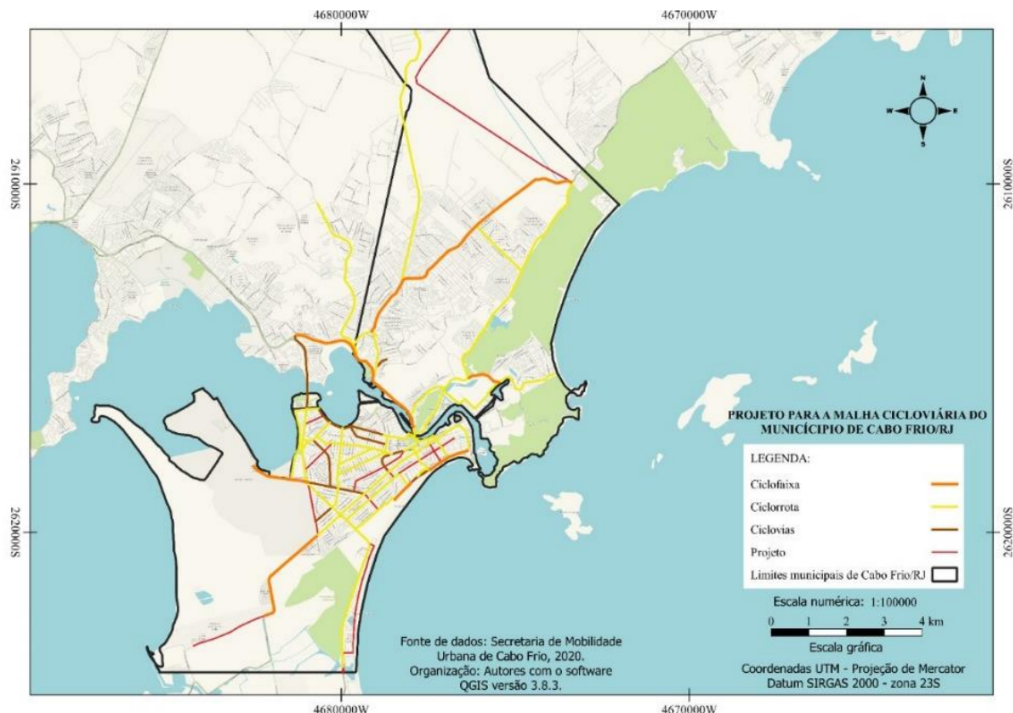
Figura 3 – Trecho avaliado com o índice BEQi na Rua Camboriú, Joinville.



Fonte: Projeto NEMOBIS – UFSC Joinville (2023).

Aplicações externas reforçam a relevância do QGIS para análises ciclovárias. Almeida et al. (2021), por exemplo, utilizaram o software para detectar fragmentações, lacunas e sobreposições da malha ciclovária de Cabo Frio (RJ), integrando bases municipais, federais e de serviços online. As etapas incluíram tratamento das camadas vetoriais, criação de classes específicas para ciclovias e ciclofaixas e execução de análises espaciais que permitiram comparar o cenário existente com propostas de ampliação da rede.

Figura 4 – Proposta para a malha ciclovitária do município de Cabo Frio/RJ.



Fonte: Almeida et al. (2021).

Em um panorama mais amplo, Ayala Filho (2016) analisou o desempenho de diferentes SIG livres em tarefas típicas do planejamento de transportes (como caminho mínimo, roteirização, manipulação de matrizes e análises de clusterização). O estudo mostrou que, embora o QGIS não possua nativamente todas as funcionalidades avançadas de SIG-T, ele apresenta desempenho consistente na maior parte das operações estruturais e pode ser expandido por meio de extensões desenvolvidas pela comunidade, como plug-ins de análise de redes e ferramentas de logística.

Resultados semelhantes foram apontados por Sachetti (2024), que desenvolveu um plug-in específico para o método do centroide diretamente no QGIS, demonstrando a flexibilidade do software para atender demandas específicas de transporte e logística. Essa capacidade de expansão reforça uma das principais vantagens do QGIS: a combinação entre acessibilidade, modularidade e suporte comunitário ativo.

Embora o QGIS possa ser expandido quando necessário, grande parte das aplicações acadêmicas e de extensão (incluindo a desenvolvida neste estudo) opera plenamente dentro de suas funcionalidades nativas. Explorando a capacidade do programa de integrar dados, estruturar análises e converter observações em representações espaciais, o que dialoga diretamente com a lógica dos observatórios de mobilidade, que operam como plataformas permanentes de monitoramento, interpretação e divulgação de informações territoriais.

Ao permitir que indicadores sejam organizados e publicados de forma clara e comparável, o QGIS fortalece a função desses observatórios como interfaces en-

tre universidade e sociedade. A seção seguinte aprofunda esse papel, discutindo os fundamentos conceituais dos observatórios de mobilidade urbana e situando o ObMobi no centro dessa articulação entre dados geoespaciais, extensão universitária e planejamento urbano.

2.4 OBSERVATÓRIOS DE MOBILIDADE: CONCEITOS E RELEVÂNCIA

Os observatórios de mobilidade surgem como estruturas dedicadas ao monitoramento contínuo, à sistematização de dados e à produção de análises que apoiam políticas públicas baseadas em evidências. Sua lógica de funcionamento articula banco de dados, metodologias padronizadas e ferramentas analíticas, garantindo que informações sobre o território sejam atualizadas, comparáveis e acessíveis (SOARES et al., 2020).

De modo geral, esses observatórios cumprem duas funções complementares: (i) registrar e difundir dados estruturados sobre fenômenos urbanos; e (ii) produzir análises capazes de orientar decisões de planejamento. Para isso, dependem de requisitos de qualidade (relevância, rastreabilidade, confiabilidade e padronização) que só podem ser assegurados por protocolos metodológicos claros e processos contínuos de alimentação da base de dados (LOBATO et al., 2007). Observatórios que não mantêm esses processos tendem a se tornar repositórios estáticos e desatualizados, perdendo sua função pública (HERSCHMANN et al., 2008).

No campo da mobilidade urbana, essas estruturas permitem monitorar indicadores de oferta e demanda de transporte, redes viárias, acessibilidade, mobilidade ativa e segurança no trânsito, conectando informações técnicas às dinâmicas reais das cidades. Como destacam Wruck (2023), observatórios formados em parceria entre universidades e poder público desempenham papel essencial ao combinar capacidade analítica, participação estudantil e compromisso com transparência.

2.4.1 O Observatório de Mobilidade da UFSC Joinville (ObMobi)

O Observatório de Mobilidade da UFSC Joinville (ObMobi) foi criado em 2017 com o propósito de reunir, organizar e disponibilizar dados relacionados à mobilidade urbana do entorno do Perini Business Park, após a mudança do campus para essa região. Estruturado em plataforma digital hospedada nos servidores da UFSC, o observatório consolidou-se como repositório de estudos de acessibilidade, diagnósticos de deslocamentos e análises geoespaciais produzidas pelas disciplinas e projetos de extensão (UFSC, 2017).

O ObMobi se caracteriza como um observatório acadêmico, no qual a produção de dados ocorre principalmente por meio de atividades de ensino e extensão. Seu papel central é garantir continuidade, visibilidade e organização às análises produzi-

das pelos estudantes, de modo que possam ser reaproveitadas até mesmo por matérias não extensionistas, comparadas em diferentes contextos e ampliadas ao longo dos semestres. Essa característica o diferencia de observatórios estritamente governamentais, ao mesmo tempo em que reforça sua inserção institucional na UFSC Joinville, a Figura 5 traz a interface do site.

Figura 5 – Página inicial do ObMobi.



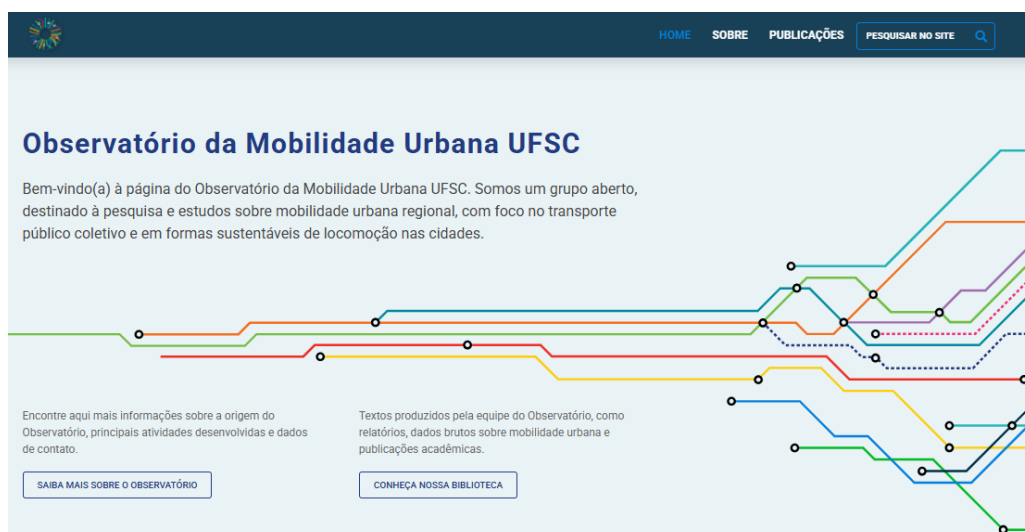
Fonte: UFSC (2017).

A experiência metodológica inicial do observatório (especialmente no projeto de avaliação da acessibilidade ao Perini) estabeleceu procedimentos de coleta, sistematização e publicação de dados que serviram como referência para iniciativas posteriores. Essa estrutura prévia torna o ObMobi o ambiente ideal para integrar e divulgar os resultados da avaliação cicloviária com base no BEQI, garantindo coerência entre práticas extensionistas e protocolos institucionais de dados.

2.4.2 Observatórios de Mobilidade no Brasil

Embora o Brasil apresente iniciativas importantes, poucas mantêm atualização constante e metodologia estruturada. Entre os observatórios mais consolidados destaca-se o Observatório da Mobilidade Urbana da UFSC (OMUU), em Florianópolis, que produziu análises para o Plano de Mobilidade da Grande Florianópolis (PLAMUS), mas encontra-se desatualizado desde 2022, sua interface pode ser vista na Figura 6 (UFSC, 2022).

Figura 6 – Página inicial do Observatório da Mobilidade Urbana da UFSC



Fonte: UFSC (2022).

Outro exemplo relevante que pode ser observado na Figura 7 é o Observatório da Mobilidade Urbana de Salvador (ObMobSSA), que opera com enfoque interdisciplinar e atuação contínua, combinando divulgação de dados, análises técnicas e participação política no debate público sobre mobilidade (OBMOBSSA, 2021). Esses casos reforçam a importância de arranjos institucionais capazes de manter equipes, protocolos e continuidade das bases de dados.

Figura 7 – Página inicial do Observatório da Mobilidade Urbana de Salvador



Fonte: Observatório da Mobilidade Urbana de Salvador (ObMobSSA), 2025.

Apesar de distintos em escopo, essas iniciativas evidenciam um desafio comum: observatórios só permanecem relevantes quando sustentados por metodologias claras e por processos permanentes de atualização. Essa compreensão orienta a forma como o ObMobi se articula à proposta deste trabalho, servindo como plata-

forma de publicação e continuidade da avaliação ciclovária desenvolvida pelas disciplinas extensionistas.

2.4.3 Síntese e Relação com Este Estudo

A análise dos observatórios mostra que sua efetividade depende da combinação entre: (I) produção sistemática de dados; (II) metodologias padronizadas; e (III) ferramentas de análise espacial, como o QGIS. Esses três elementos aparecem diretamente na metodologia adotada neste trabalho.

A proposição de uma metodologia organizada de avaliação ciclovária (estruturada em coleta, processamento, espacialização e publicação) dialoga com a função institucional dos observatórios de mobilidade, que integram extensão universitária, análise territorial e divulgação pública de resultados.

Assim, o ObMobi torna-se não apenas um destino de publicação, mas um componente fundamental da lógica metodológica que sustenta o presente estudo: garantir continuidade, padronização e acesso público às informações produzidas pelas disciplinas extensionistas da UFSC Joinville.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho organiza e sistematiza o processo de avaliação da infraestrutura cicloviária de Joinville utilizando o índice BEQI, articulando ensino, pesquisa e extensão em um fluxo contínuo e replicável. A proposta central é transformar o indicador em um procedimento operacional padronizado, incorporado às disciplinas extensionistas de SIG e TNM, e retroalimentado pelo ObMobi.

Essa estrutura metodológica permite que diferentes turmas, em diferentes semestres, contribuam para uma mesma base consolidada, garantindo continuidade histórica e ampliando progressivamente o diagnóstico cicloviário da cidade. Para isso, o método foi organizado em três grandes etapas: (I) preparação e codificação das vias, (II) coleta sistemática dos indicadores em campo e (III) tratamento, integração e representação espacial dos resultados no ambiente SIG.

Cada etapa foi concebida para ser inteiramente replicável e operacionalizável por estudantes, mantendo consistência técnica com o manual do BEQI, com as adaptações realizadas em Joinville e com as exigências da curricularização da extensão. As seções seguintes detalham o processo metodológico em seu formato estruturado, descrevendo os pilares conceituais que o sustentam e os passos necessários para sua execução.

3.1 CONSTRUÇÃO METODOLÓGICA

A metodologia não foi construída do zero, mas fundamentada na experiência histórica de aplicação do BEQI em Joinville, no conhecimento acumulado pelo projeto NEMOBIS/UFSC e nas exigências institucionais do novo PPC 2025. Assim, três pilares estruturam a proposta:

- a. Diretrizes técnicas do BEQI:** fundamentadas no manual do San Francisco Department of Public Health (SFDPH, 2009), fornecem a descrição original dos indicadores, pesos e lógica de ponderação, constituindo a base conceitual necessária para a adaptação brasileira.
- b. Experiência acumulada pelo NEMOBIS/UFSC:** responsável pela adaptação do BEQI à realidade joinvilense, incluindo ajustes metodológicos, planilhas próprias, vídeos instrutivos e aplicação inicial baseada em Street View em 2020, gerando aprendizado operacional importante para este trabalho.
- c. Curricularização da extensão:** as disciplinas de SIG e TNM passam a integrar carga horária de extensão a partir do PPC 2025/1, possibilitando que os estudantes executem as etapas de coleta e geoprocessamento de maneira sistematizada e vinculada ao ObMobi.

A partir dessa base, consolidou-se um fluxo metodológico que organiza a coleta presencial dos indicadores, o processamento automatizado dos dados em planilha, a integração com o ambiente SIG e a representação cartográfica padronizada, garantindo comparabilidade temporal e aderência às rotinas pedagógicas das disciplinas.

3.2 AGENTES PARTICIPANTES E ORGANIZAÇÃO DOS PROCESSOS

A metodologia depende da atuação articulada de diferentes agentes institucionais. As disciplinas extensionistas constituem a espinha dorsal desse arranjo:

- **Sistemas de Informações Geográficas (SIG)** é responsável pelas etapas iniciais e finais do processo — definição das vias, segmentação e codificação dos trechos, geração das camadas geográficas, integração dos dados e construção dos mapas temáticos.
- **Transportes Não Motorizados (TNM)** conduz a etapa de coleta em campo, preenchendo o formulário digital e alimentando a planilha-base hospedada no diretório do projeto.

Sob a coordenação dos docentes responsáveis e da Coordenação de Extensão, esses agentes operam em ciclos semestrais, em que cada turma trabalha sobre novas vias ou reavalia trechos já analisados. O ObMobi funciona como repositório institucional, garantindo armazenamento, transparência pública e continuidade histórica da base geoespacial. Além de sustentar as próprias atividades extensionistas, os dados consolidados pelas disciplinas SIG e TNM tornam-se insumos valiosos para outras unidades curriculares do curso, que demandam informações territoriais confiáveis para modelagem de demanda, estudos de acessibilidade, alocação de tráfego e simulações aplicadas à infraestrutura urbana. Dessa forma, a metodologia contribui para integrar diferentes componentes da formação em Engenharia de Transportes e Logística, fortalecendo o ecossistema acadêmico ao disponibilizar uma base empírica consistente e atualizada.

A articulação com o poder público amplia ainda mais o potencial analítico da iniciativa. Para além dos dados cadastrais e viários tradicionalmente fornecidos por secretarias municipais, é possível integrar bases externas (como registros de acidentes do Corpo de Bombeiros, boletins de ocorrência da Polícia Militar ou indicadores de criminalidade) permitindo enriquecer a leitura ambiental dos trechos e incorporar dimensões de segurança pública ao processo avaliativo. Essa abertura para múltiplas fontes institucionais reforça a confiabilidade da base territorial produzida, amplia o escopo de aplicação dos indicadores e aproxima o projeto das necessidades reais de planejamento e gestão da mobilidade urbana.

3.3 ETAPA 1 — PRÉ-COLETA

A pré-coleta consiste na preparação das bases que permitirão a coleta presencial e o processamento automatizado. Ela inicia-se com a seleção das vias a serem avaliadas, seguindo critérios de hierarquia viária, continuidade ciclovária, criticidade operacional e representatividade espacial, alinhados às recomendações do PDTA de Joinville.

Após a escolha das vias, procede-se à divisão e codificação dos trechos. Utilizando a camada Vias_urbanas do SIMGEO, segmentam-se os logradouros conforme o padrão adotado pelos estudos anteriores, definindo para cada trecho o código da via (CodVia), o código do trecho (CodTrecho) e o identificador único (ID_Trecho). Esses dados compõem a tabela de atributos da nova camada BEQI_Trechos_CodVia, gerada diretamente no QGIS.

Com a camada estruturada, sua tabela de atributos é exportada e incorporada à planilha modelo, preenchendo a aba TabAtribVia. A partir dessa organização, produz-se um arquivo PDF contendo a listagem ordenada dos trechos, com rua principal, ruas secundárias e códigos correspondentes. Esse documento auxilia a equipe de coleta na identificação precisa de cada segmento durante o trabalho em campo.

3.4 ETAPA 2 — COLETA EM CAMPO

A coleta é realizada pelos estudantes de TNM, após treinamento com os materiais didáticos, vídeos instrutivos e o manual de boas práticas disponibilizado nos Apêndices.

A atividade consiste no preenchimento do formulário digital do BEQI por meio de smartphone, registrando as observações presencialmente em cada trecho. O formulário contém duas seções:

- identificação e georreferenciamento do trecho (ID, código, vias limitantes, bairro);
- indicadores do BEQI organizados nas categorias Design da Rua, Tráfego, Segurança e Uso do Solo.

O envio das respostas alimenta automaticamente uma planilha online, eliminando a necessidade de transcrição manual e garantindo rastreabilidade por meio do registro de data, horário e credencial institucional do avaliador.

Ao final da coleta, todos os registros enviados compõem a base bruta que será processada na etapa seguinte. Essa estrutura permite que diferentes turmas, anos e avaliadores contribuam de forma uniforme para o mesmo repositório institucional.

3.5 ETAPA 3 — TRATAMENTO, INTEGRAÇÃO EM SIG E GERAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS

Após a coleta, os dados são consolidados e convertidos pelo conjunto de funções estruturadas na planilha modelo. A aba Dados importa automaticamente as respostas do formulário. A aba _Indicadores traduz cada resposta textual em valores numéricos ponderados, utilizando os pesos do BEQI adaptado e os valores reescalados da tabela de valores fixos apresentada nos Apêndices.

A aba Trechos organiza os escores por domínio e calcula o Score BEQI final, aplicando regras de classificação padronizadas (Sem condições, Pobre, Regular, Bom, Ideal). Em seguida, a aba _PlanilhaQGIS estrutura o conjunto final de atributos no formato adequado para integração geoespacial.

A planilha é então exportada em formato .xlsx e unida, no QGIS, à camada BEQI_Trechos_CodVia por meio do campo ID_Trecho. A união adiciona à camada vetorial todos os campos referentes aos indicadores, escores e classificações.

Para a construção dos mapas temáticos, adota-se uma padronização cartográfica que garante comparabilidade entre vias e ciclos avaliativos:

- simbologia graduada no padrão de cores RdYIGn, associada ao campo de _Score;
- largura de linha padronizada, de modo a garantir visibilidade adequada;
- cinco classes qualitativas do BEQI com rótulos uniformes;
- layout de impressão com margens, título, legenda, barra de escala, rosa-dos-ventos, texto explicativo e logotipia institucional, posicionados segundo coordenadas predefinidas.

Ao final, os arquivos são exportados em formato pdf e armazenados em diretório organizado por semestre, composições que são publicadas no ObMobi como parte da série histórica da infraestrutura cicloviária avaliada.

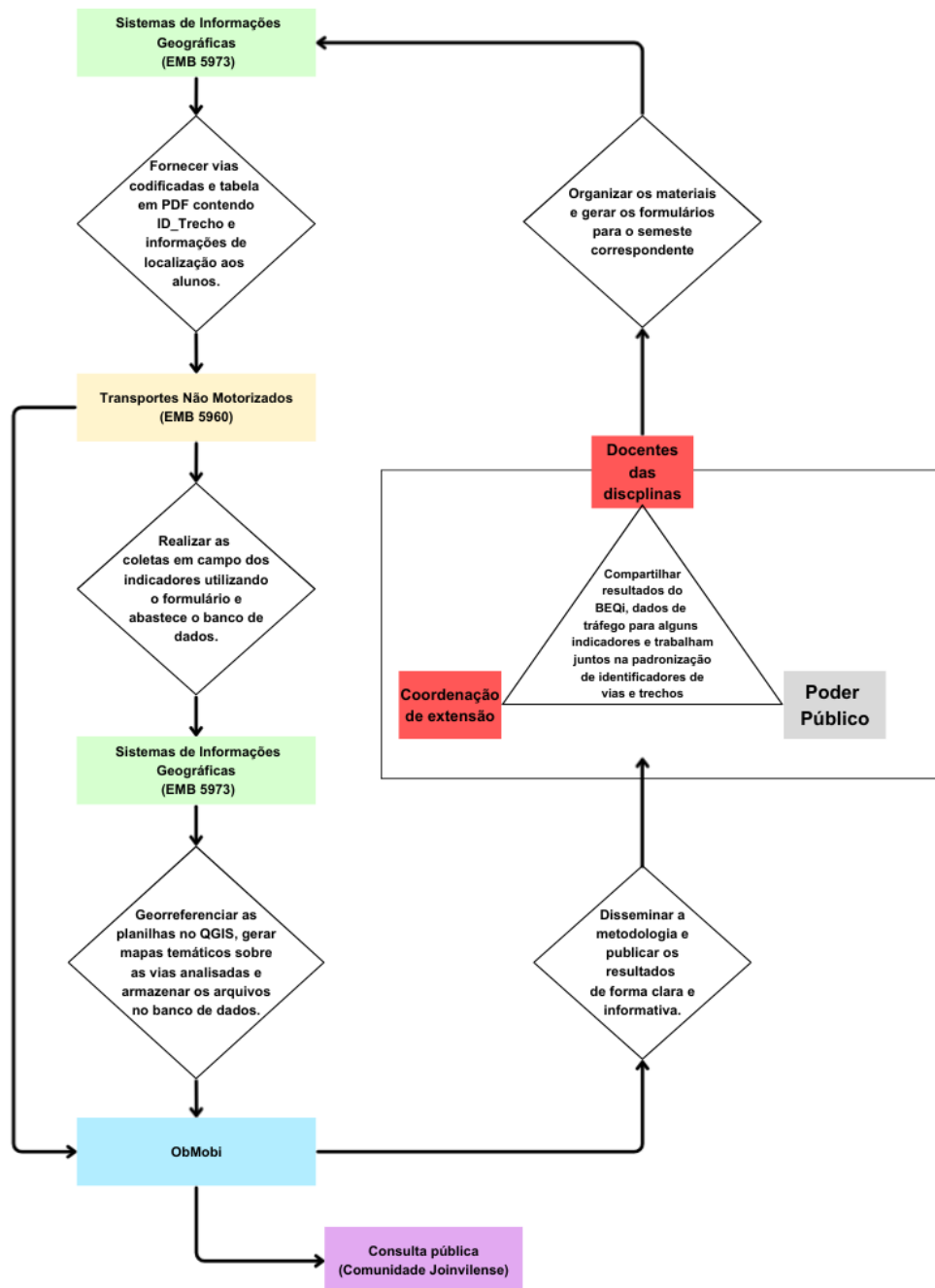
3.6 SÍNTESE DO FLUXO METODOLÓGICO

A metodologia descrita articula três componentes principais: a preparação das bases e codificação dos trechos, a coleta estruturada dos indicadores em campo e o tratamento, integração e espacialização dos dados.

O conjunto dessas etapas constitui um ciclo que pode ser renovado a cada semestre, permitindo ampliar continuamente a base de dados sobre infraestrutura cicloviária de Joinville e fortalecer sua integração ao Observatório de Mobilidade.

A Figura 8 apresenta uma síntese visual desse fluxo de trabalho, destacando as transições entre cada etapa e a relação entre as disciplinas extensionistas envolvidas.

Figura 8 – Fluxograma das etapas do método



Fonte: Autor (2025).

Ele representa o ciclo completo (da preparação à publicação) e serve como guia operacional para a continuidade da metodologia nas disciplinas extensionistas e no Observatório de Mobilidade.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta e discute os resultados obtidos com a aplicação da metodologia BEQI no estudo de caso da Avenida Marquês de Olinda, bem como o comparativo com a avaliação realizada em 2020 pelo projeto NEMOBIS. A análise está organizada em três partes: caracterização do estudo de caso, apresentação dos resultados do levantamento realizado em 2025, comparação entre os dois momentos avaliativos e por fim, discussões pertinentes a operacionalização do método.

A ênfase recai na interpretação dos escores por domínio, na leitura espacial dos trechos avaliados e na compreensão das diferenças entre a auditoria remota (2020) e a aplicação in loco (2025). Nesta etapa, não são retomados os procedimentos metodológicos já detalhados no capítulo anterior, exceto quando necessário para a compreensão dos resultados.

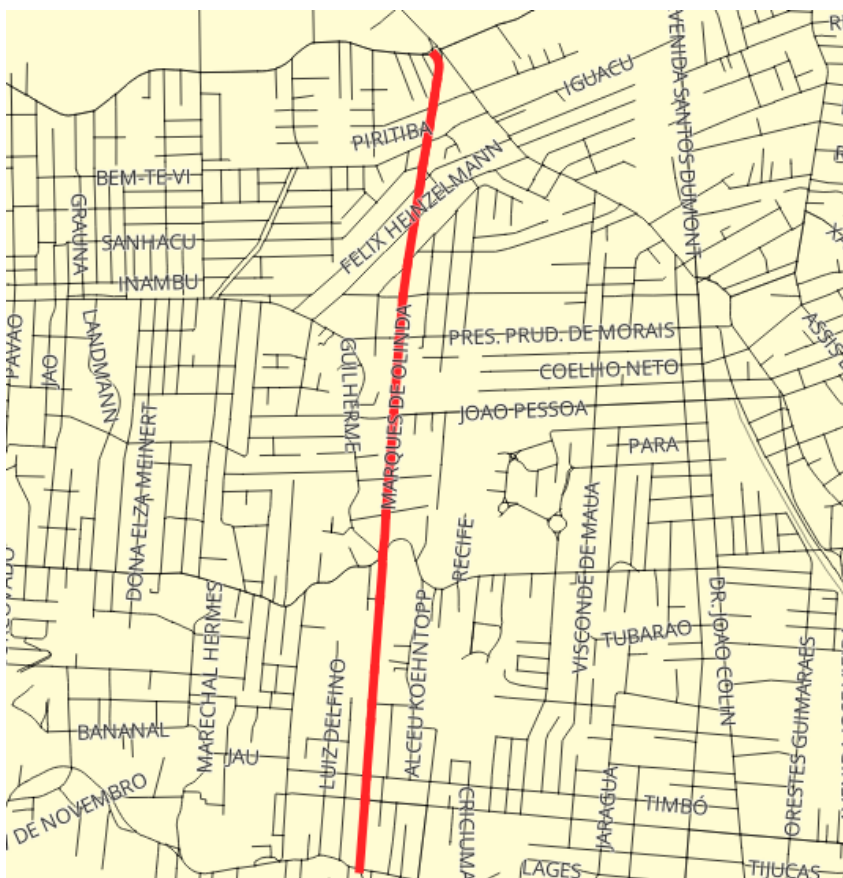
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A Avenida Marquês de Olinda é um dos principais corredores cicloviários de Joinville, articulando bairros residenciais e zonas de comércio e serviços. Com cerca de 3,6 km de extensão, concentra elevado fluxo de ciclistas e apresenta ciclovia adjacente à faixa de rolamento ao longo de praticamente toda sua configuração, interrompida apenas em pontos específicos de interseção com o tráfego motorizado.

Realizadas entre 8 e 10 de outubro, as fases de pré coleta e coleta contaram com o próprio autor do estudo como pesquisador de campo, em condição análoga à de um participante das disciplinas extensionistas. Dessa forma, a aplicação do BEQI cumpre também o papel de simular o fluxo de trabalho proposto na metodologia, desde o preenchimento do formulário digital até a consolidação dos resultados na planilha e sua posterior integração ao ambiente SIG.

O trecho avaliado em 2025 foi dividido em 23 segmentos consecutivos, conforme a segmentação gerada na etapa de pré-coleta do QGIS. A Figura 9 apresenta a representação espacial dos trechos analisados.

Figura 9 – Delimitação espacial do estudo de caso na Avenida Marquês de Olinda (2025)



Fonte: Autor (2025).

A coleta em 2025 foi realizada presencialmente, utilizando o formulário digital desenvolvido para este trabalho, o que garante maior sensibilidade à dinâmica real da via, especialmente no domínio de Tráfego, que ao final do estudo mostrou-se bastante afetado pela forma de coleta.

Embora exista uma infraestrutura ciclovária relativamente contínua ao longo da via, seu desempenho permanece em um patamar intermediário de qualidade, sem atingir níveis considerados “Bom” ou “Ideal” na escala do índice. Na prática, isso significa que a ciclovie atende apenas de forma limitada às condições mínimas de operação cotidiana, oferecendo suporte ao uso já consolidado, mas com pouca margem para atrair novos ciclistas ou para ser tomada como referência de infraestrutura segura e confortável.

A seguir são apresentados os resultados completos do levantamento.

4.2 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO (2025)

Os resultados revelam um corredor predominantemente classificado como Regular, com dois trechos “Pobre”, ambos associados a interrupções da infraestrutura,

acessos laterais e trechos com estacionamento adjacente. A Tabela 1 reúne os escores dos 23 trechos avaliados.

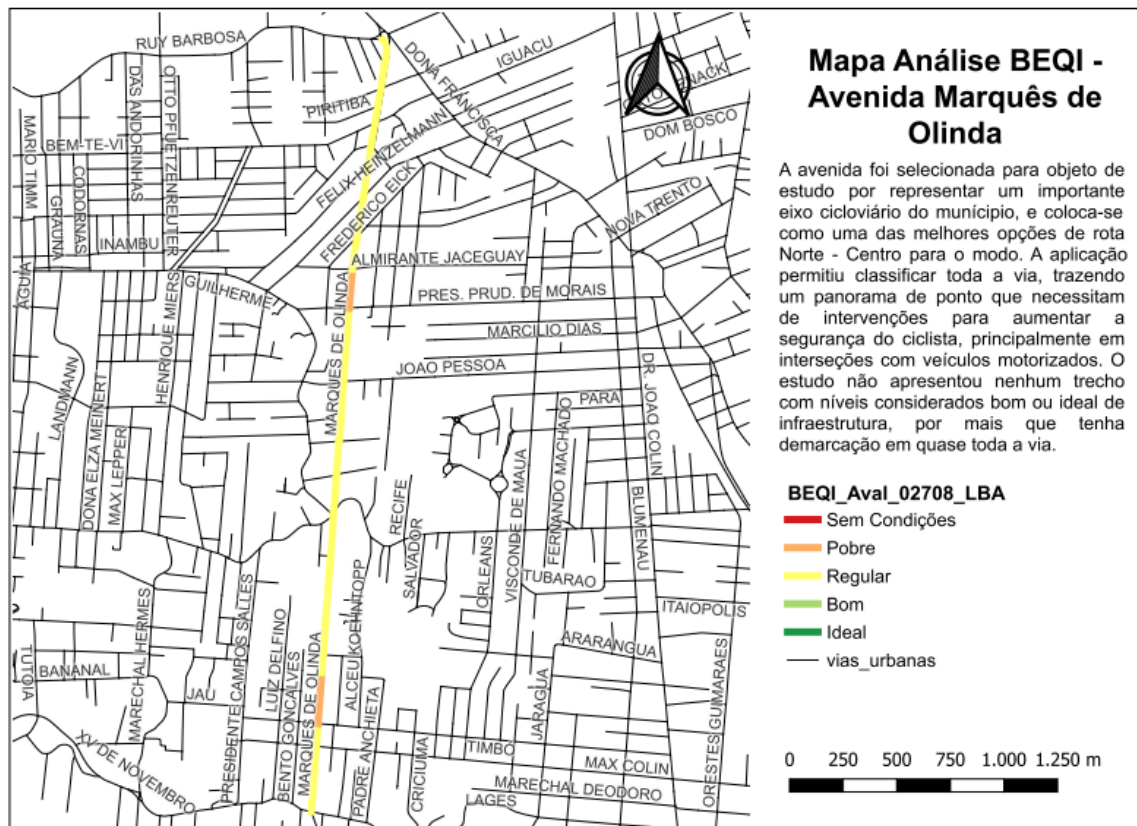
Tabela 1 – Resultados do BEQI – Trechos avaliados em 2025 (Avenida Marquês de Olinda)

ID	Cód. Trecho	BEQI	Score	Design	Tráfego	Segurança	Uso do Solo
02708001	001	Regular	46,46	23,89	9,96	4,20	8,41
02708002	002	Regular	41,37	26,99	7,30	0,00	7,08
02708003	003	Regular	46,90	29,42	7,30	4,20	5,97
02708004	004	Regular	51,55	28,54	9,96	7,08	5,97
02708005	005	Regular	41,81	23,23	8,41	4,20	5,97
02708006	006	Regular	45,35	21,24	9,96	7,08	7,08
02708007	007	Regular	49,78	28,54	9,96	4,20	7,08
02708008	008	Regular	58,85	33,41	9,96	7,08	8,41
02708009	009	Regular	56,86	31,42	9,96	7,08	8,41
02708010	010	Regular	56,42	30,09	9,96	9,29	7,08
02708011	011	Pobre	20,13	8,85	5,31	0,00	5,97
02708012	012	Regular	47,57	26,33	9,96	4,20	7,08
02708013	013	Regular	52,43	26,11	9,96	9,29	7,08
02708014	014	Regular	52,43	26,11	9,96	9,29	7,08
02708015	015	Regular	53,32	28,10	8,85	9,29	7,08
02708016	016	Regular	52,43	26,11	9,96	9,29	7,08
02708017	017	Regular	51,33	26,11	8,85	9,29	7,08
02708018	018	Regular	53,32	28,10	8,85	9,29	7,08
02708019	019	Regular	55,75	27,43	10,62	9,29	8,41
02708020	020	Regular	55,75	27,43	10,62	9,29	8,41
02708021	021	Pobre	28,54	7,30	8,63	4,20	8,41
02708022	022	Regular	55,75	27,43	10,62	9,29	8,41
02708023	023	Regular	55,75	27,43	10,62	9,29	8,41

Fonte: Autor (2025).

A apresentação cartográfica dos resultados segue o padrão de visualização estabelecido na metodologia, inspirado no modelo utilizado no Manual de QGIS adotado na disciplina de SIG da UFSC Joinville. Essa padronização garante unidade entre os mapas produzidos, facilita a leitura dos elementos gráficos e assegura que diferentes avaliadores mantenham uma mesma lógica de representação espacial. Com base nesse formato, a Figura 10 apresenta a espacialização completa dos segmentos avaliados na Avenida Marquês de Olinda.

Figura 10 – Mapa temático – BEQI na Avenida Marquês de Olinda (2025)

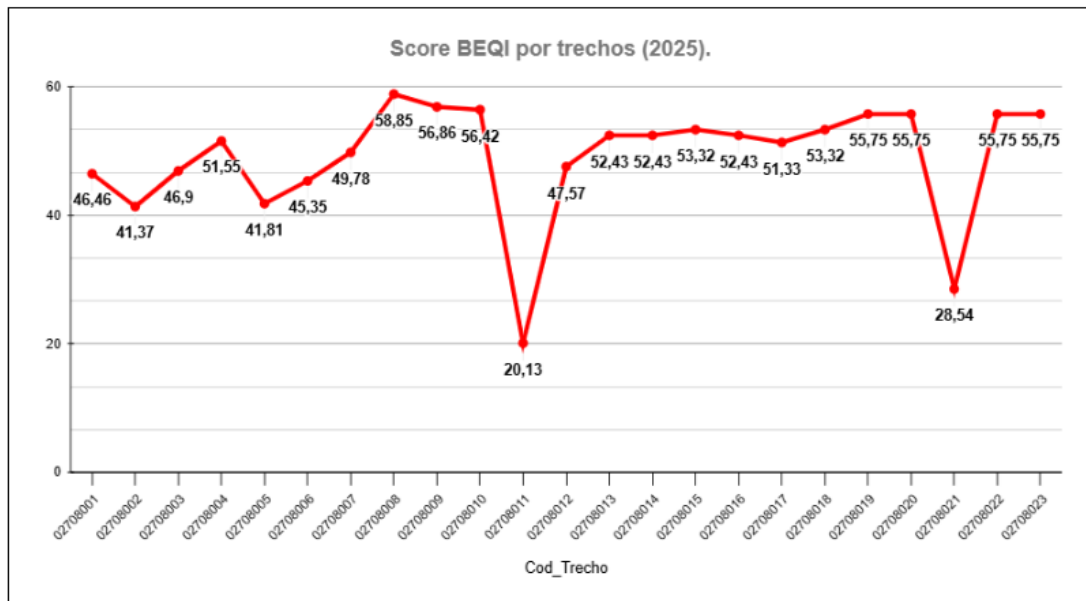


Fonte: Autor (2025).

O mapa temático destaca a distribuição espacial das classes BEQI e facilita a identificação de áreas com infraestrutura mais consolidada, bem como de trechos críticos associados a interrupções, conflitos com o tráfego motorizado e alterações no padrão de ocupação lindeira. Contudo, por se tratar de uma representação categórica, a visualização espacial não revela, por si só, a magnitude das diferenças entre trechos nem a intensidade das variações no score global.

Para suprir essa limitação, optou-se por traduzir os valores contínuos do índice em um gráfico de linha, destacado na Figura 11, que acompanha o comportamento do score BEQI ao longo dos 23 trechos analisados. Essa representação sequencial evidencia de forma direta quais segmentos apresentam desempenhos superiores ou inferiores, permitindo identificar tanto os trechos que se destacam positivamente quanto aqueles que constituem pontos de ruptura na fluidez da infraestrutura cicloviária. O gráfico também reforça a coerência entre a classificação temática do mapa e os valores numéricos apurados, funcionando como ferramenta complementar de interpretação.

Figura 11 – Gráfico Score BEQI dos 23 trechos de 2025



Fonte: Autor (2025).

A linha mostra:

- estabilidade relativa entre 40 e 57 pontos;
- dois vales pronunciados (trechos 11 e 21);
- pico de melhor desempenho no trecho 8, associado à melhor continuidade e afastamento do tráfego veicular.

Os valores mínimos e máximos observados no gráfico, quando confrontados com a espacialização, indicam que as quedas bruscas no score estão associadas a fatores como interrupção da faixa ciclável, maior número de cruzamentos com conversões veiculares e coexistência com estacionamento paralelo. Já os picos positivos correspondem a segmentos em que a ciclovia apresenta maior recuo em relação ao tráfego, melhor visibilidade lateral e menor interferência de acessos. Esses contrastes, mesmo dentro de um corredor contínuo, demonstram a sensibilidade do BEQI para capturar nuances do ambiente ciclável que influenciam diretamente a percepção de conforto e segurança.

Esse padrão reforça que o corredor funciona de forma relativamente homogênea, mas com pontos críticos bem delimitados.

4.3 COMPARAÇÃO ENTRE AS APLICAÇÕES DE 2020 E 2025

Esta seção apresenta um comparativo aprofundado entre as aplicações do BEQI realizadas em 2020 e 2025, com foco no subtrecho Benjamin Constant–Timbó,

único segmento com continuidade de codificação entre os dois levantamentos. A aplicação de 2020 foi conduzida remotamente, a partir de imagens do Google Street View, enquanto a campanha de 2025 foi realizada presencialmente, utilizando o formulário digital e a metodologia consolidada neste trabalho.

Antes de apresentar os resultados comparativos, é necessário garantir a equivalência espacial entre os trechos avaliados. Entre 2020 e 2025, a segmentação da Avenida Marquês de Olinda passou por ajustes decorrentes da atualização da base de dados do SIMGEO e da padronização da planilha BEQI. Como consequência, os códigos de identificação dos trechos não são os mesmos nos dois períodos, embora correspondam ao mesmo espaço físico da via.

Para assegurar a comparabilidade dos resultados, foi elaborado um quadro de correspondência entre as duas campanhas, relacionando cada trecho de 2020 ao seu respectivo trecho em 2025. Essa equivalência é fundamental, pois permite alinhar espacialmente os escores antes de analisar as diferenças observadas nos mapas e indicadores.

Tabela 2 – Correspondência entre trechos avaliados em 2020 e 2025 na Av. Marquês de Olinda (Benjamin Constant–Timbó)

Rua principal	Rua secundária (início)	Rua secundária (fim)	ID 2020	ID 2025
Marquês de Olinda	Benjamin Constant	Egon Voss	02708001	02708017
Marquês de Olinda	Egon Voss	Ponto intermediário ¹	02708002	02708018
Marquês de Olinda	Ponto intermediário ¹	Guilherme Melzer	02708003	02708019
Marquês de Olinda	Guilherme Melzer	Ponto intermediário ²	02708004	02708020
Marquês de Olinda	Ponto intermediário ²	Timbó	02708005	02708021

¹ Ponto de quebra de quarteirão associado à referência local “Casa de Noé” nas fichas de 2020 e registrado como “meio quarteirão” no cadastro de trechos de 2025.

² Ponto de quebra de quarteirão associado hoje à área da igreja Mount Church, também registrado como “meio quarteirão” no cadastro de trechos de 2025.

Fonte: elaborado pelo autor (2025) a partir de dados do projeto NEMOBIS (2020) e cadastro de trechos BEQI 2025.

Com a equivalência espacial estabelecida, o passo seguinte consiste em ajustar os valores da campanha de 2020 ao mesmo modelo de cálculo adotado em 2025. Os dados de 2020 foram originalmente gerados como médias dos avaliadores do projeto NEMOBIS, em escala bruta, sem aplicação da normalização pelo mínimo teórico de cada domínio.

Assim, para permitir comparação direta, foi aplicado o mesmo procedimento de reescalonamento utilizado neste estudo, convertendo as médias de 2020 em escores compatíveis com aqueles produzidos pela planilha atualizada do BEQI. O resultado desse processo é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados normalizados do BEQI – Trechos avaliados em 2020 (subtrecho Benjamin Constant–Timbó)

ID 2020	Cód. Trecho	BEQI	Score	Design	Tráfego	Segurança	Uso do Solo
02708001	001	Bom	63.35	31.93	15.71	9.29	6.42
02708002	002	Bom	65.41	35.77	14.60	9.29	6.86
02708003	003	Bom	63.50	30.75	17.70	9.29	5.75
02708004	004	Regular	59.14	26.55	16.74	9.29	6.56
02708005	005	Regular	58.19	24.71	15.78	9.29	6.34

Fonte: Autor (2025), a partir das médias dos avaliadores do projeto NEMOBIS (2020).

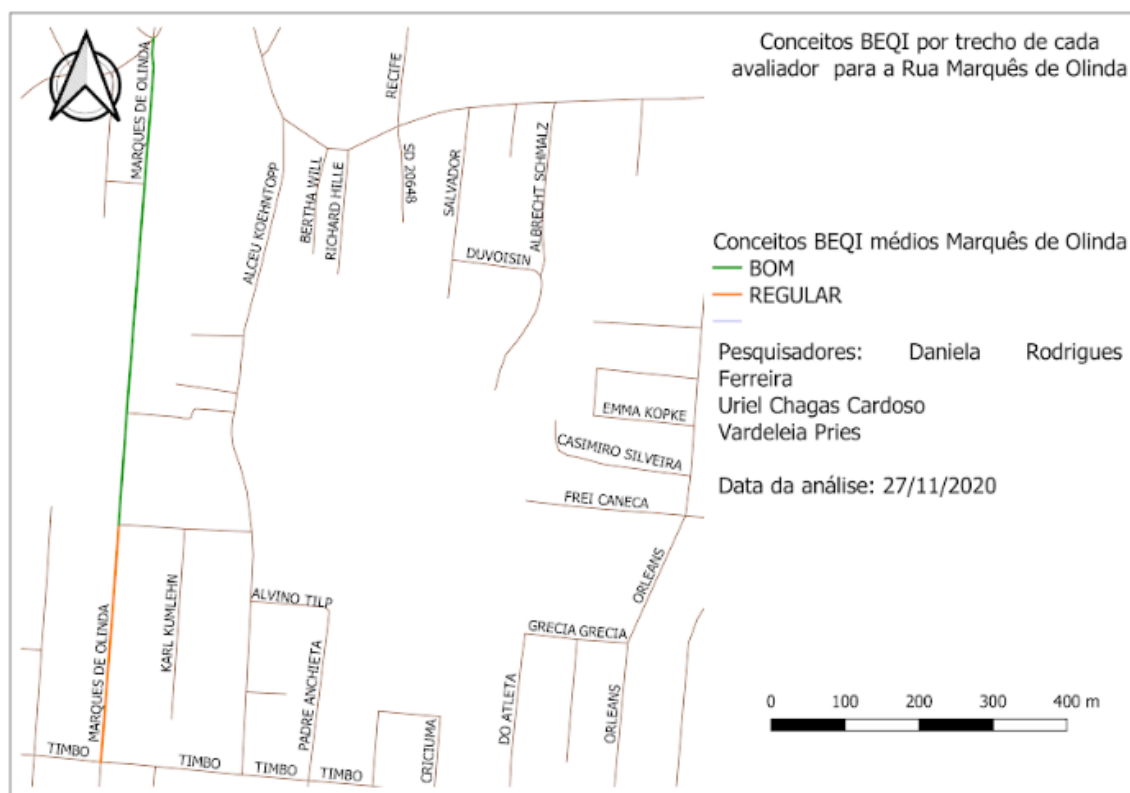
Os valores normalizados fornecem uma primeira indicação das diferenças entre as duas campanhas. Entretanto, como o BEQI é também um instrumento espacial, a interpretação completa depende da visualização cartográfica dos resultados. A representação em mapa permite observar padrões de continuidade, rupturas, gradientes e transições que não são totalmente perceptíveis apenas pela leitura numérica.

Por esse motivo, a etapa seguinte apresenta os mapas temáticos do subtrecho nos dois períodos, possibilitando comparar visualmente a configuração espacial da qualidade ciclovária em 2020 e 2025.

4.3.1 Mapas comparativos

A Figura 12 apresenta o mapa de médias da avaliação remota feita em 2020.

Figura 12 – Mapa temático do subtrecho – Avaliação BEQI (2020)

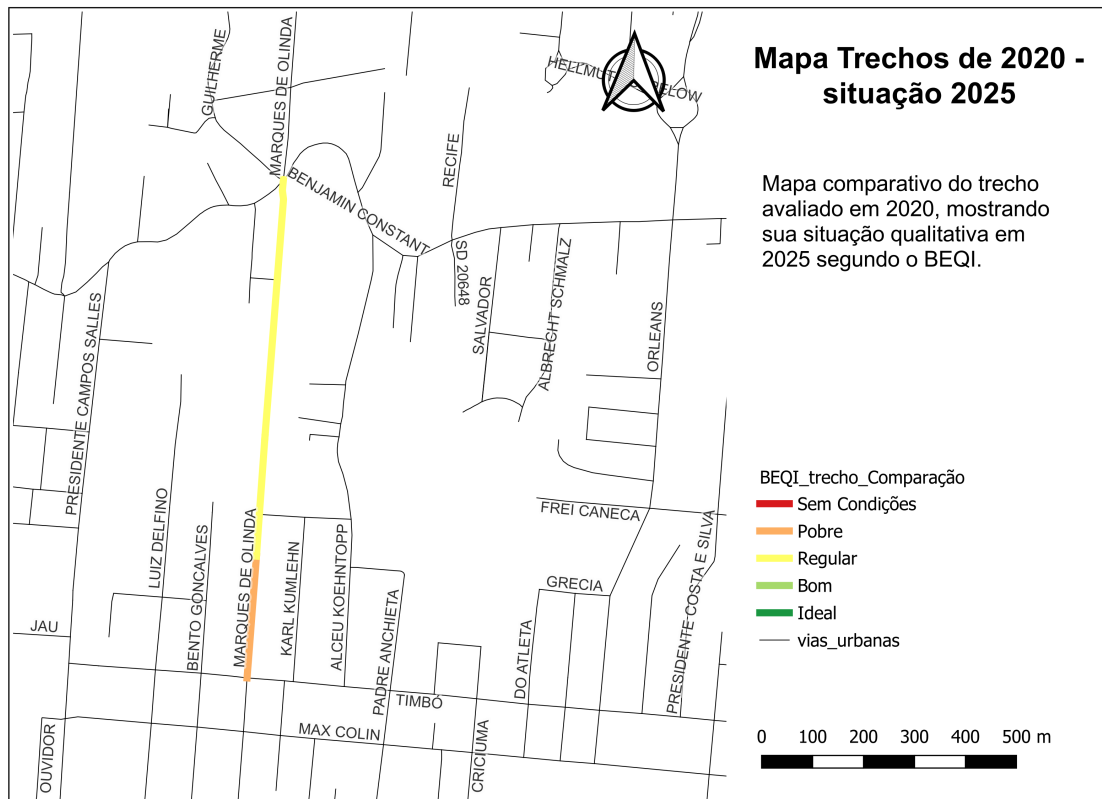


Fonte: Base NEMOBIS (2020).

O mapa de 2020 (Figura 12) demonstra um trecho com predominância de escores elevados, com continuidade visual marcada por segmentos classificados como “Bom” e “Regular alto”. Esse perfil está associado ao fato de que, na auditoria remota, certas condições negativas (especialmente relacionadas à dinâmica do tráfego, conflitos laterais e percepção de segurança) não são plenamente capturadas pelas imagens do Street View.

Já o mapa de 2025 (Figura 13), produzido com base na coleta presencial, revela uma distribuição mais fragmentada. Alguns trechos permanecem com desempenho satisfatório, porém surgem pontos críticos que não estavam presentes em 2020, classificados como “Pobre”. Essa mudança não representa necessariamente um agravamento da infraestrutura física, mas sim uma leitura mais sensível da realidade cotidiana, incluindo fatores como exposição ao tráfego, acessos a imóveis e uso lindeiro.

Figura 13 – Mapa temático do subtrecho – Avaliação BEQI (2025)



Fonte: Autor (2025).

A leitura conjunta dos mapas reforça que a diferença entre as campanhas está menos relacionada à alteração estrutural da via e mais ao próprio método de avaliação. Em 2020, a inspeção remota suaviza a percepção de conflito e tende a subestimar aspectos como velocidade operacional, fluxo real de veículos e sensação de segurança, o que resulta em escores consistentemente mais altos.

Em 2025, a avaliação em campo captura nuances que não aparecem em imagens estáticas, especialmente ruídos do entorno, interferência de estacionamento, cruzamentos pouco visíveis e interações com o transporte motorizado. Ao traduzir essa percepção em indicadores, o BEQI revela uma condição menos favorável, coerente com a vivência dos ciclistas que utilizam o corredor diariamente.

Essa leitura espacial detalhada fundamenta a análise numérica comparativa apresentada na próxima subseção, que sintetiza as diferenças entre os domínios do BEQI nos dois períodos avaliados.

4.3.2 Tabela comparativa

A Tabela 4 sintetiza o comportamento médio dos escores nos cinco trechos equivalentes analisados em 2020 e 2025. Ao organizar os valores por domínio, torna-

se possível observar não apenas a diferença entre as notas finais, mas sobretudo como cada componente do BEQI contribuiu para o resultado geral em cada período.

Em 2020, o score global médio atingiu 61,52 pontos, valor que coloca maior parte dos trechos na condição “Bom”. Esse desempenho elevado é fruto principalmente dos domínios Design da Rua (29,94) e Tráfego (16,51), ambos significativamente superiores aos valores observados em 2025. A coleta remota, ao basear-se em imagens estáticas, tende a minimizar a percepção de conflitos dinâmicos resultando em avaliações mais homogêneas e suaves.

Tabela 4 – Médias do BEQI – subtrecho Benjamin Constant–Timbó (2020 × 2025)

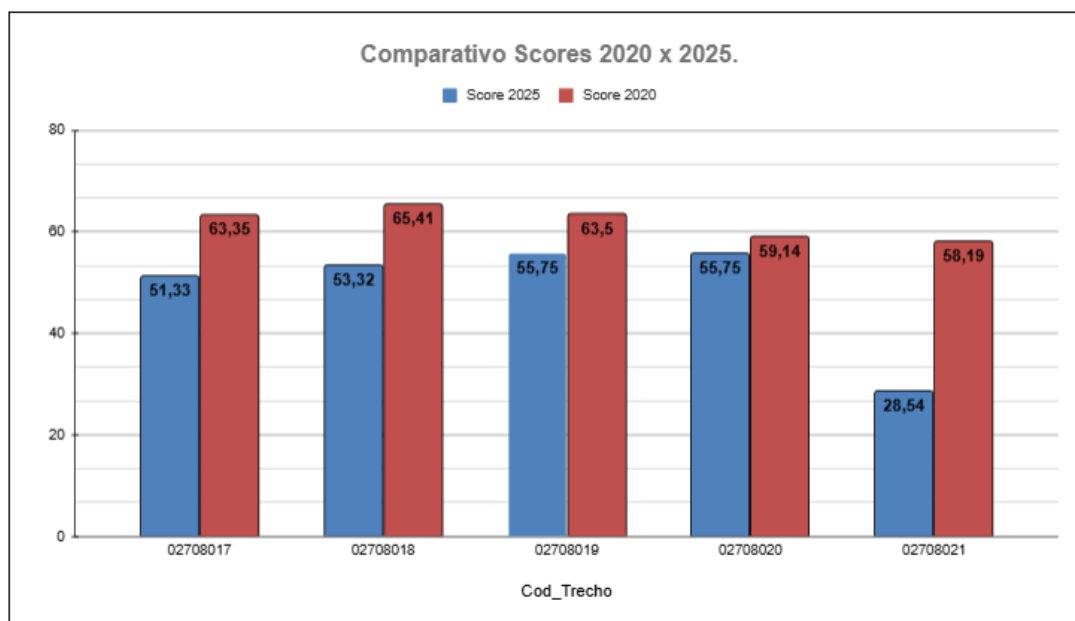
Domínio / Score	2020	2025
Score global	61,52	48,94
Design da Rua	29,94	23,27
Tráfego	16,51	9,51
Segurança	9,29	8,27
Uso do Solo	6,39	7,88

Em contrapartida, em 2025 o score médio cai para 48,94 pontos, mantendo a classificação geral como “Regular”, porém em sua porção inferior. A queda ocorre de maneira mais acentuada no domínio Tráfego, que passa de 16,51 para 9,51 pontos. Os domínios Segurança e Design da Rua também diminuem, ainda que de forma mais moderada, enquanto Uso do Solo apresenta melhoria relativa, refletindo elementos percebidos em campo, como vitalidade lindeira, presença de comércio de bairro e serviços de apoio ao ciclista.

Assim, a tabela evidencia que a discrepância entre 2020 e 2025 não representa necessariamente uma piora da infraestrutura física, mas sim uma mudança profunda no modo como a via é observada. O método presencial torna mais visíveis nuances que impactam diretamente a experiência do ciclista, rebaixando notas que, em avaliação remota, aparecem atenuadas.

O gráfico da Figura 14 complementa a leitura da tabela ao detalhar a variação nos trechos. Diferentemente da média geral, que sintetiza o comportamento do subtrecho como um todo, a visualização em barras permite identificar a magnitude das diferenças em cada uma das subdivisões

Figura 14 – Comparativo trecho a trecho – Score BEQI (2020 x 2025)



A leitura integrada do gráfico evidencia que a diferença entre 2020 e 2025 não se limita às médias apresentadas na Tabela 4, mas se expressa de forma consistente em todos os cinco trechos analisados. A queda observada entre os dois levantamentos é relativamente homogênea, resultando em uma variação média de aproximadamente 12,9 pontos no score global.

Esse valor sintetiza a magnitude do impacto da mudança metodológica: enquanto a avaliação remota de 2020 tende a suavizar conflitos e a produzir notas mais altas e niveladas, a coleta presencial de 2025 revela contrastes mais marcantes entre os trechos, destacando pontos de fragilidade que não eram perceptíveis na auditoria virtual. Assim, o gráfico reforça que a diferença entre os anos não está relacionada a alterações estruturais na via, mas sim à maior sensibilidade da análise in loco para capturar elementos dinâmicos do ambiente ciclável.

4.3.3 Comparação nos Domínios

A comparação entre os gráficos de domínio reforça um aspecto que a análise numérica isolada não evidencia por completo: cada componente do BEQI não apenas varia entre 2020 e 2025, mas o faz de maneira distinta, alterando o peso relativo de sua contribuição para o score global. Em 2020, observa-se uma distribuição mais equilibrada entre os domínios, com Tráfego e Design da Rua apresentando valores superiores e sustentando a classificação final como “Bom”. Já em 2025, a queda expressiva em Tráfego (domínio responsável por captar volume veicular, velocidade e interação com o ciclista) rompe esse equilíbrio e arrasta o score global para a faixa inferior do “Regular”.

Figura 15 – Desempenho por domínio (2020)

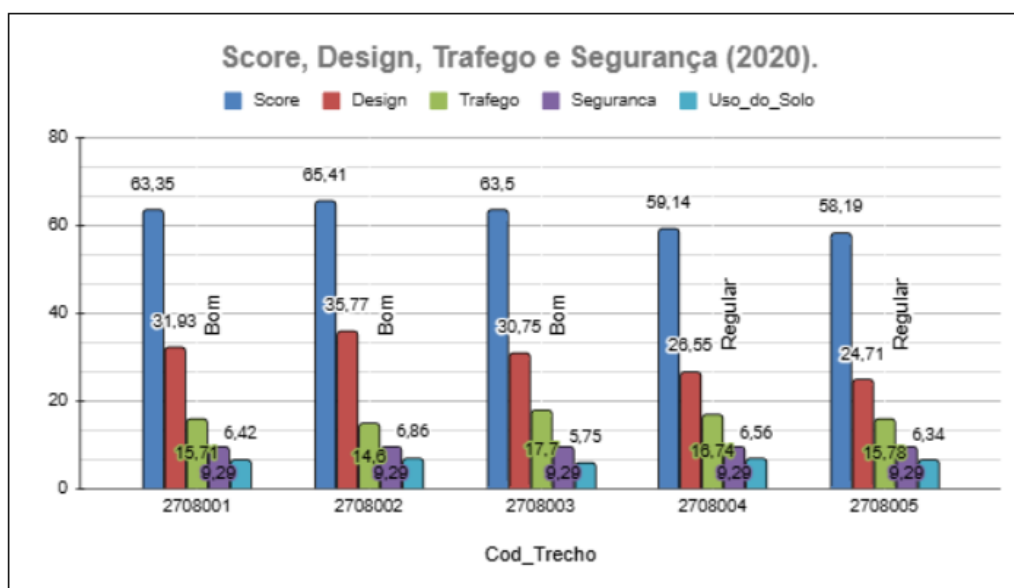
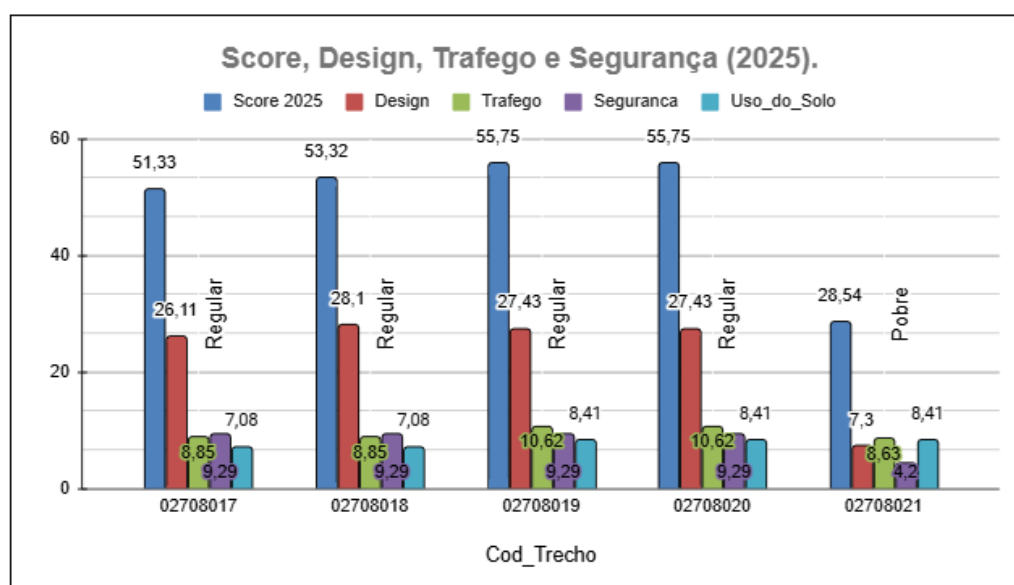


Figura 16 – Desempenho por domínio (2025)



A leitura separada dos domínios também permite identificar que Segurança apresenta a menor variação entre os anos. Esse comportamento é coerente: em avaliações remotas, esse domínio tende a ser superestimado, já que muitos conflitos reais (travessias perigosas, recuos inadequados, aproximação de veículos, obstáculos ocultos) não são perceptíveis nas imagens estáticas. Por outro lado, Uso do Solo melhora em 2025, resultado de uma observação presencial mais precisa da vitalidade urbana, presença de comércio, serviços, fachadas ativas e elementos que favorecem o deslocamento ativo, fatores frequentemente desatualizados no Street View.

Essas diferenças devem ser interpretadas à luz do peso que cada domínio exerce no cálculo do índice. Como discutido no capítulo metodológico, os quatro

domínios possuem capacidades distintas de influenciar o score final, derivadas dos coeficientes de regressão do modelo original.

4.3.4 Análise de potencial dos resultados

Os resultados comparativos entre os domínios permitem, ainda, aprofundar a interpretação ao relacionar os escores observados ao “potencial máximo” de contribuição de cada componente do BEQI. Conforme discutido na fundamentação metodológica, cada domínio possui uma capacidade distinta de influenciar o score final do índice, resultado da ponderação estatística derivada do modelo original de São Francisco. A partir dos valores mínimos e máximos estabelecidos na adaptação brasileira, é possível estimar o alcance máximo de cada domínio: aproximadamente 45,4 pontos para Design da Rua, 30,1 pontos para Tráfego, 9,3 pontos para Segurança e 14,6 pontos para Uso do Solo, totalizando cerca de 99,4 pontos possíveis.

Quando esses valores são comparados aos escores observados no subtrecho Benjamin Constant–Timbó, evidencia-se o grau de aproveitamento de cada domínio em relação ao seu potencial teórico. Em 2025, as médias indicam que o corredor utiliza cerca de 57,1% do potencial de Design da Rua, apenas 30,4% do potencial de Tráfego, 73,2% de Segurança e 50,0% de Uso do Solo. Essa leitura revela que a limitação dominante no desempenho global não está relacionada ao desenho físico da ciclovia, nem à segurança aparente (ambos próximos da metade ou acima do potencial) mas sim à dimensão do Tráfego, cujo aproveitamento é substancialmente menor.

Dessa forma, os gráficos de domínio tornam explícito que a diferença entre 2020 e 2025 não está distribuída de maneira uniforme: ela se concentra justamente nos componentes mais sensíveis e mais influentes do índice, reforçando a relevância da coleta presencial para a identificação de conflitos reais vivenciados pelos ciclistas.

Essa perspectiva ajuda a compreender por que pequenas quedas nos domínios mais pesados afetam o score global de forma tão expressiva. No caso de Tráfego, uma redução de poucos pontos absolutos representa uma perda significativa dentro do seu intervalo possível, produzindo impacto direto no rebaixamento da classificação final. Em contraste, aumentos pontuais em Segurança e Uso do Solo, ainda que positivos, possuem efeito limitado em virtude do baixo peso estrutural desses domínios.

Ao integrar os resultados de 2020 à mesma lógica de potencial, observa-se que a avaliação remota apresentava valores muito mais próximos das faixas superiores dos domínios de maior peso, especialmente em Tráfego e Design da Rua. Esse comportamento reforça a hipótese central deste estudo: a coleta presencial tende a capturar conflitos dinâmicos, variações de fluxo e descontinuidades operacionais que permanecem ocultas nas imagens estáticas utilizadas em 2020. Dessa forma, a análise do potencial evidencia não apenas o que mudou entre os dois levantamentos, mas sobretudo como cada domínio respondeu de forma distinta à mudança metodológica.

4.4 DISCUSSÕES

Os resultados obtidos ao longo deste capítulo permitem discutir um conjunto amplo de aspectos que emergem da aplicação prática da metodologia BEQI, bem como das condições institucionais, operacionais e pedagógicas que envolvem sua execução no âmbito das disciplinas extensionistas e do Observatório de Mobilidade.

As discussões estão organizadas em quatro eixos principais: impactos da forma de coleta, desafios associados às bases institucionais e à padronização dos trechos, implicações didáticas e operacionais; e potencialidades e limitações da infraestrutura de dados e dos materiais acumulados em ciclos anteriores do projeto.

4.4.1 Impactos da metodologia de coleta nos resultados

A comparação sistemática entre as avaliações de 2020 e 2025 demonstrou que a forma de coleta exerce influência direta sobre os escores finais do BEQI. A auditoria remota, baseada em imagens do Google Street View, resultou em notas mais elevadas e homogêneas, com pouca variação entre os trechos analisados. Essa suavização decorre da impossibilidade de registrar conflitos dinâmicos que ocorrem na via, tais como aproximações perigosas de veículos, ocupações temporárias da ciclovia, padrões de fluxo e ruído, obstáculos transitórios e elementos de segurança subjetiva percebidos apenas presencialmente.

A coleta em 2025, por sua vez, permitiu captar nuances que influenciam diretamente a experiência do ciclista e que são imperceptíveis em imagens estáticas. Essa diferença metodológica explica a queda média de aproximadamente 12,9 pontos entre as duas campanhas, além da maior variabilidade observada nos trechos avaliados presencialmente. Assim, confirma-se que o método presencial oferece maior sensibilidade diagnóstica e revela microfragilidades que permanecem ocultas na auditoria remota.

4.4.2 Desafios das bases institucionais e padronização dos trechos

O desenvolvimento do trabalho evidenciou limitações importantes relacionadas à padronização das bases institucionais utilizadas como suporte à análise. Entre 2020 e 2025, o SIMGEO passou por alterações estruturais, como a descontinuação da camada Logradouros e sua substituição por Vias Urbanas, que, embora geometricamente similar, possui uma tabela de atributos consideravelmente reduzida.

A ausência de documentação clara sobre as mudanças e a inexistência de códigos únicos e estáveis para identificar trechos exigiram a reconciliação manual dos segmentos avaliados em 2020 com os utilizados em 2025. Embora viável no subtítulo Benjamin Constant–Timbó, a repetição desse processo tende a ser trabalhosa e

suscetível a erros, especialmente em um cenário com rotatividade constante de estudantes nas disciplinas extensionistas.

Assim, os resultados apontam para a necessidade de articulação institucional com os responsáveis pelo SIMGEO, de modo a garantir um cadastro de trechos estável, documentado e com códigos imutáveis ao longo do tempo. Essa padronização é fundamental para a construção de séries históricas de avaliação e para a consolidação de uma prática contínua de monitoramento.

4.4.3 Implicações didáticas e operacionais

A operacionalização da metodologia evidenciou um fluxo que integra atividades de pré-coleta, coleta em campo, tratamento dos dados e espacialização em ambiente SIG. Contudo, a estrutura curricular atual apresenta um descompasso entre as disciplinas envolvidas: enquanto a disciplina de Transportes Não Motorizados (TNM) retorna em 2025/2, a disciplina de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) está prevista apenas para 2026/1.

Essa defasagem afeta a continuidade do método, uma vez que SIG é responsável pela etapa inicial de estruturação dos trechos e preparação das bases cartográficas. Uma solução viável é incorporar parte da pré-coleta às atividades de laboratório da disciplina quando ela retornar ao currículo, transformando a geração da camada BEQI_Trechos_CodVia em um exercício didático guiado. Esse procedimento padronizaria a criação das bases necessárias e reduziria erros frequentes para as turmas futuras.

Observou-se também o potencial do Google Forms para anexação de imagens, recurso não explorado nesta aplicação, mas que poderia enriquecer campanhas posteriores ao registrar visualmente trechos críticos, apoiar a verificação de indicadores e criar um acervo complementar de referência para as disciplinas.

4.4.4 Gestão de dados e infraestrutura digital

O uso combinado de Google Drive e Google Sheets mostrou-se funcional para um projeto em construção, garantindo colaboração síncrona, baixo custo e acessibilidade para equipes rotativas. No entanto, limitações como instabilidade na edição simultânea, riscos de conflitos de versão e restrições de armazenamento se tornaram evidentes, especialmente à medida que o volume de informações cresce.

Essas limitações não comprometem o método, mas exigem procedimentos mínimos de governança, como estruturação padronizada de pastas, definição de perfis de acesso e rotinas de backup. A médio prazo, surge a possibilidade de migração para um ambiente mais robusto, como PostgreSQL/PostGIS, ou para um repositório específico do Observatório de Mobilidade, permitindo maior segurança, rastreabilidade e integração analítica.

A viabilidade dessa transição, entretanto, depende de definições institucionais sobre o papel do Observatório de Mobilidade no ecossistema universitário: se atuará como um projeto integrador permanente ou se continuará associado pontualmente às disciplinas extensionistas.

4.4.5 Continuidade do projeto e papel do Observatório de Mobilidade

As experiências de 2020 e 2025 demonstram que a continuidade do projeto depende de arranjos institucionais que assegurem a permanência de equipes habilitadas. Em 2020, o engajamento do grupo NEMOBIS, incluindo monitores, bolsistas e docentes, foi determinante para o avanço e refinamento das avaliações. Retomar um arranjo semelhante, mediado pela Coordenadoria de Extensão, aparece como condição essencial para consolidar o fluxo metodológico como prática recorrente.

O contexto recente, contudo, é marcado por desafios institucionais: queda no preenchimento de vagas, maior evasão e aumento da proporção de estudantes que conciliam trabalho e estudo. Esse cenário repercute diretamente na capacidade de mobilização discente e, portanto, na sustentabilidade de projetos extensionistas que requerem participação ativa.

Nesse ambiente, a organização de materiais didáticos atualizados – tutoriais, vídeos, mapas comentados, versões consolidadas do formulário e manuais – pode atuar como elemento de estabilidade, preservando a memória metodológica entre diferentes ciclos de estudantes e garantindo continuidade ao fluxo de trabalho, mesmo com menor disponibilidade de agentes fixos.

4.4.6 O papel do acervo digital do NEMOBIS

O canal NEMOBIS UFSC¹, que reúne vídeos sobre o desenvolvimento da metodologia BEQI em Joinville, constitui um acervo relevante para a formação dos estudantes e para a compreensão histórica do projeto. Os conteúdos abordam desde a origem dos indicadores até sua aplicação prática, passando pela estruturação da planilha base, pelas instruções de coleta e pelos resultados das primeiras campanhas.

Embora algumas interfaces apresentem versões anteriores da planilha, os vídeos mantêm coerência conceitual com a metodologia consolidada neste trabalho e continuam desempenhando papel formativo importante. A incorporação desses materiais ao Observatório de Mobilidade, de forma organizada e acessível, reforça o caráter cumulativo da prática extensionista e fortalece a integração entre teoria, aplicação e documentação histórica do projeto.

¹ Disponível em: <https://www.youtube.com/@nemobisufsc9452>. Acesso em: 20 nov. 2025.

5 CONCLUSÃO

A avaliação sistemática da infraestrutura cicloviária é um elemento estratégico na construção de cidades mais sustentáveis, inclusivas e seguras. Em um contexto como o de Joinville, em que a bicicleta ocupa papel relevante nos deslocamentos cotidianos, a ausência de rotinas consolidadas de diagnóstico compromete tanto o planejamento urbano quanto o direcionamento correto de políticas públicas. Este trabalho buscou responder a esse desafio ao estruturar uma metodologia de fluxo de trabalho para aplicação do BEQI em vias urbanas, articulando disciplinas extensionistas da UFSC Joinville, o ObMobi e o uso de ferramentas de SIG para produção e divulgação de mapas temáticos.

A principal contribuição do estudo reside menos em um resultado pontual de avaliação e mais na consolidação de uma metodologia replicável. A partir da experiência de planejamento dos trechos, coleta de campo com formulário digital, tratamento em planilha e integração com o QGIS, foi possível organizar um procedimento operacional que pode ser apropriado por turmas sucessivas de extensão. Essa característica confere ao método não apenas robustez técnica, mas também valor pedagógico, ao fortalecer competências práticas de análise espacial e leitura crítica do território entre os estudantes envolvidos.

Os estudos realizados (desde a etapa piloto na metodologia até o estudo de caso em via arterial já avaliada em 2020) demonstraram que a metodologia é capaz de gerar diagnósticos concretos sobre a qualidade da infraestrutura cicloviária e de sustentar comparações ao longo do tempo. A retomada de um corredor previamente analisado evidenciou tanto a permanência de fragilidades quanto a ocorrência de melhorias pontuais, além de destacar domínios sensíveis à forma de coleta, com variações entre levantamento remoto e observação em campo. Esse comportamento reforça o potencial de construção de séries históricas, desde que as diferenças de procedimento sejam consideradas na interpretação dos resultados.

Apesar dos avanços, o estudo apresenta limitações que precisam ser reconhecidas. A aplicação concentrou-se em um número restrito de trechos e dependeu do engajamento de poucos agentes de campo, o que limita sua abrangência. Além disso, a metodologia ainda envolve etapas manuais de organização e preparação dos dados para o ambiente SIG, e o banco de dados utilizado possui restrições que podem ser aprimoradas em estudos futuros.

Ainda assim, o objetivo geral do trabalho foi plenamente atingido ao propor e testar uma metodologia estruturada de análise cicloviária baseada no BEQI, integrada às disciplinas extensionistas e ao ObMobi. Ao transformar o índice em um procedimento sistematizado, o estudo contribui para que avaliações da malha cicloviária

deixem de depender de iniciativas isoladas e avancem em direção a uma rotina institucionalizada de produção e atualização de informações. Esse movimento reforça o papel da universidade como produtora de dados, promotora de formação prática e parceira do poder público na qualificação das políticas de mobilidade urbana.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

Como desdobramentos futuros, recomenda-se a expansão e o aperfeiçoamento da metodologia proposta, a fim de consolidá-la como um instrumento contínuo de monitoramento cicloviário integrado às disciplinas extensionistas e ao ObMobi. As possibilidades identificadas incluem:

- **Ampliação e aprofundamento das análises**
 - Aplicar a metodologia em outros eixos cicloviários da cidade, permitindo comparações interbairros e a construção de séries históricas mais robustas.
 - Desenvolver módulos específicos para a análise de interseções, contemplando conversões, tempos semaforicos, visibilidade e conflitos típicos do contexto local.
 - Incorporar contagens de ciclistas presenciais ou automatizadas, permitindo relacionar volume de uso e qualidade da infraestrutura.
- **Inclusão de novas dimensões ambientais e urbanas**
 - Criar indicadores voltados à sustentabilidade da via, incluindo sensação térmica, ilhas de calor, exposição a poluentes e ruído urbano.
 - Avaliar a inserção de dados meteorológicos (radiação, sombreamento, temperatura), que influenciam a atratividade e o conforto da rota.
- **Revisão e regionalização dos pesos do BEQI**
 - Realizar estudos periódicos de revisão dos pesos dos domínios e indicadores, com base em:
 - * questionários de preferência declarada de ciclistas locais;
 - * análises estatísticas de classificação de trechos;
 - * calibração baseada em dados reais de sinistros e segurança viária.
 - Propor uma versão calibrada do BEQI para a realidade brasileira ou municipal.
- **Integração com novas formas de mobilidade**
 - Desenvolver análises que contemplem bicicletas elétricas, patinetes elétricos e outros modos emergentes de micromobilidade.
 - Criar indicadores que avaliem convivência entre modos, conflitos potenciais e necessidades de adaptação do desenho urbano.

- **Aperfeiçoamento computacional e digital da metodologia**

- Desenvolver APIs ou plug-ins para o QGIS que automatizem o fluxo entre coleta, cálculo dos indicadores, integração com camadas vetoriais e geração de mapas.
- Criar um módulo digital próprio de coleta, reduzindo etapas manuais e aumentando a precisão dos dados.
- Estruturar no ObMobi um repositório geoespacial padronizado (por exemplo, PostGIS) para garantir rastreabilidade e atualização contínua.

- **Fortalecimento institucional e formativo**

- Formalizar a metodologia como procedimento padrão das disciplinas extensionistas do curso.
- Desenvolver novos materiais didáticos (manuais, vídeos, tutoriais) para fortalecer a autonomia dos estudantes no processo de coleta e análise.
- Estimular parcerias com a Prefeitura e instituições setoriais, consolidando o BEQI como ferramenta auxiliar de planejamento urbano.

REFERÊNCIAS

ARELLANA, J.; SALTARIN, M.; LARRANAGA, A. M.; GONZALEZ, 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, 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade**. 2001. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 17 maio 2025.

BRASIL. **Sistemas de Informação Geográfica (SIG)**. 2010. Documento institucional online. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/arquivos-anteriores-privados/programa-de-modernizacao/linha-do-tempo/34-sig-apostila.pdf>. Acesso em: 19 maio 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. 2012. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 18 maio 2025.

BRASIL. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014: Plano Nacional de Educação 2014–2024**. 2014. Acesso em: 20 jun. 2025. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm.

BRASIL. **Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018**. 2018. [Shttps://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55877808](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55877808). Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 49, 19 dez. 2018.

CAIN, K. L. et al. Developing and validating an abbreviated version of the microscale audit for pedestrian streetscapes (maps-abbreviated). **Journal of Transport & Health**, Elsevier, v. 5, p. 84–96, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.01.010>.

CARDOSO, G. **Utilização de um sistema de informações geográficas visando o gerenciamento da segurança viária no município de São José – SC**. jun. 1999. Dissertação (Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, jun. 1999. Acesso em: 20 maio 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/80748>.

CODINA, O.; MACIEJEWSKA, M.; NADAL, J.; MARQUET, O. Built environment bikeability as a predictor of cycling frequency: Lessons from barcelona. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 16, p. 100725, 2022.

DANTAS, A. S.; TACO, P. W. G.; YAMASHITA, Y. Sistemas de informação geográfica em transportes: o estado da arte. *In: Anais do X Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET*. Brasília, Brasil: [s.n.], 1996. p. 209–222.

DAVIS, J. **Bicycle Safety Evaluation**. Auburn, Alabama, 1987.

EHRGOTT, M.; WANG, J. Y. T.; RATH, A.; VAN HOUTTE, C. A bi-objective cyclist route choice model. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 46, n. 4, p. 652–663, 2012.

EPPERSON, B. Evaluating suitability of roadways for bicycle use: toward a cycling level of service standard. **Transportation Research Record**, Transportation Research Board, v. 1438, p. 9–16, 1994.

AYALA FILHO, G. G. M. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), **Uso de plataformas livres de sistemas de informação geográfica aplicados em estudos de transportes**. Joinville: [s.n.], 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/171613>.

FITZ, P. R. **Cartografia Básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 143 p. ISBN 978-85-86238-76-5.

FORPROEX. **Política Nacional de Extensão Universitária**. 2012. Acesso em: 20 jun. 2025. Disponível em: <https://proexc.ufu.br/legislacoes/2012-politica-nacional-de-extensao-universitaria-forproex-2012>.

HENNING, E. et al. NEMOBIS: a extensão universitária para a promoção de modais sustentáveis. *In: Anais do 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS 2018)*. Coimbra, Portugal: [s.n.], 2018. Cidades e Territórios – Desenvolvimento, atratividade e novos desafios. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/199175>.

HERSCHMANN, M.; SANTOS, S. d.; ALBORNOS, L. A. Analisando o crescimento do número de observatórios de comunicação, cultura e informação no Brasil. *In: Anais do XVII Encontro da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação (Compós)*. São Paulo: [s.n.], 2008. Acesso em: 26 maio 2025. Disponível em: <https://www.observatoriodaimprensa.com.br/armazem-literario/o-crescimento-dos-observatorios-no-brasil/>.

HOFFMANN, G. P.; BORELLI, R. M. I. J.; SCHMIDT NANNI, A. O uso de geotecnologias livres: Qgis e epicollect no levantamento de dados em geociências. **GeoFocus (Artículos)**, n. 21, p. 39–55, 2018. ISSN 1578-5157. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>.

JOINVILLE. **Lei Complementar nº 391, de 3 de dezembro de 2013. Acresce o § 3º ao art. 6º da Lei Complementar nº 202, de 17 de abril de 2006**. 2013. <https://leismunicipais.com.br/a/sc/j/joinville/lei-complementar/2013/40/391/lei-complementar-n-391-2013>. Acesso em: 18 maio 2025.

JOINVILLE, P. M. de. **Plano Diretor de Transportes Ativos de Joinville – PlanMOB: Caderno II – Plano Diretor de Transportes Ativos**. Joinville: [s.n.], 2016. Disponível sob consulta interna na Prefeitura de Joinville.

JOINVILLE, P. M. de. **Joinville Cidade em Dados 2024: Ambiente Construído**. Joinville: [s.n.], 2024. Acesso em: 25 abr. 2025. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2024/07/Joinville-Cidade-em-Dados-2024-%E2%80%93-93-Ambiente-Construido.pdf>.

KULMAN, D. **Espacialização da estiagem no Rio Grande do Sul de 1981 a 2011: análise da localização e vulnerabilidade de projetos de assentamentos (PA's) do INCRA**. 2015. 116 p. Dissertação (Dissertação (Mestrado em Geografia)) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015. Acesso em: 22 maio 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3209>.

LANDIS, B. W. Bicycle interaction hazard score: A theoretical model. *In*: **Transportation Research Record**. [S.l.]: Transportation Research Board, 1994. p. 3–10.

LOBATO, J. A. Álvarez; GARROCHO, C.; CHAVEZ, T. El observatorio metropolitano de toluca: lecciones, propuestas y desafíos. **Economía, Sociedad y Territorio**, v. 7, n. 25, p. 153–214, 2007. Acesso em: 26 maio 2025. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/111/11102507.pdf>.

MORAIS, K. C. **Relatório Final – Projeto NEMOBIS (Probolsa 2020)**. Joinville, SC, 2020. Relatório técnico vinculado ao projeto de extensão NEMOBIS.

OBMOBSSA. **Observatório da Mobilidade Urbana de Salvador (ObMobSSA)**. 2021. Accessed: 2025-05-27. Disponível em: <https://www.obmobsalvador.org/>.

QGIS Development Team. **QGIS User Manual 3.34**. [S.l.], 2024. Accessed: 2025-05-24. Disponível em: https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/user_manual/index.html.

ROSE, A. **Uma avaliação comparativa de alguns sistemas de informação geográfica aplicados ao transporte**. 2001. 139 p. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 2001. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-17032002-102609/publico/A_rose.pdf.

SACHETTI, A. Trabalho de Conclusão de Curso, **Aplicação do Quantum GIS para análise da localização de um armazém central**. Joinville: [s.n.], 2024. Centro Tecnológico de Joinville. Curso de Engenharia de Transportes e Logística. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/262189>.

SASAKI, N. D.; DALGALLO, A. Z.; LEÃO, A. L. F.; KANASHIRO, M. Análise da microescala da caminhabilidade: Aplicação do maps-global em um bairro de baixa renda de uma cidade média brasileira. **Revista de Morfologia Urbana**, v. 10, n. 1, p. e00233, 2022. Disponível em: <https://www.revistademorfologiaurbana.org/index.php/rmu/article/view/233>.

PUBLIC HEALTH SFDPH, S. F. D. of. **Bicycle Environmental Quality Index (BEQI) – Data Collection Manual**. 2009. https://www.sfpublishworks.org/sites/default/files/BEQI_Tool.pdf. San Francisco Department of Public Health, USA.

SOARES, L. C.; FERNEDA, E.; PRADO, H. A. do; CRUZ, F. W. A evolução dos centros de informação e o surgimento dos observatórios de transporte e logística. **Brazilian Journal of Information Science: Research Trends**, v. 14, n. 1, p. 97–118, 2020. ISSN 1981-1640. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/bjis/article/view/10847/6726>.

THILL, J.-C. Geographic information systems for transportation in perspective. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, Elsevier, v. 8, p. 3–12, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0968-090X\(00\)00029-2](https://doi.org/10.1016/S0968-090X(00)00029-2).

UFSC. **Observatório da Mobilidade UFSC Joinville**. 2017. Disponível em: <https://obmobi.joinville.ufsc.br/>.

UFSC. **Observatório da Mobilidade Urbana UFSC**. 2022. Accessed: 2023-04-12. Disponível em: <https://observatoriodamobilidadeurbana.ufsc.br/>.

SANTA CATARINA UFSC, U. F. de. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Transportes e Logística – Joinville**. 2023. UFSC, Joinville. Versão 2023/1.

WATERS, N. M. Transportation gis: Gis-t. *In*: LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. (Ed.). **Geographic Information Systems: Management Issues and Applications**. New York: Wiley, 1999. v. 2, p. 827–844.

WRUCK, T. M. **Estudo de orientações para o Observatório de Mobilidade da UFSC Joinville – ObMobi**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Transportes e Logística) – Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville. Acesso em: 26 maio 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/252917>.

ZANUZO, D. R. **Análise das condições ciclovárias no município de Joinville**. 2017. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, SC, 2017. Orientadora: Dra. Elisa Henning. Co-orientadora: Dra. Ana Mirthes Hackenberg.

Apêndices

APÊNDICE A – SEÇÃO SEGURANÇA NA APLICAÇÃO ORIGINAL DO BEQI

Seção	Indicador	Domínio Peso Médio	Peso médio	Variável	Valor Médio	Valor médio rescalado (0-10)	Score do indicador ponderad o	Máximo Total	Mínimo Total	Peso Domínio Score	Soma Mínima Total	SOMA
Segurança/Outros	Presença de sinalização de faixa de bicicleta	4	4	Sim	10	9,09	36	36	15	0,42	30	15
				Não	4	3,64	15					
	Escala de iluminação para pedestre e ciclista	4	4	Sim - Público	10	9,09	36	36	15			15
				Sim - Privado			26					
				Sim - Público e Privado			36					
				Não	4	3,64	15					

APÊNDICE B – SEÇÃO SEGURANÇA NA APLICAÇÃO MODIFICADA DO BEQI

Seção	Indicador	Domínio Peso Médio	Peso médio	Variável	Valor Médio	Valor médio rescalado (0-10)	Score do indicador ponderad o	Máximo Total	Mínimo Total	Peso Domínio Score	Soma Mínima Total	SOMA
Segurança/Outros	Psicossocial	2,66	2,66	Demais bairros	10	9,09	36	24	10	0.42	30	10
				Bairros: Centro, Aventureiro, Jardim Paraíso, Iririú, Paranaguamirim, América e Boehmerwald	4	3,64	15					
	Presença de sinalização de faixa de bicicleta	2,66	2,66	Sim	10	9,09	36	24	10			10
				Não	4	3,64	15					
	Escala de iluminação para pedestre e ciclista	2,66	2,66	Sim - Público	10	9,09	36	24	10			10
				Sim - Privado			36					
				Sim - Público e Privado			36					
				Não	4	3,64	15					

APÊNDICE C – VALORES FIXOS DO BEQI ADAPTADO E REESCALONADO

Seção	Indicador	Domínio Peso Médio	Peso médio	Variável	Valor Médio	Valor médio reescalad o (0-10)	Score do indicador ponderad o	Máximo Total	Mínimo Total	Peso do Domínio do Score	Soma Mínima Total
Design da Rua	Presença de área marcada para tráfego de bicicletas	4	4	Ciclofaixa com estacionamento adjacente à direita (esquerda)	6,5	5,91	24	36	4	2,05	62
				Ciclofaixa com calçada adjacente à direita (esquerda)	10	9,9	36				
				Ciclofaixa com pista de transporte público adjacente à direita (esquerda)	4,5	4,09	16				
				Ciclofaixa com faixa de rodagem adjacente à direita (esquerda)	3	2,73	11				
				Pista de tráfego compartilhado ou demarcações exclusivas para bicicletas	6	5,45	22				
				Ciclofaixa compartilhada com estacionamento	2	1,82	7				
				Ciclovia	10	9,09	36				
				Nada	1	0,91	4				
	Largura da faixa de bicicletas	4	4	< 1,20 m	5,5	5	20	36	0		
				1,20 - 2,50 m	8	7,27	29				
				>2,50 m	10	9,09	36				
				Nada			0				
	Marcação da faixa de bicicletas	4		Uma faixa de um lado da ciclovia/ciclofaixa	7	6,36	25	36	4		
				Faixa em ambos os lados da ciclovia/ ciclofaixa	10	9,09	36				
				Nada	1	0.91	4				

APÊNDICE C – CONTINUAÇÃO

Design da Rua	Conectividade da faixa de bicicletas	4	4	Sim	10	9,09	36	36	13	2,05	62
			Não	3,5	3,18	13					
	Tipo/Condição do Pavimento	4	4	Superfície lisa	11	10	40	40	4		
				Obstruções leves (ex: rachaduras)	7	6,36	25				
				Obstruções médias (ex: desníveis de pavimentos)			10				
				Obstruções pesadas (ex: bueiros, solavancos, lombadas)	1	0,91	4				
	Inclinação da rua	4	3	< 5%	10	9,09	27	27	11		
				5% - 10%	9	8,18	25				
				10% - 15%	6	5,45	16				
				> 15%	4	3,64	11				
	Driveway Cuts (Cortes na faixa?)	4	3	Mais que Cinco	4	3,64	11	27	11		
				Menos que cinco	6	5,45	16				
				Nenhuma	10	9,09	27				
	Presença de árvores	4	4	Continuamente alinhadas	8	7,27	29	29	15		
				Esporadicamente Alinhadas	6	5,45	22				
				Sem árvores	4	3,64	15				
	Tráfego de Veículos	Limite de Velocidade	3	4	<= 30 km/h	9	8,18	33	33		
40 - 50 km/h					8	7,27	29				
>= 60 km/h					2	1,82	7				
Média de veículos por dia			3	Menos que 1.000	10	9,09	27	27	8		
				1.000 - 5.000	7	6,36	19				
				5.000 - 10.000	5	4,55	14				
				Mais de 10.000	3	2,73	8				
Porcentagem de veículos pesados		3	4	< 5%	10	9,09	36	36	7		
				5% - 10%	6	5,45	22				
				10% - 20%	4	3,64	17				
	> 20%			2	1,82	7					

APÊNDICE C – CONTINUAÇÃO

Tráfego de Veículos	Estacionamento o paralelo adjacente a faixa de bicicleta	3	3	Estacionamento transversal (por km): < 50	4	3,64	11	27	11	1,39	59
				Estacionamento transversal (por km): - 50 - 100			14				
				Estacionamento transversal (por km): >100			16				
				Estacionamento paralelo: < 2m			19				
				Estacionamento paralelo: 2 - 3m			22				
				Estacionamento paralelo: > 3m			25				
				Nada	10	9,09	27				
	Elemento de calmaria de tráfego	3	4	0	3	2,73	11	35	11		
				01/fev	6,5	5,91	24				
				03/abr	8	7,27	29				
				Mais de 5	9,5	8,64	35				
	Numero de Pistas	3	4	Mais de 4		3,64	15	40	15		
				3	1,82	5,45	22				
				2		7,73	31				
				1		9,09	36				
				Sem pistas		10	40				
Segurança /Outros	Presença de Sinalização de faixa de	4	4	Sim	10	9,09	36	36	15	0,42	30
				Não	4	3,64	15				
	Escala de iluminação Bicicletas/ Pedestres	4	4	Sim - Público	10	9,09	36	36	15		
				Sim - Privado			26				
				Sim - Público e Privado			36				
				Não	4	3,64	15				

APÊNDICE C – CONTINUAÇÃO

Uso da terra	Bicicletário	4	4,5	Sim	10	9,09	41	41	12	0,66	33
				Não	3	2,73	12				
	Retail uso	4	3	3 ou mais	8	7,27	22	22	14		
				01/fev	6	5,45	16				
				0	5	4,55	14				
	Linhã de visão	4	4	Linha de visão obstruída ou comprometida	2	1,82	7	36	7		
				Distância de visão adequada	7	6,36	25				
				Linha de visão ampla	10	9,09	36				

APÊNDICE D – MANUAL DE BOAS PRÁTICAS BEQi PARA COLETA DE DADOS EM CAMPO

Manual de Boas Práticas BEQi

UFSC Joinville – Observatório de Mobilidade (ObMobi)

Finalidade: Garantir que todos os dados coletados para avaliação da infraestrutura ciclovária sigam critérios objetivos, padronizados e seguros, conforme o índice BEQi.

Antes de ir a campo

- Estude o manual BEQi e familiarize-se com os indicadores.
- Tenha em mãos, em arquivo ou impresso, o PDF com os códigos dos trechos.
- Verifique equipamentos e materiais: Celular com bateria.
- Fita métrica.
- GPS ou aplicativo de localização.
- Link do formulário de fácil acesso.

Preenchimento

- Preencha campos obrigatórios com calma e atenção.
- Atente-se aos códigos e formatos de escrita solicitados.
- Leia cada pergunta e alternativa com bastante atenção.
- Revise as alternativas antes de enviar.

Durante a coleta

- Avalie cada lado da rua separadamente.
- Mantenha postura segura na calçada ou em locais protegidos.
- Respeite a ordem dos trechos definida no planejamento.
- Confirme o código do trecho antes de iniciar o preenchimento.
- Seja discreto com moradores e comerciantes. Fotografe situações ambíguas.
- Não altere critérios — siga o manual.
- Use a fita métrica: da guia até a borda da ciclofaixa.

Erros a evitar

- Não estimar larguras “a olho” — use a fita métrica.
- Não preencher por suposições.
- Priorize a segurança em situações de tráfego intenso.
- Não esqueça o código do trecho.