v7.n4.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ESTIMATIVA DE PESOS DE FATORES INDICADORES DE CICLABILIDADE PARA A ZONA SUL DO RIO DE JANEIRO

WEIGHT ESTIMATION OF CYCLABILITY INDICATOR FACTORS FOR THE SOUTH ZONE OF RIO DE JANEIRO

ESTIMACIÓN DE PESOS DE FACTORES INDICADORES DE CICLABILIDAD PARA LA ZONA SUR DE RÍO DE JANEIRO

Luiz Felipe Soares e Silva[1], Felipe Pereira Vergara[2], Orivalde Soares da Silva Júnior[3], Filipe Almeida Corrêa Nascimento[4]

e747767
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i4.7767

PUBLICADO: 04/2026

RESUMO

Embora a literatura disponha de métodos consolidados para avaliar a ciclabilidade, como o *Bicycle Level of Service* e o *Bikeability Index*, grande parte dessas abordagens foi desenvolvida em contextos do Norte Global. No caso da Zona Sul do Rio de Janeiro, apesar da ampla utilização da infraestrutura cicloviária, ainda são escassos estudos que estimem, com base na percepção de ciclistas locais, os pesos relativos dos fatores que influenciam a experiência de pedalar. Este trabalho apresenta a estimativa de pesos atribuídos a fatores que influenciam a experiência de ciclistas na Zona Sul do Rio de Janeiro, com base na percepção dos usuários. A pesquisa emprega modelos de escolha discreta para transformar ordenações de importância declaradas pelos respondentes em pesos normalizados. A coleta de dados foi realizada por meio de questionário estruturado, aplicado a ciclistas com diferentes perfis de uso e frequência. Os fatores analisados incluem segurança viária, segurança pública, conforto, infraestrutura cicloviária, clima, custo da viagem e coerência do traçado, sendo que três desses fatores foram detalhados por meio de componentes observáveis. Os resultados revelam que aspectos como presença de ciclovia, policiamento, qualidade do pavimento e separação do tráfego motorizado estão entre os mais valorizados, sobretudo por ciclistas frequentes. Como limitações, o estudo baseia-se em percepções declaradas, restringe-se ao recorte espacial da Zona Sul e contempla apenas a etapa de calibração dos pesos. Ainda assim, os achados oferecem subsídios para

[1] Graduado em Engenharia de Fortificação e Construção pelo Instituto Militar de Engenharia e mestrando no curso de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes no IME. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil.
[2] Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e mestrando no curso de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes no IME. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil.
[3] Graduado em Ciência da Computação pela Escola de Engenharia de Piracicaba, mestre em Engenharia de Transportes pelo IME e doutor em Engenharia de Produção pela PUC-RIO e pós-doutor na mesma instituição. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil.
[4] Graduado em Engenharia de Fortificação e Construção pelo Instituto Militar de Engenharia, mestre em Engenharia de Transportes pelo IME e Doutor em Engenharia de Transportes pela UFRJ. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil.
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

avaliações futuras da ciclabilidade e para o direcionamento de políticas públicas e investimentos em mobilidade ativa mais aderentes às preferências locais.

PALAVRAS-CHAVE: Ciclabilidade. Infraestrutura cicloviária. Modelos de escolha discreta. Percepção dos ciclistas. Mobilidade ativa.

ABSTRACT

Although the literature provides well-established methods for assessing bikeability, such as the Bicycle Level of Service (BLOS) and the Bikeability Index (BI), most of these approaches have been developed in Global North contexts. In the case of the South Zone of Rio de Janeiro, despite the widespread use of cycling infrastructure, there is still a lack of studies that estimate, based on local cyclists' perceptions, the relative weights of factors influencing the cycling experience. This study presents the estimation of weights assigned to factors affecting cyclists' experience in the South Zone of Rio de Janeiro, based on user perception. The research employs discrete choice models to transform stated importance rankings provided by respondents into normalized weights. Data collection was carried out through a structured questionnaire administered to cyclists with different usage patterns and frequency levels. The analyzed factors include traffic safety, personal security, comfort, cycling infrastructure, weather conditions, travel cost, and route coherence, with three of these factors further detailed through observable components. The results indicate that aspects such as the presence of dedicated bike lanes, policing, pavement quality, and separation from motorized traffic are among the most valued attributes, particularly for frequent cyclists. As limitations, the study relies on stated perceptions, is restricted to the spatial scope of the South Zone, and addresses only the weight calibration stage. Nevertheless, the findings provide support for future bikeability assessments and for guiding public policies and investments in active transportation that are better aligned with local user preferences.

KEYWORDS: *Bikeability. Cycling infrastructure. Discrete choice models. Cyclist perception. Active mobility.*

RESUMEN

Aunque la literatura dispone de métodos consolidados para evaluar la ciclabilidad, como el Bicycle Level of Service (BLOS) y el Bikeability Index (BI), la mayoría de estos enfoques ha sido desarrollada en contextos del Norte Global. En la Zona Sur de Río de Janeiro, a pesar del amplio uso de la infraestructura ciclista, aún son escasos los estudios que estimen, con base en la percepción de los ciclistas locales, los pesos relativos de los factores que influyen en la experiencia de viaje. Este trabajo estima los pesos de dichos factores a partir de la percepción de los usuarios. Se emplean modelos de elección discreta para transformar jerarquizaciones de importancia declaradas en pesos normalizados. La recolección de datos se realizó mediante cuestionario estructurado aplicado a ciclistas con distintos perfiles y frecuencias de uso. Los factores analizados incluyen seguridad vial, seguridad pública, confort, infraestructura ciclista, condiciones climáticas, costo del viaje y coherencia del trazado, con tres factores desagregados en componentes observables. Los resultados indican que la presencia de ciclovías, el patrullaje policial, la calidad del pavimento y la separación del tráfico motorizado son los atributos más valorados, especialmente por ciclistas frecuentes. Como limitaciones, el estudio se basa en

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

percepciones declaradas, se restringe a la Zona Sur y aborda únicamente la calibración de los pesos. No obstante, los resultados contribuyen a futuras evaluaciones de la ciclabilidad y al diseño de políticas de movilidad activa alineadas con las preferencias locales.

***PALABRAS CLAVE**: Ciclabilidad. Infraestructura ciclista. Modelos de elección discreta. Percepción de los ciclistas. Movilidad activa.*

INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana tem passado por transformações significativas nas últimas décadas, com a valorização de modos de transporte mais ágeis, acessíveis e compatíveis com o cotidiano das grandes cidades (Banister, 2008). Nesse cenário, o uso da bicicleta tem ganhado destaque por oferecer uma alternativa prática e eficiente ao deslocamento urbano, especialmente em áreas com trânsito intenso ou limitada oferta de transporte coletivo, emergindo como solução eficiente para o congestionamento das metrópoles (Pucher; Buehler, 2008). Para os ciclistas, a bicicleta representa autonomia, economia de tempo e liberdade de escolha nos trajetos diários, sendo cada vez mais integrada ao estilo de vida urbano (Heinen et al., 2010).

No Brasil, o incentivo ao uso da bicicleta tem resultado na ampliação das ciclovias, com destaque para centros urbanos como o Rio de Janeiro, cuja Zona Sul apresenta uma das redes cicloviárias mais contínuas da cidade (Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro [PCRJ], 2023). No entanto, a experiência do ciclista não se resume à infraestrutura construída: fatores como segurança, fluidez, conforto no percurso e conexão com outras formas de transporte exercem papel fundamental na adoção e na manutenção do uso da bicicleta como meio de locomoção (Winters et al., 2011). Assim, compreender a percepção dos usuários torna-se essencial para avaliar a funcionalidade e a efetividade da mobilidade cicloviária nas cidades, uma vez que esse é um fator relevante na decisão individual de utilizar a bicicleta (Friel; Wachholz, 2025).

A literatura apresenta diversos métodos para avaliar a qualidade da experiência do ciclista. Entre os mais conhecidos estão o *Bicycle Level of Service* (BLOS) e o *Bikeability Index* (BI), que consideram fatores como segurança no trânsito, atratividade visual, conectividade da rede e conforto da via. Contudo, a maioria desses modelos foi desenvolvida em países do Norte Global e não incorpora, de forma explícita, as preferências locais ou as condições socioeconômicas e culturais dos usuários de cidades do Sul Global.

Arellana et al. (2020) propõe um índice de ciclabilidade construído a partir da percepção dos usuários, estimado por meio de modelos estatísticos robustos e validado na cidade de Barranquilla, Colômbia. Essa abordagem considera não apenas atributos geométricos da via, mas também a segmentação dos ciclistas por tipo de uso (lazer, trabalho, compras/outros) e

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

perfil social, permitindo uma avaliação mais realista e inclusiva da infraestrutura disponível. Outro levantamento relevante refere-se à segurança da região avaliada, fator que tem se mostrado bastante influente na ciclabilidade nos países do Sul Global.

Apesar da ampla utilização das ciclovias da Zona Sul do Rio de Janeiro, não foram identificados estudos que apliquem a metodologia de construção do *Bikeability Index* baseada na percepção de usuários locais, conforme proposto por Arellana et al. (2020). Essa lacuna limita a compreensão sobre quais atributos da infraestrutura cicloviária são mais valorizados pelos diferentes perfis de ciclistas no contexto urbano carioca, dificultando a elaboração de diagnósticos mais precisos e a definição de prioridades para investimentos em mobilidade ativa, caracterizando-se, assim, como o problema de pesquisa motivador do estudo.

A ciclabilidade pode ser definida como uma avaliação de toda a rede cicloviária quanto ao conforto e à conveniência percebidos, bem como ao acesso a destinos relevantes (Lowry et al., 2012). No entanto, ainda há necessidade de maior consenso na literatura para o estabelecimento de uma definição universal do conceito (Kellstedt et al., 2020), o que tem impulsionado o desenvolvimento de modelos adaptados à realidade do Sul Global.

Nesse contexto, a construção de um índice de ciclabilidade calibrado a partir da percepção de usuários locais permite explorar, de forma sistematizada, os fatores que mais influenciam a experiência de pedalar em determinado ambiente urbano. Além disso, tal abordagem contribui para a produção de diagnósticos mais aderentes às condições reais das cidades latino-americanas. A aplicação de um índice ajustado à realidade local torna-se, portanto, uma ferramenta relevante para o planejamento de políticas públicas de mobilidade ativa, especialmente em áreas urbanas que, embora disponham de infraestrutura cicloviária relativamente consolidada, ainda enfrentam desafios relacionados à segurança pública, iluminação urbana e integração com outros modos de transporte. A justificativa do estudo evidencia-se, portanto, no próprio uso do índice a ser obtido, com objetivo de nortear a aplicação de políticas públicas.

O presente trabalho tem por objetivo geral estimar os pesos dos fatores que constituem o Índice de Ciclabilidade (*Bikeability Index* - BI) para a Zona Sul do Rio de Janeiro, com base na metodologia desenvolvida por Arellana et al. (2020), a partir da percepção dos ciclistas que utilizam a infraestrutura local.

O trabalho está organizado em quatro seções principais, além da introdução. Na seção Referencial Teórico é apresentada de forma genérica a fórmula geral do Índice de Ciclabilidade. A seção Metodologia descreve o processo de construção do BI para justificar a seleção dos fatores utilizados, do instrumento de coleta de dados e da modelagem estatística adotada. Em

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Resultados e Discussão, apresentam-se os dados obtidos nas pesquisas de campo, os resultados da estimação do modelo Logit e a tabela final com os pesos dos fatores. Por fim, a seção Considerações traz reflexões sobre os achados e suas implicações para o planejamento cicloviário na cidade do Rio de Janeiro.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

A construção do Índice de Ciclabilidade (*Bikeability Index – BI*) neste estudo segue a estrutura metodológica proposta por Arellana et al. (2020), baseada em uma função aditiva ponderada. O BI tem por objetivo refletir, de forma numérica, o grau de adequação de um trecho cicloviário a partir da percepção dos usuários sobre diferentes fatores que influenciam a experiência de pedalar.

A fórmula geral do índice pode ser expressa como:

$$BI_{lq} = \sum_{n \in N} P_{nq} * C_{nl}$$

onde:

- BI_{lq}: é o índice de ciclabilidade estimado para o trecho *l*, conforme o tipo de ciclista q;
- P_{nq}: é o peso do fator *n* para o tipo de ciclista *q*, obtido a partir de modelo Logit multinomial;
- C_{nl}: é a medida coletada no trecho *l*, normalizada entre 0 e 1, para o fator *n*.

Diferentemente de Arellana *et al.* (2020), que segmenta o índice por perfil de usuário e aplica a análise sobre uma rede viária, o presente trabalho limita-se à etapa de calibração dos pesos dos fatores, com base em levantamento de dados primários obtidos com usuários das ciclovias da Zona Sul do Rio de Janeiro. A aplicação da fórmula do BI a trechos específicos poderá ser realizada em estudos futuros, a partir da aplicação prática dos pesos estimados.

2. MÉTODOS

A formulação do *Bikeability Index* (BI) baseia-se na decomposição da percepção do ciclista em dois níveis de avaliação: fatores e componentes. Desse modo, as etapas desenvolvidas foram voltadas à obtenção dos pesos correspondentes a cada fator e componente presentes no indicador. Para tal, foram executados os seguintes passos.

2.1. Seleção de fatores e componentes

A formulação do *Bikeability Index* (BI) baseia-se na decomposição da percepção do ciclista em dois níveis de avaliação: fatores e componentes. Conforme a metodologia de Arellana

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

et al. (2020), os fatores observáveis são os critérios principais utilizados para avaliar a experiência de pedalar, enquanto os componentes são variáveis específicas que descrevem ou representam cada fator.

Os fatores representam dimensões amplas da experiência cicloviária, como segurança, conforto, infraestrutura e conectividade. São apresentados diretamente ao respondente no questionário e formam a base da construção do índice, podem ser observáveis ou não observáveis. A diferença está na forma de mensuração do fator, aqueles que podem ser medidos diretamente são considerados observáveis. Aqueles que devem ser medidos indiretamente através de uma composição de diferentes componentes são considerados não observáveis.

Os componentes são os atributos observáveis que, em conjunto, constituem cada fator não observável. Por exemplo, o fator “conforto” pode incluir componentes como qualidade do pavimento, presença de sombra, ou obstáculos na via.

Neste estudo, foram selecionados sete fatores principais, adaptados da proposta original e ajustados ao contexto urbano da Zona Sul do Rio de Janeiro. A escolha dos fatores seguiu critérios de relevância prática, possibilidade de observação empírica e capacidade de diferenciação perceptiva por parte dos usuários. A seguir, apresenta-se a lista final de fatores avaliados e suas classificações:

a) Objetividade e coerência (observável): Refere-se à facilidade de deslocamento direto entre origem e destino, sem desvios, interrupções ou necessidade de manobras complexas. Envolve o grau de conectividade da ciclovia com outros trechos e sua integração com o traçado urbano.
b) Conforto e atratividade (não observável): Relaciona-se à sensação física e visual de conforto ao pedalar. Inclui componentes como qualidade do pavimento, ausência de obstáculos, presença de sombra, vegetação e a estética geral do percurso.
c) Segurança de tráfego (não observável): Trata da percepção de risco de acidentes durante o trajeto, considerando a separação do tráfego motorizado, presença de sinalização, fluxo de veículos nas vias adjacentes e interação com outros modais.
d) Segurança do caminho (não observável): Representa a sensação de proteção contra delitos. Engloba aspectos como iluminação noturna, visibilidade, presença de policiamento ou câmeras, e histórico de criminalidade.
e) Clima (observável): Embora seja uma variável exógena e homogênea ao longo dos trechos da ciclovia, foi incluída para avaliar sua influência na percepção do ciclista. Envolve temperatura, umidade, exposição ao sol e sensação térmica durante o deslocamento.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

f) Presença de ciclovia (observável): Refere-se à existência e qualidade da infraestrutura exclusiva para bicicletas. Considera a presença da ciclovia, sua largura, continuidade, separação do tráfego e estado de conservação.
g) Custo da viagem (observável): Está relacionado à economia proporcionada pelo uso da bicicleta em comparação com outros modais. Embora seja uma variável que transcende o trecho cicloviário em si, sua percepção pode afetar a escolha do modo de transporte.

Esses fatores foram organizados no questionário aplicado aos ciclistas, os quais foram convidados a ordená-los de acordo com sua importância percebida. Os dados coletados a partir dessa ordenação alimentam o modelo estatístico de estimação de pesos, descrito a seguir.

2.2. Estimativa dos pesos

Os pesos atribuídos aos fatores que compõem o índice de ciclabilidade foram estimados com base na percepção declarada dos usuários. A técnica utilizada foi a modelagem por escolha discreta, por meio de um Modelo Logit Multinomial (MNL), que permite converter ordenações fornecidas pelos respondentes em probabilidades de escolha – interpretadas, neste estudo, como pesos relativos atribuídos a cada fator.

A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de um questionário estruturado, composto por três blocos principais: (i) perfil do ciclista, (ii) ordenação de fatores de ciclabilidade e (iii) ordenação de componentes de ciclabilidade. O instrumento foi aplicado em formato presencial e digital, abrangendo ciclistas que utilizam as ciclovias da Zona Sul do Rio de Janeiro.

Na primeira seção de ordenação, os respondentes foram convidados a classificar os sete fatores observáveis previamente selecionados, do mais importante (1º) ao menos importante (7º) segundo sua experiência pessoal de uso da infraestrutura cicloviária. Na segunda, os respondentes foram convidados a classificar cinco componentes de três fatores não-observáveis previamente selecionados, do mais importante (1º) ao menos importante (7º) segundo sua experiência pessoal.

A amostra foi composta por ciclistas com diferentes perfis de uso (trabalho, lazer e outros) e distintas frequências de utilização, permitindo uma visão abrangente da percepção dos usuários que utilizam a infraestrutura com finalidades diversas.

As ordenações fornecidas pelos respondentes foram transformadas em escolhas sucessivas entre fatores, seguindo a abordagem proposta por Luce & Suppes (1965), adotada por Arellana et al. (2020). Cada ordenação com N fatores foi "explodida" em $N-1$ observações do tipo escolha binária, em que se assume que o fator classificado em k-ésimo lugar foi preferido

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

a todos os fatores remanescentes (Ortúzar; Willumsen, 2011). Com base nessas observações, foi estimado um modelo Logit Multinomial (MNL) da seguinte forma:

$$P_{nq} = \frac{exp\ (V_{nq})}{\sum_{j\ \in N} exp\ (V_{jq})}$$

$$V_{nq} = \beta_n + \sum_k \gamma_k * X_{kq}$$

onde:

- P_{nq}: probabilidade de o fator *n* ser o mais importante para o ciclista do tipo *q*;
- V_{nq}: utilidade do fator *n*, determinada por um termo base β_n e por características do ciclista X_{kq};
- X_{kq}: variáveis explicativas como idade, gênero, frequência de uso e finalidade da viagem.

A estimação foi conduzida por meio do *software* R. Os coeficientes obtidos para cada fator foram transformados em pesos normalizados, de modo que o somatório fosse igual a 1, garantindo a interpretação probabilística de cada valor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tamanho da amostra foi definido com um grau de confiança de 90% e uma margem de erro de 10%, parâmetros estatisticamente aceitos para pesquisas exploratórias ou diagnósticas preliminares. Tendo em vista a população dos bairros da Urca e de Botafogo – que juntas possuem aproximadamente 90.000 habitantes (PCRJ, 2024) – era necessário coletar 67 ou mais respostas para obter um grau de confiança de 90%. A pesquisa obteve 70 respostas de ciclistas.

Com o objetivo de compreender o perfil dos ciclistas que utilizam a bicicleta como modo de transporte na área de estudo, foi elaborado um questionário estruturado e aplicado por meio de físico e virtual. A pesquisa buscou coletar informações sociodemográficas e comportamentais dos usuários, de modo a subsidiar a análise da demanda cicloviária e fornecer subsídios para o planejamento de intervenções voltadas à mobilidade ativa. Foram 70 entrevistas, as quais foram realizadas entre os meses de maio e junho de 2025.

Para caracterizar os ciclistas entrevistados foram feitas perguntas relacionadas ao bairro de residência, ao gênero, à faixa etária, frequência do uso de bicicleta e à finalidade principal das viagens. As respostas apresentadas mostram que 57,14% são do gênero masculino e 42,86% do gênero feminino. A faixa etária entre 31 e 45 anos, representa 48,57% da amostra e

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

30% têm entre 18 e 30 anos. A faixa entre 46 e 60 anos corresponde a 12,86%, menores de 18 anos correspondem a 5,71% e apenas 2 participantes declararam ter mais de 60 anos, equivalente a 2,86% do total dos entrevistados. Sobre a residência, 72,86% residem em bairros da Zona Sul e o restante 27,14% em bairros fora da Zona Sul. Quanto à frequência, 20% pedalam diariamente, 20% pedalam de duas a três vezes por semana e os restantes 60% pedalam esporadicamente. Quanto à finalidade, 22,86% pedalam para chegar ao trabalho ou estudo (classificação *trabalho*), 70% por lazer ou esporte (classificação *lazer*) e 7,14% para compras ou outros (classificação *outros*).

Como descrito na Seção 2, os pesos dos fatores foram estimados com base na percepção dos usuários, a partir da ordenação dos sete fatores apresentados no questionário. O objetivo desta etapa é quantificar, por meio de probabilidades, a importância relativa de cada fator na experiência de ciclabilidade para os usuários locais. Tais pesos, uma vez normalizados, fornecem os parâmetros essenciais para a construção de um índice de ciclabilidade ajustado à realidade urbana e social do Rio de Janeiro.

A aplicação do modelo foi realizada considerando a totalidade dos respondentes, sem segmentação por perfil, dada a finalidade inicial de obtenção de um conjunto de pesos globais representativos do uso da ciclovia como um todo. A estimativa foi realizada utilizando o método de máxima verossimilhança, e os resultados foram avaliados com base na significância estatística dos coeficientes e na consistência dos sinais estimados. A Tabela 1 contém os pesos dos fatores separados por tipo de ciclista e finalidade da viagem para os ciclistas.

Tabela 1. Pesos dos Fatores no cálculo do BI (Autor, 2025)

	Frequente			Não Frequente		
	Trabalho	Lazer	Outros	Trabalho	Lazer	Outros
Objetividade e Coerência	0,081	0,083	0,062	0,124	0,141	0,133
Conforto e Atratividade	0,121	0,091	0,099	0,200	0,124	0,162
Segurança de tráfego	0,159	0,181	0,124	0,175	0,163	0,146
Segurança do caminho	0,215	0,116	0,495	0,189	0,195	0,243
Clima	0,070	0,070	0,055	0,068	0,121	0,058
Presença de ciclovia	0,258	0,342	0,165	0,175	0,208	0,243
Custo da viagem	0,096	0,117	0	0,068	0,047	0,016

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Além da estimação dos pesos para os sete fatores, também foram calculados pesos relativos para os componentes que compõem três desses fatores, os quais são classificados como não observáveis: conforto e atratividade, segurança de tráfego e segurança do caminho. Esses fatores, por sua natureza agregada, demandam uma decomposição adicional para que se possa interpretar, de forma mais precisa, quais atributos específicos influenciam a percepção dos usuários.

De maneira análoga à metodologia adotada para os fatores, os componentes foram ordenados pelos respondentes segundo sua importância percebida, sendo essas ordenações processadas por meio de modelagem de escolha discreta. A técnica empregada foi novamente o modelo Logit Multinomial, que transforma as ordenações em probabilidades de escolha, permitindo a obtenção de pesos normalizados para cada componente. Esses pesos indicam a relevância relativa dos atributos que integram os fatores compostos, possibilitando uma análise mais detalhada dos elementos que estruturam a experiência de ciclabilidade.

As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam os resultados da estimação para os componentes dos fatores conforto e atratividade, segurança de tráfego e segurança do caminho, respectivamente. Esses resultados complementam os achados da análise principal, ao indicar quais aspectos específicos como qualidade do pavimento, iluminação pública ou ausência de obstáculos são mais valorizados pelos ciclistas na Zona Sul do Rio de Janeiro.

Tabela 2. Pesos dos componentes observáveis para caracterização do fator não observável conforto e atratividade (Autor, 2025)

	Frequente			Não Frequente		
	Trabalho	Lazer	Outros	Trabalho	Lazer	Outros
Presença de infraestrutura cicloviária	0,750	0,531	0,253	0,368	0,473	0,495
Qualidade do pavimento da infraestrutura rodoviária	0,125	0,224	0,506	0,173	0,170	0,330
Condições do caminho	0,075	0,131	0,169	0,259	0,203	0,074
Presença de sombras	0,017	0,053	0,036	0,096	0,067	0,062
Vista estética	0,033	0,062	0,036	0,105	0,087	0,038

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Tabela 3. Pesos dos Componentes Observáveis para Caracterização do Fator Não Observável Segurança de Tráfego (Autor, 2025)

	Frequente			Não Frequente		
	Trabalho	Lazer	Outros	Trabalho	Lazer	Outros
Presença de ciclovia	0,883	0,927	0,536	0,479	0,642	0,469
Presença de dispositivos de controle de tráfego	0,035	0,026	0,179	0,249	0,133	0,151
Fluxo de veículos motorizados	0,042	0,014	0,179	0,109	0,085	0,059
Fluxo de pedestres	0,008	0,013	0,107	0,078	0,053	0,088
Velocidade de veículos motorizados	0,032	0,02	0	0,086	0,086	0,234

Tabela 4. Pesos dos componentes observáveis para caracterização do fator não observável segurança do caminho (autor, 2025)

	Frequente			Não Frequente		
	Trabalho	Lazer	Outros	Trabalho	Lazer	Outros
Presença de policiamento	0,351	0,354	0,583	0,319	0,452	0,249
Presença de câmeras de segurança	0,068	0,099	0,058	0,205	0,110	0,069
Presença de ciclistas	0,097	0,150	0,049	0,220	0,126	0,237
Iluminação	0,163	0,283	0,117	0,220	0,166	0,113
Criminalidade	0,322	0,115	0,194	0,037	0,146	0,332

3.1. Discussões

Esta seção discute os principais resultados obtidos a partir da aplicação do modelo Logit Multinomial sobre os dados coletados junto aos ciclistas da Zona Sul do Rio de Janeiro. A análise abrange tanto os fatores observáveis, utilizados diretamente na construção do índice de ciclabilidade, quanto os componentes específicos de três fatores não observáveis. Adicionalmente, discute-se a influência do perfil dos respondentes sobre os pesos estimados, buscando compreender de que maneira características como frequência de uso ou finalidade da

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

viagem podem ter condicionado a percepção dos ciclistas em relação aos atributos da infraestrutura.

3.1.1. Análise dos pesos dos fatores

Entre os ciclistas frequentes, que utilizam a bicicleta com regularidade, os fatores mais valorizados foram a presença de ciclovia e a segurança do caminho. A presença de ciclovia apresentou pesos que variaram de 0,165 na categoria outros até 0,342 nas viagens com finalidade de lazer. A segurança do caminho teve seu maior peso nas viagens com finalidade de trabalho, atingindo 0,215. A segurança de tráfego também foi amplamente valorizada, com pesos de 0,181 nas viagens de lazer e 0,159 nas de trabalho. O fator conforto e atratividade apresentou importância intermediária entre os demais, com pesos de 0,091 nas viagens de lazer e 0,121 nas de trabalho. Por outro lado, o clima e o custo da viagem foram os fatores com menor peso médio entre os ciclistas frequentes. Nas viagens de trabalho, por exemplo, os valores atribuídos a esses fatores foram de 0,07 e 0,096, respectivamente, o que indica que tais atributos são percebidos como menos determinantes na avaliação da infraestrutura por esse grupo de usuários.

Para os ciclistas não frequentes, os pesos atribuídos aos fatores indicam uma valorização mais acentuada de aspectos funcionais básicos da infraestrutura. O fator objetividade e coerência apresentou pesos elevados, variando entre 0,124 nas viagens com finalidade de trabalho e 0,141 nas de lazer, o que sugere que a clareza do trajeto e a continuidade da ciclovia são especialmente relevantes para aqueles com menor familiaridade com o sistema cicloviário. A presença de ciclovia também se destacou, com peso de 0,243 na categoria de compras ou outros e 0,208 nas viagens de lazer, mantendo seu papel central na percepção de qualidade. O fator conforto e atratividade alcançou peso de 0,162 entre os ciclistas que utilizam a bicicleta para finalidades diversas, indicando uma sensibilidade maior desse grupo a elementos como paisagem, pavimento e estética do percurso. O clima teve importância mais acentuada nas viagens de lazer, com peso de 0,121, evidenciando que condições ambientais desfavoráveis podem impactar com maior intensidade os usuários ocasionais. Por fim, o custo da viagem apresentou os menores pesos em todas as finalidades de uso, com destaque para o valor de 0,016 na categoria outros, indicando baixa influência desse fator na decisão pelo uso eventual da bicicleta.

3.1.2. Análise dos pesos dos componentes

A análise dos componentes observáveis utilizados para caracterizar o fator não observável conforto e atratividade revela diferenças importantes entre ciclistas frequentes e não

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

frequentes quanto à valorização dos elementos que compõem essa dimensão. Entre os ciclistas frequentes, a presença de infraestrutura cicloviária foi o componente mais valorizado, com peso de 0,75 nas viagens de trabalho e 0,531 nas de lazer. A qualidade do pavimento também se destacou, especialmente na categoria compras ou outros, onde atingiu 0,506. As condições do caminho apresentaram pesos intermediários, variando de 0,075 nas viagens de trabalho a 0,169 naquelas com finalidade diversa. Já a presença de sombras e a vista estética receberam os menores pesos, indicando menor influência desses aspectos no julgamento de conforto por parte dos usuários habituais. Por outro lado, entre os ciclistas não frequentes, os pesos atribuídos aos componentes foram mais distribuídos. A qualidade do pavimento foi altamente valorizada na categoria compras ou outros, com peso de 0,33, enquanto a presença de infraestrutura cicloviária manteve relevância, sobretudo nas viagens de lazer, com valor de 0,473. As condições do caminho também tiveram importância significativa, com pesos de 0,259 para trabalho e 0,203 para lazer. Além disso, a presença de sombras e a vista estética apresentaram pesos mais elevados do que entre os ciclistas frequentes, o que sugere maior sensibilidade desse grupo a aspectos ambientais e visuais do percurso.

No fator segurança de tráfego, a presença de ciclovia foi amplamente reconhecida como o componente mais relevante entre todos os perfis, com pesos que chegaram a 0,927 nas viagens de lazer para ciclistas frequentes e 0,642 para não frequentes. Entre os ciclistas não frequentes, destacaram-se ainda os dispositivos de controle de tráfego e a velocidade dos veículos motorizados, que receberam pesos mais elevados em comparação com os ciclistas frequentes. Já o fluxo de pedestres e o fluxo de veículos motorizados apresentaram valores relativamente baixos para ambos os grupos, indicando influência limitada desses componentes na percepção de segurança viária.

No fator segurança do caminho, a presença de policiamento foi o componente mais relevante tanto para ciclistas que pedalam a trabalho quanto para os que pedalam a lazer. Entre os usuários frequentes, esse componente recebeu peso de 0,351 nas viagens de trabalho e 0,354 nas de lazer, enquanto entre os não frequentes os valores foram de 0,319 e 0,452, respectivamente. A iluminação também se destacou entre os ciclistas que pedalam a lazer, com pesos de 0,283 para os frequentes e 0,166 para os não frequentes, sugerindo que a visibilidade noturna é um fator importante nesse tipo de deslocamento. A criminalidade teve peso significativo nas viagens a trabalho entre os usuários frequentes, atingindo 0,322, e apareceu com 0,146 nas viagens de lazer entre os não frequentes. A presença de ciclistas e de câmeras de segurança apresentou menor relevância na composição da percepção de segurança, embora com leve aumento de importância nas viagens de lazer para não frequentes, cujos pesos foram de 0,126

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

e 0,11, respectivamente. Esses resultados indicam que, enquanto o policiamento é valorizado de forma ampla, fatores como iluminação e criminalidade variam conforme a finalidade do deslocamento.

3.1.3. Inferências e implicações para a gestão pública

A interpretação conjunta dos pesos estimados permite extrair inferências críticas sobre o comportamento do ciclista na Zona Sul do Rio de Janeiro, oferecendo um direcionamento objetivo para a formulação de políticas de mobilidade ativa.

Inicialmente, verifica-se que o fator Segurança do Caminho é um dos determinantes centrais da ciclabilidade na região. O componente Presença de Policiamento consolidou-se como o mais valorizado (com pesos de até 0,452), juntamente com os componentes Iluminação e Criminalidade. Tais dados evidenciam que a ciclabilidade no contexto carioca transcende a engenharia viária, exigindo uma gestão multissetorial que integre a segurança urbana ao planejamento para garantir a efetiva utilização da rede cicloviária.

Observou-se, também, que o Custo da Viagem apresentou os menores pesos em todos os perfis, atingindo valor nulo para ciclistas frequentes na categoria "outros". Infere-se que, para o usuário local, a economia financeira não atua como variável decisória prioritária na escolha da rota, de modo que políticas focadas apenas na redução de custos tendem a ser menos eficazes na expansão da ciclabilidade do que intervenções diretas na qualidade da infraestrutura.

Verifica-se ainda, por meio da análise do fator Conforto e Atratividade, que o componente Qualidade do Pavimento superou consistentemente os atributos Vista Estética e Presença de Sombras. Essa evidência sugere que os investimentos devem priorizar a manutenção funcional e a remoção de obstáculos, visto que o ciclista valoriza a fluidez e a integridade física acima de elementos puramente paisagísticos.

Por fim, a análise do fator Objetividade e Coerência revela que seu peso relativo relevante, especialmente para ciclistas não frequentes (até 0,141), reforça que a utilidade percebida do sistema está vinculada à conexão direta entre origem e destino. Projetos que priorizam traçados sinuosos ou fragmentados em detrimento da rapidez e clareza do trajeto tendem a desestimular a adoção da bicicleta como modo de transporte cotidiano.

4. CONSIDERAÇÕES

Este trabalho teve como propósito estimar os pesos relativos atribuídos por ciclistas a diferentes fatores e componentes que influenciam a experiência de pedalar na Zona Sul do Rio de Janeiro. A metodologia baseada no modelo Logit Multinomial permitiu quantificar a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

importância percebida de sete fatores principais e seus componentes, refletindo as prioridades de diferentes perfis de usuários quanto à infraestrutura existente.

Os resultados demonstram que a ciclabilidade na região é fortemente condicionada por aspectos de segurança pública e manutenção funcional. Observou-se que, para ciclistas frequentes, os maiores pesos concentram-se na presença de ciclovia (até 0,342) e na segurança do caminho (0,215). Já para os não frequentes, a objetividade e coerência do trajeto (até 0,141) e a presença de policiamento (0,452) emergem como determinantes centrais para a adesão ao modal. O baixo peso atribuído ao custo da viagem em todos os perfis sugere que a escolha pela bicicleta na área de estudo não é pautada por incentivos financeiros, mas pela viabilidade, segurança e fluidez do percurso.

Os resultados apresentados permitem identificar padrões consistentes de percepção, como a valorização da segurança viária, da presença de ciclovias e da qualidade do pavimento, especialmente entre ciclistas frequentes. Por outro lado, aspectos como conforto ambiental, estética e clima se mostraram mais relevantes para usuários esporádicos e em deslocamentos por lazer. Além disso, fatores relacionados à segurança pública, como policiamento e iluminação, apareceram com peso significativo em praticamente todos os perfis analisados.

A disponibilização desses pesos representa uma contribuição metodológica relevante para o planejamento urbano voltado à mobilidade ativa. Ainda que este estudo não tenha se dedicado à aplicação direta do Índice de Ciclabilidade a trechos específicos, os dados aqui obtidos podem ser utilizados em futuras avaliações da infraestrutura cicloviária, servindo como base para diagnósticos mais precisos e alinhados às preferências locais. Com isso, gestores públicos e planejadores urbanos podem tomar decisões mais informadas sobre intervenções em infraestrutura, priorizando atributos que efetivamente impactam a percepção de segurança, conforto e usabilidade por parte dos ciclistas. Assim, ao tornar explícitas as prioridades dos usuários da bicicleta, este estudo contribui para a construção de políticas públicas mais sensíveis à realidade urbana carioca e mais eficazes na promoção de modos sustentáveis de transporte.

REFERÊNCIAS

ARELLANA, J.; SALTARÍN, M.; LARRAÑAGA, A. M.; GONZÁLEZ, V. I.; HENAO, C. A. Developing an urban bikeability index for different types of cyclists as a tool to prioritise bicycle infrastructure investments. Transp. Res. Part A Policy Pract., Elsevier BV, v. 139, p. 310–334, set. 2020. DOI: 10.1016/j.tra.2020.07.010.

BANISTER, D. The sustainable mobility paradigm. Transp. Policy (Oxf.), Elsevier BV, v. 15, n. 2, p. 73–80, mar. 2008. DOI: 10.1016/j.tranpol.2007.10.005.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

FRIEL, D.; WACHHOLZ, S. Cyclists' perception of cycling infrastructure: The relationship between safety, comfort, and comprehensibility. Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav., Elsevier BV, v. 115, n. 103367, p. 103367, nov. 2025. DOI: 10.1016/j.trf.2025.103367.

HEINEN, E.; WEE, B. van; MAAT, K. Commuting by bicycle: An overview of the literature. Transp. Rev., Informa UK Limited, v. 30, n. 1, p. 59–96, jan. 2010. DOI: 10.1080/01441640903187001.

KELLSTEDT, D. K.; SPENGLER, J. O.; FOSTER, M.; LEE, C.; MADDOCK, J. E. A scoping review of bikeability assessment methods. J. Community Health, Springer Science and Business Media LLC, v. 46, n. 1, p. 211–224, fev. 2021. DOI: 10.1007/s10900-020-00846-4.

LOWRY, M. B.; CALLISTER, D.; GRESHAM, M.; MOORE, B. Assessment of communitywide bikeability with bicycle level of service. Transp. Res. Rec., SAGE Publications, v. 2314, n. 1, p. 41–48, jan. 2012. DOI: 10.3141/2314-06.

ORTÚZAR, J. d. D.; WILLUMSEN, L. G. Specification and estimation of discrete choice models. In: Modelling Transport. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2011. p. 269–331.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Censo 2022: População e domicílios por bairros (dados preliminares). Plataforma DATA.RIO. Disponível em: https://www.data.rio/datasets/fd354740f1934bf5bf8e9b0e2b509aa9/explore. Acesso em: 02 jun. 2025.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Plano de Expansão Cicloviária. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: https://transportes.prefeitura.rio/wp-content/uploads/sites/31/2022/07/CicloRio-Plano-de-Expansa%CC%83o-Ciclovia%CC%81ria-transportes.pdf. Acesso em: 26 mar. 2026.

PUCHER, J.; BUEHLER, R. Making cycling irresistible: Lessons from the Netherlands, Denmark and Germany. Transp. Rev., Informa UK Limited, v. 28, n. 4, p. 495–528, jul. 2008. DOI: 10.1080/01441640701806612.

WINTERS, M.; DAVIDSON, G.; KAO, D.; TESCHKE, K. Motivators and deterrents of bicycling: comparing influences on decisions to ride. Transportation (Amst.), Springer Science and Business Media LLC, v. 38, n. 1, p. 153–168, jan. 2011. DOI: 10.1007/s11116-010-9284-y.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.