

# Proposição de um índice de ciclabilidade para Belo Horizonte (Brasil) sob a ótica de especialistas em mobilidade urbana



**Isabella Fernandes Cardoso**

Université de Franche-Comté. Besançon, França  
Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil

**Leandro Cardoso**

Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil

**Gabriel Teixeira Lacerda**

Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil  
École Nationale Supérieure des Mines de  
Saint-Étienne/Institut Mines-Télécom. Saint-Étienne, França

**Daniela Antunes Lessa**

Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, Brasil

**Ryane Moreira Barros**

Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil

**Maria Lígia Chuerubim**

Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, Brasil

**Vinicius de Castro Botelho Lanza**

Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, Brasil

**Daniel Freitas Caputo Oliveira**

Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil

Recibido: 16.09.2022. Aceptado: 12.06.2024.

## Resumo

O processo de urbanização das metrópoles brasileiras se caracterizou pela predominância dos modos de transporte motorizados e individuais, gerando, até os dias atuais, graves problemas de mobilidade. Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais (Brasil), se afigura como um exemplo esclarecedor desses processos, uma vez que a cidade apresenta significativas carências em termos de infraestruturas de apoio à mobilidade ativa, especialmente para ciclistas. Nesse contexto, este artigo visa adaptar um índice de ciclabilidade desenvolvido para Belo Horizonte, originalmente pautado na percepção de ciclistas, porém, a partir da ótica de especialistas em mobilidade urbana, de forma a contribuir com outros estudos teóricos e podendo servir de base para políticas públicas a partir da sua aplicação em parte de uma metrópole brasileira. Para tanto, foram aplicados questionários visando identificar a percepção desses especialistas acerca de indicadores de ciclabilidade e, então, critérios de avaliação foram definidos para cada um dos indicadores. O índice de ciclabilidade foi aplicado na região denominada

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

Hipercentro de Belo Horizonte e, por meio dos resultados obtidos, pode-se verificar que a área de estudo obteve uma avaliação ruim, indicando a necessidade de diversas melhorias nessa área da cidade, especialmente em se tratando de infraestrutura viária.

**PALAVRAS-CHAVE:** BICICLETA. TRANSPORTE ATIVO. INDICADORES. INFRAESTRUTURA VIÁRIA. PLANEJAMENTO URBANO.

## Proposition of a bikeability index for Belo Horizonte (Brazil) through the vision of urban mobility specialists

### Abstract

The urbanization process of Brazilian metropolises has been characterized by the predominance of motorized and individual modes of transport, generating serious mobility problems to this day. Belo Horizonte, capital of the state of Minas Gerais (Brazil), is an enlightening example of these processes, since the city has a significant lack of infrastructure to support active mobility, especially for cyclists. In this context, this article aims to adapt a bikeability index developed for Belo Horizonte, originally based on the perception of cyclists, but from the point of view of urban mobility specialists, in order to contribute to other theoretical studies and may serve as a basis for public policies based on its application in part of a Brazilian metropolis. Therefore, questionnaires were used to identify these specialists' perceptions of bikeability indicators, and evaluation criteria were then defined for each of them. The bikeability index was applied to the region known as the Hipercentro of Belo Horizonte and, based on the results obtained, the study area was rated poorly, indicating the need for various improvements in this area of the city, especially in terms of road infrastructure.

**KEYWORDS:** BICYCLE. ACTIVE TRANSPORT. INDICATORS. ROAD INFRASTRUCTURE. URBAN PLANNING.

**PALABRAS CLAVE:** BICICLETA. TRANSPORTE ATIVO. INDICADORES. INFRAESTRUTURA VIAL. PLANIFICACIÓN URBANA.

### Introdução

Em consonância com o padrão de urbanização das grandes cidades brasileiras, Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais, se desenvolveu pautada na dependência do transporte motorizado individual. Como consequência, observa-se o risco do colapso das cidades que cresceram utilizando esse modelo, resultando ainda em grandes conflitos de mobilidade. Assim, torna-se necessário considerar a utilização de meios de transporte mais sustentáveis, como aqueles associados ao transporte ativo e à mobilidade ativa, que representam formas de deslocamento não motorizado, estimulado por propulsão humana, ou seja, fazendo uso exclusivamente de meios físicos do ser humano para a locomoção (Brasil, 2012; Dias, 2020; Dias *et al.*, 2021; Freitas, 2023). Investimentos em tais modalidades de transporte contemplam, sucessivamente, as atividades e as formas de deslocamento, e como essas podem contribuir para a saúde, para a mobilidade urbana sustentável e para a qualidade de vida nas cidades (Cook *et al.*, 2022; Lo, 2009; Piatkowski e Bopp, 2021; Smith *et al.*, 2017).

Sendo assim, o uso da bicicleta em viagens utilitárias se afigura como uma possibilidade de contribuir com diversos fatores, dentre os quais: a redução da emissão de gases do

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

efeito estufa; a diminuição do tempo médio gasto em pequenos deslocamentos diários, a redução dos custos, tanto da população quanto do Poder Público, otimização do uso do espaço de circulação (Almeida, 2019), o aumento dos níveis de atividade física da população e respectiva melhora nos indicadores de saúde do usuário (Lindsay *et al.*, 2011; Viola, 2017; Dias, 2020; Dias *et al.*, 2021). Nesse contexto, é desenvolvido o conceito de ciclabilidade (*bikeability*), que se refere à habilidade de uma pessoa pedalar ou a capacidade de uma cidade ou área ser adequada para ciclistas (Nielsen e Skov-Petersen, 2018), considerando aspectos como conforto, segurança, nível de conveniência e acessibilidade para o uso de bicicletas como um dos modos de transporte nas cidades, bem como à análise de fatores que incentivam ou dificultam o uso de bicicletas como modo de transporte em áreas urbanizadas, dentre os quais a avaliação do ambiente construído, da infraestrutura para ciclistas, as políticas de transporte, fatores ambientais, culturais e econômicos que podem influenciar na escolha da bicicleta para deslocamentos no âmbito das cidades (Almeida, 2019; Castañon e Ribeiro, 2021; Karolemeas *et al.*, 2022; Muhs e Clifton, 2015; Wahlgren e Schantz, 2011; 2012).

O termo ciclabilidade é frequentemente discutido na literatura sob diversos aspectos, sendo eles: infraestrutura cicloviária como um motivador do uso e da integração com o transporte público (Gholamialam e Matisziw, 2018; McNeil, 2011); o comportamento do usuário, no que tange ao fortalecimento e coesão da comunidade e interação social (Plazier *et al.*, 2017; Viola *et al.*, 2019; Winslow e Mont, 2019); multimodalidade e integração com o transporte coletivo, em relação à facilidade de combinar viagens de bicicleta com o uso de transporte público, assim como a disponibilidade de estações de aluguel de bicicletas próximas a paradas de transporte público (Meireles e Ribeiro, 2020; Muhs e Clifton, 2015; Cardoso *et al.*, 2017); segurança e acessibilidade, em termos de custos de viagem entre origens e destino, expressos em tempo, distância, condições de segurança, conforto e atratividade do percurso (Aertsens *et al.*, 2010; Hamidi *et al.*, 2019; Lin e Wei, 2018; Saghapour *et al.*, 2016; Wahlgren e Schantz, 2011); planejamento urbano e o ambiente construído como variáveis relacionadas com o ato de pedalar (Codina *et al.*, 2022; Nielsen e Skov-Petersen, 2018; Muhs e Clifton, 2015); a dimensão fenomenológica e a percepção de pedestres vulneráveis, levando em consideração diferenças sociais e de gênero (Middleton, 2011; Middleton, 2018; Pumarino e Muñoz, 2021; Martínez, 2022); e, por fim, impacto ambiental e saúde, que explora o impacto positivo da ciclabilidade em termos de redução da poluição do ar, alívio do tráfego, promoção de estilos de vida saudáveis e redução das emissões de carbono (Castañon e Ribeiro, 2021; Krenn *et al.*, 2015; Oja *et al.*, 2011; Porter *et al.*, 2019; Wahlgren e Schantz, 2011 e 2012; Winters *et al.*, 2013).

Em razão da relevância mundial dessa temática, vários pesquisadores têm proposto a criação de índices de ciclabilidade baseados em diferentes abordagens e modelagens, com a finalidade de que estes índices possam ser utilizados como ferramentas capazes de auxiliar de maneira efetiva a implementação de políticas públicas que incentivem e promovam o uso da bicicleta nas cidades (Arellana *et al.*, 2020; Castañon e Ribeiro, 2021). Em países em desenvolvimento como o Brasil, entretanto, ainda são observadas grandes dificuldades relacionadas ao uso de bicicleta em centros urbanos, o que evidencia a emergência de estudos acadêmicos que explorem essa temática em âmbito nacional (Bagno, 2019; Cardoso, 2022).

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

No que concerne à cidade de Belo Horizonte, tem-se aproximadamente 75 automóveis a cada 100 pessoas, sendo uma das taxas de motorização mais altas do país (IBGE, 2022), enquanto que apenas 0,4% dos deslocamentos na cidade são feitos por ciclistas (BH em Ciclo, 2017). A presença precária de infraestruturas cicloviárias na cidade é um dos fatores que, provavelmente, interferem de forma direta nesses números: Segundo dados da BHTRANS (2017a), a capital mineira possui, aproximadamente, 90 km de infraestrutura permanente – embora tenham sido contabilizados apenas 76 km por meio do IDECiclo (Índice de Desenvolvimento de Estrutura Cicloviária), aplicado pela Associação dos Ciclistas Urbanos de Belo Horizonte (BH em Ciclo, 2019), somados a 30 km de ciclofaixas temporárias instaladas no período de pandemia da Covid-19 (Belo Horizonte, 2020), em uma cidade em que o total da malha viária é de aproximadamente 5.100 km (BHTRANS, 2017b).

Considerando que maiores investimentos no sistema de transporte por bicicleta poderiam solucionar parte dos problemas de mobilidade da cidade, este trabalho tem como principal objetivo a adaptação do índice de ciclabilidade desenvolvido por Bagno (2019) para a cidade de Belo Horizonte, elaborado originalmente a partir da opinião de ciclistas. Neste trabalho, no entanto, o índice é ponderado a partir da ótica de especialistas em mobilidade urbana, de forma a qualificar o índice de caminhabilidade ora proposto com uma visão técnica e teórica sobre o tema. Importa destacar que a adaptação em tela representa uma continuidade no trabalho de Bagno (2019), uma vez que ambos os trabalhos integram diferentes etapas do projeto de pesquisa intitulado “A sustentabili(ci)dade como instrumento de incentivo ao transporte ativo: Redescobrimo a caminhabilidade e a ciclabilidade em centros urbanos”, conduzido no Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da UFMG (DETG/UFMG). Para tanto, para a adaptação do índice de ciclabilidade proposto por Bagno (2019), foram selecionados, por meio da opinião de especialistas em mobilidade urbana, os indicadores mais relevantes aos ciclistas. Além disso, o trabalho buscou aplicar o índice em trechos localizados na região denominada Hipercentro, local escolhido por se afigurar como uma das áreas mais atrativas da cidade, por apresentar grande concentração de oportunidades de emprego (Lessa *et al.*, 2020) e também devido à possibilidade de integração da bicicleta com o Trem Metropolitano (metrô de superfície), uma vez que na área de estudo selecionada se encontra localizada a Estação Central, uma das estações de metrô mais movimentadas da cidade.

## Desafios da ciclabilidade nas cidades brasileiras

O uso da bicicleta como meio de transporte apresenta inúmeras vantagens sobre os meios motorizados, dentre a eficiência energética, o baixo custo operacional, o baixo impacto ambiental, a rapidez (em se tratando de pequenas distâncias), o fácil acesso a áreas congestionadas e a menor necessidade de espaço público (ITDP, 2017). Em contraponto, pode-se citar como desvantagens a maior influência de questões geográficas, como topografia e clima, a capacidade limitada para levar bagagem, além de uma menor distância considerada aceitável para seus deslocamentos, a qual, segundo o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP, 2017), varia entre 5 km e 8 km para viagens por bicicleta, devido ao gasto de energia por parte do usuário durante o deslocamento. No entanto, cabe ressaltar que viagens com distâncias maiores podem ser realizadas facilmente, quando são oferecidas condições para que haja integração intermodal com o transporte público, garantindo-se, assim, maior flexibilidade e acessibilidade ao usuário do sistema de transporte (Almeida *et al.*, 2019).

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

Nas cidades brasileiras, em consequência da crescente urbanização registrada a partir da década de 1960, assim como em função dos arranjos habitacionais desorganizados observados nas cidades, a precariedade do transporte público deu lugar a incentivos relacionados a modalidades de transporte motorizados individuais (Almeida, 2019). Nesse contexto, não obstante a baixa qualidade dos sistemas de transporte coletivo, especialmente no atendimento das camadas populacionais menos abastadas, geralmente residentes em periferias urbanas esparsas e espaiadas, o então novo padrão de desenvolvimento econômico implantado no país notadamente sob a égide do Programa de Metas implementado pelo Governo de Juscelino Kubitschek (1956-1960), o qual inaugurou um curto, porém intenso período de dinamismo econômico nacional, auxiliado pela atração da indústria automobilística internacional, promoveu a emergência de novas classes médias, e, por conseguinte, um crescimento sem precedentes da produção e do consumo do transporte motorizado individual (Vasconcellos, 2000; Cardoso, 2007). Sinônimo de conforto, privacidade, prestígio e status social, o automóvel, visto enquanto um dos principais, bens de consumo associados a uma eventual melhoria no padrão de vida de uma grande parcela da população brasileira, passou a ocupar as ruas e estradas do país, exigindo das cidades a adoção de novos padrões de adaptabilidade a tal (r)evolução automobilística (Cardoso, 2007).

Nesse sentido, em geral, as viagens por bicicleta representam, nos centros urbanos brasileiros, um percentual pouco significativo dos deslocamentos, e, de acordo com Providelo e Sanches (2010), há inúmeros fatores que podem influenciar na escolha da bicicleta, como: características demográficas (como idade, gênero, etnia, posse de automóvel, e renda familiar); atitudes individuais e percepções (segurança, tempo e custo, e atividades físicas); e características da vizinhança (como uso do solo, ambientais, presença e tipos de facilidades para bicicletas. Adicionalmente, Franco (2012) e Chapadeiro e Antunes (2017) atestam que a existência de preconceito em relação ao ciclista, por estar eventualmente associado a um contexto de pobreza, é um fator importante na decisão pelo uso desse meio de transporte. Nessa perspectiva, FHWA (1992) também alerta que há fatores objetivos e subjetivos que embasam a decisão individual pelo uso (ou não) da bicicleta, com destaque para as características de infraestrutura (presença de infraestrutura cicloviária, condições de tráfego, continuidade e acesso e alternativas de transporte), sendo tal afirmativa confirmada pela pesquisa de Providelo e Sanches (2010) acerca da percepção da população sobre o (limitado) uso da bicicleta no país.

Nota-se, portanto, que fatores relacionados à infraestrutura e urbanização são decisivos na escolha da utilização ou não da bicicleta, mas também há forte influência de aspectos sociais. Nesse contexto, observa-se uma certa distância entre a situação geral das cidades brasileiras e a de uma cidade dedicada às bicicletas como, por exemplo, Copenhague (Dinamarca), onde 37% do tráfego rotineiro é efetuado em bicicletas (Gehl, 2013). Nessa cidade houve a rejeição do sistema motorizado individual como modo de deslocamento prioritário, sendo adotada a utilização das bicicletas como modo preferencial de locomoção. Para tanto, inúmeros projetos e iniciativas foram desenvolvidos, contribuindo para a implantação de 400 km lineares de ciclovia, semáforos adaptados para ciclistas, estruturas para a integração da bicicleta com o transporte público, alargamento das ciclovias nas principais vias da cidade, dentre outros investimentos.

Já na cidade de Belo Horizonte, que cresceu com uma disposição radiocêntrica, as políticas públicas de priorização ao transporte público coletivo em relação ao individual

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

começaram a ser implementadas somente a partir da década de 1990. Porém, desde o princípio, tais medidas já se mostraram insuficientes para impactar significativamente a população e o sistema de transportes, pois, além de enfrentar congestionamentos, o sistema, fundamentado no transporte por ônibus, apresentava problemas como superlotação, atrasos, desconforto, insegurança etc. (Cardoso, 2007).

Até os dias atuais a grande dificuldade do Poder Público em solucionar os problemas de circulação nas cidades acarreta, conseqüentemente, em investimentos insuficientes em transporte público e, de maneira ainda mais crítica, para o transporte por bicicleta. A infraestrutura cicloviária de Belo Horizonte consiste em um desses exemplos, sendo constituída, no geral, por trechos de vias desconectadas e que apresentam graves problemas de estruturação e manutenção (Viola e Cardoso, 2016; Almeida, 2019). E, apesar de constarem no Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte, o PlanMob-BH (BHTRANS, 2017b), as medidas relacionadas ao ciclismo são pouco expressivas na cidade, como a implantação de bicicletários e de paraciclos em vias e locais de grande demanda, o incentivo ao uso da bicicleta e a ampliação do sistema de bicicletas públicas e/ou compartilhadas.

Cabe destacar que, em Belo Horizonte, devido à pandemia da Covid-19 e a conseqüente alteração inicial na dinâmica do sistema de transporte nas cidades – como, por exemplo, aquelas advindas da diminuição da demanda pelo transporte público (Barbarossa, 2020) e do aumento no número de compras efetuadas por aplicativos de entregas instantâneas (Mello *et al.*, 2020), houve a implementação de algumas medidas de incentivo ao transporte ativo. Em se tratando da mobilidade por bicicleta, as medidas se limitaram à já citada instalação de ciclofaixas temporárias e à permissão do embarque da bicicleta no metrô durante todo o seu horário de funcionamento, sendo que anteriormente à pandemia isso somente era permitido em horários específicos.

## Índices de ciclabilidade

Da necessidade de se mensurar aspectos da realidade social ou construída, a criação de índices de quaisquer naturezas possibilita a análise de determinadas tendências e contextos para contribuir em processos de tomada de decisão. Um índice é uma composição de indicadores, aos quais correspondem medidas, de ordem quantitativa ou qualitativa, dotadas de significado particular e utilizadas para organizar e captar informações relevantes dos elementos que compõem o objeto da observação (Ferreira *et al.*, 2009). Ademais, a apuração das condições de ciclabilidade se afigura como um importante orientador para os planejadores e gestores públicos conceberem comunidades vibrantes e saudáveis a partir de intervenções de (re)planejamento urbano.

Nesse sentido, os índices de ciclabilidade surgem da necessidade de mensuração das deficiências e das melhorias cabíveis no sistema de transporte por bicicleta em determinado trecho e/ou área (Dixon, 1996; Nielsen e Skov-Petersen, 2018; Karolemeas *et al.*, 2022). De acordo com Lowry *et al.* (2012), o índice funciona como um instrumento que permite ao Poder Público alocar recursos para melhorias no sistema e entender como os projetos que já foram concluídos beneficiaram a comunidade. Landis *et al.* (1997) destacam, ainda, que essa é uma ferramenta de avaliação objetiva que permite fornecer aos usuários do sistema de transporte informações tecnicamente precisas.

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

Ainda de acordo com Landis *et al.* (1997), diferentemente de algoritmos voltados para a distribuição de veículos motorizados, em que geralmente são incluídos apenas fatores voltados à impedância (como distância/tempo de viagem e capacidade de fluxo da via), a seleção e escolha de rotas por ciclistas depende também de outros diversos atributos. Embora alguns autores relacionam a ciclabilidade exclusivamente a fatores de infraestrutura, outros sugerem que o termo está relacionado a fatores adicionais, como, por exemplo, aqueles associados ao efeito de pedalar e à rota escolhida (Almeida, 2019).

Ao longo dos anos observou-se uma evolução nos índices de ciclabilidade, visto que estes deixaram de se parecer com as avaliações de nível de serviço e passaram a refletir outras preocupações no que se refere à avaliação da ciclabilidade. Nesse sentido, as ferramentas que buscam avaliar o espaço urbano considerando as necessidades da mobilidade ativa têm sido aprimoradas e, por consequência, se distanciaram de uma avaliação baseada no nível de serviço. Como exemplo, embora relacionado à caminhabilidade, tem-se o Índice de Qualidade de Calçadas (IQC) proposto por Ferreira e Sanches (2001), que foi um dos primeiros índices nacionais que buscaram avaliar o espaço destinado aos pedestres. Entretanto, ao final o trecho avaliado era classificado entre excelente (nível de serviço A) e ruim (nível de serviço F).

Embora as associações entre o comportamento de viagem e os fatores físico-espaciais no espaço urbano tenham sido confirmadas a partir de numerosas pesquisas, estudos recentes atestam que o foco no ambiente construído não explica, isoladamente, os fatores sociodemográficos que abrangem a comodidade e as escolhas de rotas no espaço e no tempo (Battista e Manaugh, 2018). Em outros termos, o ambiente de circulação cicloviária, por si só, não pode mudar o comportamento dos ciclistas, sendo que as características sociais destes também impactam o comportamento de viagem.

Nesse cenário, é importante que pesquisas sobre ciclabilidade considerem os fatores determinantes para o uso da bicicleta, que, segundo César (2014), podem ser divididos em objetivos e subjetivos. Os fatores objetivos são aqueles que podem ser obtidos por meio de visitas a campo e por meio de pesquisas em documentos e/ou projetos. Já os fatores subjetivos são aqueles que se referem a aspectos pessoais, ou seja, questões culturais e/ou relacionadas à capacidade física do indivíduo, e só podem ser identificados por meio de pesquisas considerando um público-alvo. Sendo assim, há certa dificuldade em se incluir os fatores subjetivos na composição de um índice de ciclabilidade, mas o entendimento e a percepção desses fatores e seus respectivos atributos é de extrema relevância, uma vez que possibilitam diagnosticar a escolha do público-alvo em usar ou não a bicicleta em seus deslocamentos na cidade (Bagno, 2019).

Uma vez que o índice de ciclabilidade é um instrumento que pode servir de base para o planejamento orçamentário e de políticas públicas de comunidades ou cidades (Carvalho, 2018), é interessante que se desenvolvam metodologias específicas para a criação de um índice que atenda às condições locais da região estudada, respeitando suas características para a incorporação da bicicleta ao sistema de transporte (Chapadeiro e Antunes, 2017). Em consonância com tais premissas, Arellana *et al.* (2020) desenvolveram um índice de ciclabilidade urbana para a cidade de Barranquilla (Colômbia) que considera as preferências, percepções e características socioeconômicas por tipo de ciclista.

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

De forma congênere, Bagno (2019) propôs um índice de ciclabilidade condizente com a realidade belo-horizontina, elaborado a partir da consulta a ciclistas em relação à importância de cada um dos atributos selecionados na escolha ou não de se utilizar a bicicleta em seus deslocamentos diários, possibilitando, dessa forma, fazer a seleção final dos indicadores e definir os critérios de avaliação de cada um deles. Nessa perspectiva, conforme já salientado, este trabalho apresenta-se como um desdobramento do índice desenvolvido por Bagno (2019), com base na proposição de um índice adaptado. Para tanto, foram catalogados 39 fatores de ciclabilidade, obtidos a partir de extensa revisão bibliográfica, adicionando-se o indicador *Drenagem urbana* – devido ao fato de algumas regiões de Belo Horizonte serem afetadas por inundações e alagamentos em períodos chuvosos, e os dividiu em quatro categorias: *Infraestrutura viária* (relacionados à infraestrutura disponível para os meios de transporte); *Naturais* (envolvem o ambiente em que a cidade está inserida); *Urbanização* (relacionados às características da cidade, envolvendo não apenas os meios de transporte); e *Individuais* (dependem do ciclista e possuem difícil mensuração).

## Metodologia

Baseando-se no índice de ciclabilidade desenvolvido por Bagno (2019), a metodologia proposta neste trabalho dividiu-se em três etapas. A primeira delas consistiu em desenvolver e aplicar, de forma on-line, questionários direcionados a especialistas em mobilidade urbana, contatados através de e-mail ou redes sociais, os quais foram selecionados segundo sua formação e atuação profissional ligadas ao tema. Essa etapa visou selecionar os indicadores de ciclabilidade para composição do índice proposto. Para tanto, foram dispostos os atributos catalogados por Bagno (2019) e, através do uso da Escala Likert, os respondentes avaliaram cada um desses fatores atribuindo notas que variaram de 0 (sem importância) a 4 (muito importante). Foram selecionados, então, os fatores que obtiveram nota maior ou igual a 3,0, determinada em função da média de respostas para cada classificação da Escala Likert. Esse valor foi estipulado em concordância com Bagno (2019), que estabeleceu 60% do valor total como nota de corte para definição dos indicadores.

Selecionados os indicadores, a segunda etapa consistiu, primeiramente, em estudar separadamente cada um deles, a fim de se definir critérios de avaliação adequados para cada um deles, segundo a literatura, e seus respectivos níveis de desempenho. Esses últimos tratam-se de uma nota atribuída ao indicador de acordo com o seu desempenho para o trecho analisado. Na seção de Resultados, tem-se listadas as referências bibliográficas utilizadas para a definição dos critérios de avaliação, já os níveis de desempenho (ou notas) foram definidas a partir de intervalos iguais entre a nota mínima (0) e a nota máxima (1) para um indicador. Definindo-se, portanto, o peso de cada indicador como a média das notas obtidas a partir da resposta dos especialistas, foi possível reunir todas as variáveis na Equação 1, de Bagno (2019), para consolidar o modelo matemático para o índice.

$$I_{cicl} = \frac{\sum_1^n (P_i \cdot F_i)}{4n}$$

Em que:  $I_{cicl}$  é o índice de ciclabilidade;  $P_i$  é o peso de cada indicador;  $F_i$  é a nota obtida a partir do desempenho de cada indicador de ciclabilidade; e  $n$  é o número de indicadores.



Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
 ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

Sabendo-se que a nota 0 representa a menor avaliação do índice e a nota 1, por sua vez, representa a maior, Bagno (2019) propôs a classificação disposta no Quadro 1. Optou-se por manter a classificação proposta por esse autor, uma vez que se supõe que a discretização de valores contínuos pode simplificar a representação gráfica, além de facilitar a interpretação por parte dos cidadãos em um relatório, por exemplo. Novamente, a classificação foi proposta através do método de intervalos iguais, orientada também pela lógica da Escala Likert.

Quadro 1. Classificação do índice de ciclabilidade

Nota	Classificação
$I_{cicl} > 0,75$	Excelente
$0,60 < I_{cicl} \leq 0,75$	Muito bom
$0,45 < I_{cicl} \leq 0,60$	Bom
$0,30 < I_{cicl} \leq 0,45$	Regular
$0,15 < I_{cicl} \leq 0,30$	Ruim
$0,00 < I_{cicl} \leq 0,15$	Péssimo

Fonte: Bagno (2019).

Proposto o índice de ciclabilidade, na última etapa metodológica foi feita a sua aplicação na região denominada Hipercentro (Figura 1), localizada na Regional Administrativa Centro-Sul de Belo Horizonte. O trajeto selecionado para a aplicação (Figura 2) tem aproximadamente 2,7 km e compreende as rotas de ida e volta entre a Praça Rui Barbosa (comumente conhecida como Praça da Estação), onde se localiza a Estação Central do Trem Metropolitano, e o Parque Municipal Américo Renné Giannetti, importante ponto turístico, cultural e de lazer de Belo Horizonte, referência para toda a Região Metropolitana.



Figura 1. Mapa de localização do Hipercentro em Belo Horizonte. Fonte: elaboração própria.



Figura 2. Trechos de aplicação do índice de ciclabilidade. Fonte: elaboração própria.

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

O Parque Municipal, como é singularmente conhecido, tem portarias distribuídas ao longo de seu perímetro que o colocam a menos de 500 metros, em média, de locais de alta relevância para a rotina da população como a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, cartórios, agências bancárias, museus, teatros e região hospitalar. Nesse sentido, além de se afigurar como uma referência turística, cultural e de lazer, possibilitando o uso da bicicleta como lazer e prática esportiva em seu interior, enxerga-se também o Parque como um núcleo potencial de bicicletas, onde os usuários poderiam estacioná-las com segurança e acessar alguns dos principais serviços de interesse de belo-horizontinos e demais cidadãos metropolitanos. No cenário atual, há seis estações de bicicletas compartilhadas em seu entorno, considerando um raio de 1,5 km, incluindo uma na Praça da Estação e uma dentro do próprio Parque (Belo Horizonte, 2023).

O Trem Metropolitano, por sua vez, permite o transporte de uma bicicleta por passageiro em qualquer estação. Por ele passam mais de 100 mil passageiros diariamente, contando com terminais de integração com o sistema metropolitano de ônibus que atendem às populações das cidades vizinhas a Belo Horizonte (METRÔ BH, 2024). Nesse contexto, entende-se, portanto, que o Parque Municipal pode facilitar o uso da bicicleta pela população metropolitana através da sua integração com o trem.

Nesse contexto, os trechos de aplicação selecionados compreendem algumas das principais vias da região, como a Avenida Afonso Pena e a Avenida dos Andradas, vias arteriais que recebem um grande tráfego diário, além de conectar alguns importantes Polos Geradores de Viagens (PGVs): a praça, o parque e outros serviços acessados pela população diariamente. A rota foi, então, determinada a partir da ferramenta *Google Maps*, a qual indicou o melhor trajeto para o indivíduo que realiza essa viagem de bicicleta, levando em consideração aspectos de distância e declividade.

A aplicação foi feita, então, por trechos, considerando-se a quadra como elemento de análise, como sugerem Carvalho (2018) e Bagno (2019), de modo a dar continuidade nos trabalhos produzidos pelo mesmo grupo de pesquisa, já mencionado. A Figura 2 apresenta o trajeto de análise dividido em 19 trechos de aplicação. Esta foi feita majoritariamente *in loco*, através da obtenção de dados primários, no entanto, a depender do critério de avaliação e da disponibilidade de dados secundários, houve indicadores em que a elaboração de formulações baseadas em dados apurados de forma não presencial e/ou indireta através de dados disponibilizados pelos portais oficiais de órgãos públicos mostrou-se uma melhor opção. A seção de resultados detalha o método de obtenção de dados para os indicadores.

## Resultados

### ***A ciclabilidade sob a ótica de especialistas em mobilidade por bicicleta***

A opinião de especialistas mostrou-se como um ponto de partida pertinente para a seleção dos indicadores, uma vez que se supõe que estes apresentam uma visão científica do transporte por bicicleta. Além disso, considera-se que suas opiniões poderiam ser importantes para complementar os métodos propostos por Bagno (2019) e Almeida (2019), constituídos fundamentalmente sob a ótica de ciclistas. No entanto, por se tratar de um público-alvo restrito e qualificado, devido à particularidade da formação

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

acadêmica e/ou profissional, fez-se fundamental a rede de pesquisadores no assunto em torno dos autores. Dessa forma, foram obtidas 52 respostas através do questionário, amostra que foi considerada suficiente pelos autores dadas as condições mencionadas.

O questionário continha duas seções, de modo que a primeira delas consistiu em determinar o perfil dos respondentes através de duas questões. Constatou-se uma distribuição equilibrada entre academia (26%), órgão público (25%) e iniciativa privada (25%) como setores de atividade, representando aproximadamente três quartos dos respondentes. O restante atua no terceiro setor (15%) ou em outras atividades diversas (9%). A segunda pergunta se referia à atuação em Belo Horizonte, obtendo-se também uma divisão equilibrada entre aqueles que nunca atuaram (50%) e aqueles que atuam (36,5%) ou já atuaram (13,5%).

A segunda e última seção do questionário apresentava a questão que permitia a avaliação dos atributos, com estes dispostos em uma lista com uma descrição breve e suas respectivas avaliações em Escala Likert. Essa questão permitiu o cálculo da média das notas obtidas para cada atributo, possibilitando a seleção dos indicadores que obtiveram nota maior que 3,0. O Quadro 2 discrimina os indicadores e as notas obtidas.

Quadro 2. Descrição dos atributos de ciclabilidade e notas atribuídas pelos respondentes

Atributo	Descrição	Média
Infraestrutura cicloviária	Presença da rota cicloviária separada do tráfego motorizado	3,75
Segurança nos cruzamentos	Possibilidade de travessia de um segmento para outro sem conflito com o tráfego motorizado	3,65
Segurança viária	Risco de acidente no trecho da via	3,65
Largura da faixa compartilhada	Largura da faixa de tráfego à direita (quando não há ciclovia ou ciclofaixa)	3,52
Conectividade dos trajetos	Conexões externas das rotas cicloviárias com a cidade	3,48
Condições do pavimento	Presença de buracos, rachaduras, além da qualidade do nivelamento e do material do pavimento	3,44
Continuidade física	Conexões internas entre as rotas cicloviárias	3,42
Políticas públicas	Existência de políticas públicas efetivas de apoio ao ciclista	3,42
Velocidade de tráfego	Velocidade máxima do tráfego motorizado permitida para a via	3,40
Tráfego de veículos pesados	Intensidade do fluxo de veículos pesados (ônibus e caminhões)	3,35
Conflitos gerais	Presença de desníveis, conflitos com garagens, cruzamentos, postes, árvores etc. na rota	3,27
Segurança pública	Influência do nível de criminalidade na área	3,25
Integração intermodal	Possibilidade de integração da bicicleta com modos de transporte coletivos	3,23
Iluminação	Presença e qualidade da iluminação da via	3,23
Benefícios para a saúde	Benefícios da atividade física para a saúde do usuário	3,23
Largura da ciclovia/ciclofaixa	Distância entre as faixas brancas da ciclovia/ciclofaixa	3,15
Sinalização horizontal	Presença e qualidade de pinturas no asfalto	3,15
Presença de estacionamento para bicicletas	Presença de paraciclos ou bicicletários	3,12
Conflito com veículos estacionados	Possibilidade de conflito com uma faixa de veículos estacionados	3,04
Custo	Custo da viagem por bicicleta em comparação com outros modos de transporte	3,02

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

Atributo	Descrição	Média
Tempo	Tempo gasto na viagem por bicicleta em comparação com outros modos de transporte	3,00
Drenagem urbana	Risco de enchente e inundação na área	3,00
Volume de tráfego	Intensidade do fluxo de veículos	2,94
Presença de barreira física	Presença e qualidade das barreiras que separam o tráfego motorizado	2,88
Sinalização vertical	Presença de placas e semáforos em áreas de conflito com o tráfego motorizado	2,87
Arborização	Presença de árvores no segmento de via	2,85
Topografia/Inclinação	Inclinação vertical da via	2,77
Esforço físico	Esforço físico necessário para se locomover por bicicleta	2,71
Qualidade do ar	Influência da poluição do ar na área	2,62
Precipitação	Influência da possibilidade de ocorrer precipitação no trajeto	2,60
Tipo de uso do solo	Influência do tipo de uso do solo na área	2,58
Comprimento do trajeto	Distância entre origem e destino	2,56
Número de faixas de tráfego	Quantidade de faixas de tráfego motorizado	2,54
Densidade de ocupação	Influência da densidade populacional e de ocupação da área	2,50
Temperatura	Influência do frio ou calor	2,31
Conforto acústico	Influência do volume do ruído na área	2,31
Aceitabilidade social	Aceitação da sociedade para com a presença de ciclovia e uso de bicicleta na área	2,27
Sinuosidade das vias	Quantidade e angulação das curvas	2,25
Conforto visual	Influência da permeabilidade física ou poluição visual na área	2,17

Fonte: elaboração própria.

É bom destacar que, dentre os atributos que obtiveram nota maior que 3,0, tem-se os atributos *Benefícios para a saúde*, *Custo* e *Tempo*, os quais podem ser considerados fatores subjetivos, uma vez que sua mensuração varia de acordo com a percepção do indivíduo e, portanto, não foram incorporados ao índice proposto. Em relação ao atributo *Políticas públicas*, apesar de representar um fator relevante no desenvolvimento do transporte por bicicleta, requer um nível mais complexo de análise, que apresentaria uma escala de avaliação diferente do que é proposto para os outros indicadores, tornando difícil a correlação entre eles. Logo, optou-se por não levar esse atributo em conta no índice em questão.

Outra adaptação a nível da seleção de atributos consiste na análise do fator *Segurança viária*. Em relação a isso, posteriormente foi verificado que uma série de fatores podem contribuir para a sua garantia, constatando-se que um indicador objetivo de segurança viária poderia apresentar uma construção metodológica complexa. Nesse sentido, optou-se por fazer deste atributo uma categoria, compreendendo os indicadores *Sinalização horizontal*, *Segurança nos cruzamentos*, *Velocidade do tráfego motorizado* e *Tráfego de veículos pesados*.

Dessa forma, foram selecionados 17 indicadores de ciclabilidade, divididos em três categorias, os quais tiveram seus critérios de avaliação definidos com base em revisão bibliográfica. O Quadro 3 detalha os critérios de avaliação estabelecidos para cada indicador. Sempre que possível, optou-se por uma abordagem *in loco* e qualitativa para tornar a execução mais acessível. Recomenda-se a avaliação remota no caso de dois indicadores: o primeiro deles é *Conectividade dos trajetos*, pois uma vez que sua avaliação envolve

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

a medição dos trechos, utilizar-se de uma ferramenta computacional pode ser mais eficiente para determinação das extensões das quadras (no caso deste trabalho usou-se a ferramenta *Google Earth*). O outro caso é o indicador *Segurança pública*, incorporado no índice como a nota obtida pelo Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU).

Quadro 3. Critérios de avaliação dos indicadores

Categoria	Indicador	Principais Referências	Critério de avaliação			Nota
Infraestrutura viária	Infraestrutura cicloviária	Bagno (2019)	Sem infraestrutura cicloviária			0,00
			Via compartilhada			0,25
			Passeio compartilhado			0,50
			Ciclofaixa			0,75
			Ciclovía			1,00
	Largura da ciclovía/ ciclofaixa	Bagno (2019); CONTRAN (2021)	Unidirecional	Bidirecional	Passeio compartilhado	-
			$x < 1,00\text{m}$	$x < 2,00\text{m}$	$x < 2,20\text{m}$	0,00
			$1,00 \leq x < 1,50\text{m}$	$2,00 \leq x < 2,50\text{m}$	$2,20 \leq x < 2,70\text{m}$	0,50
			$x \geq 1,50\text{m}$	$x \geq 2,50\text{m}$	$x \geq 2,70\text{m}$	1,00
	Continuidade física	Bagno (2019)	$P_c$ = possibilidades seguindo na rota ciclável $P_t$ = possibilidades totais			$P_c/P_t$
	Condições do pavimento	AMECICLO (2016)	Completamente destruído, com trechos arenosos ou com grande quantidade de britas e/ou buracos grandes o bastante a ponto de ser necessário sair da rota ciclável ou com grande risco de derrapagem			0,00
			Falhas a ponto de ser necessário frear ou colocar o pé no chão para seguir			0,25
			Falhas que demandam desvio para utilização			0,50
			Pequenas imperfeições			0,75
				Perfeito estado	1,00	

Categoria	Indicador	Principais Referências	Critério de avaliação	Nota	
Infraestrutura viária	Conectividade dos trajetos	Bagno (2019)	$L_c$ = extensão da rede cicloviária	$L_e/L_t$	
			$L_t$ = extensão total da rede viária		
	Integração intermodal	Aquino e Andrade (2007)	Porte nos veículos	Possibilidade de transporte da bicicleta nos veículos em determinados horários	+0,25
				Possibilidade de transporte da bicicleta nos veículos em quaisquer horários	+0,50
			Estacionamento	Paraciclos a até 500 m das principais estações ou pontos de embarque e desembarque (PEDs)	+0,25
				Bicicletários a até 500 m das principais estações ou PEDs	+0,50
				Não há estações ou PEDs de transporte público no trecho	N/A
			Conflitos gerais	Monteiro e Campos (2011)	Atrapalham a visibilidade e/ou obrigam a sair da rota ciclável para desviar
	Obrigam a frear ou colocar o pé no chão para seguir	0,25			
	Demandam desvio sem sair da rota ciclável	0,50			
	Demandam apenas desaceleração	0,75			
	Via sem conflitos	1,00			
	Largura da faixa compartilhada	DNIT (2010)	Largura < 3,60 m	0,00	
			Largura > 4,20 m	0,50	
			$3,60 \leq \text{Largura} \leq 4,20$	1,00	
Há outro tipo de infraestrutura cicloviária			N/A		
Infraestrutura viária	Conflitos com veículos estacionados	Bagno (2019)	Ângulo das vagas	Vagas anguladas (30°/45°/60°/90°) sem função de barreira física	0,00
				Vagas paralelas sem função de barreira física	0,17
				Vagas anguladas (30°/45°/60°/90°) com função de barreira física	0,33
				Vagas paralelas com função de barreira física	0,50
			Largura das vagas	$x_c + x_e < 3,90$ m	0,25
				$x_c + x_e \geq 3,90$ m	0,50
	Não há estacionamento de veículos adjacente à via ciclável	N/A			
	Estacionamento para bicicletas	UCB (2017)	Ausência a até 500 m do trecho	0,00	
			Paraciclos a até 500 m do trecho	0,50	
Bicicletário a até 500 m do trecho			1,00		

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

Categoria	Indicador	Principais Referências	Critério de avaliação	Nota
Segurança viária	Sinalização horizontal	CONTRAN (2021)	Símbolo "bicicleta" + seta "sentido de circulação"	+0,20
			Delimitação da rota	+0,20
			Demarcação da rota	+0,20
			Divisão de fluxos opostos (se bidirecional)	+0,20
			Linha de retenção	+0,10
			Faixa de travessia	+0,10
	Segurança nos cruzamentos	Largura (2012)	Ausência de todos os itens abaixo	0,00
			Somente sinalização vertical	0,25
			Somente travessia em desnível	0,50
			Somente sinalização horizontal	0,75
Velocidade do tráfego motorizado	Bagno (2019)	Sinalização horizontal + travessia em desnível e/ou sinalização vertical	1,00	
		Vias de trânsito rápido ( $60 \text{ km/h} < V \leq 80 \text{ km/h}$ )	0,00	
		Vias arteriais ( $40 \text{ km/h} < V \leq 60 \text{ km/h}$ )	0,33	
		Vias coletoras ( $30 \text{ km/h} < V \leq 40 \text{ km/h}$ )	0,67	
	Tráfego de veículos pesados	Bagno (2019)	Vias locais ( $V \leq 30 \text{ km/h}$ )	1,00
			Porcentagem de veículos pesados (VP) $\geq 20\%$	0,00
			$10\% \leq \text{VP} < 20\%$	0,33
			$5\% \leq \text{VP} < 10$	0,67
			$\text{VP} \leq 5\%$	1,00
			Iluminação	Carvalho (2018)
Direcionada para o caminho de veículos e parcialmente bloqueada	0,25			
Parcialmente bloqueada por elementos (árvores, marquises etc.)	0,50			
Direcionada para o caminho de veículos	0,75			
Suficiente e direcionada para a rota ciclável	1,00			
Drenagem Urbana	Bagno (2019)	Área com risco de inundação, enchente, alagamento ou fortes enxurradas		
		Área com formação de poças localizadas		0,33
		Área com formação de enxurradas leves		0,67
		Área com drenagem eficiente		1,00
Segurança pública	Almeida (2019); Belo Horizonte (2018)	A nota será o valor do indicador "Segurança pública" do IQVU		

Fonte: elaboração própria.

Cabe pontuar que, para as categorias de avaliação em que constam "não se aplica" (N/A) na nota do indicador, tal parâmetro não é avaliado, o que pode ser observado nos indicadores *Integração intermodal*, *Largura da faixa compartilhada* e *Conflito com veículos estacionados*. Outro aspecto que merece atenção é o critério de avaliação do indicador *Continuidade física*, para o qual Bagno (2019) elaborou a Figura 3, de modo a exemplificar sua utilização.

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

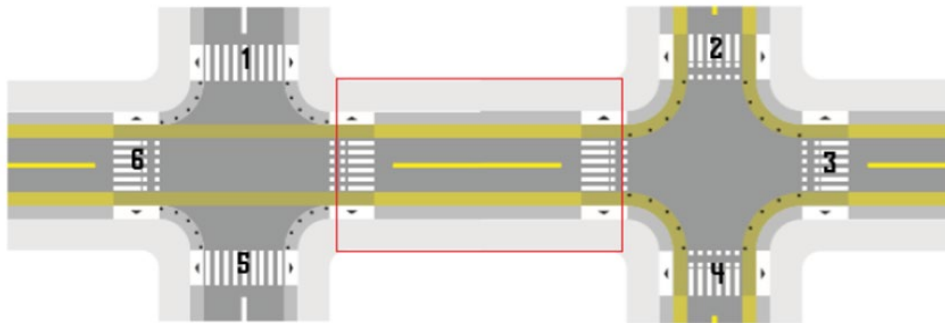


Figura 3. Exemplo de mensuração do indicador Continuidade física. Fonte: Bagno (2019).

Na figura, as rotas cicláveis estão em amarelo e o trecho estudado é o que está destacado em vermelho. Tem-se, para um ciclista que está trafegando no trecho indicado seis possibilidades de sentidos e direções ( $P_t=6$ ), no entanto, em apenas três delas (2, 3, 4 e 6) ele seguiria permanecendo na via de circulação para bicicletas ( $P_c=4$ ). Ressalta-se que, na direção 3, considerou-se que a continuidade é garantida pela sinalização horizontal de travessia de ciclistas, ilustrada na via 2. Portanto, a nota do indicador *Continuidade física*, nesse caso, seria 0,67.

### Aplicação do Índice de Ciclabilidade

A partir do trajeto especificado, que interliga a Praça Rui Barbosa ao Parque Municipal Américo Renné Giannetti, 6 vias foram selecionadas e divididas em 19 trechos, de acordo com trajeto especificado pelo *Google Maps*, visando a aplicação do índice proposto na área de estudo. A aplicação em campo foi realizada por quatro pesquisadores, nos dias 28 e 31 de janeiro de 2022, de modo que, no primeiro dia, a pesquisa ocorreu durante o dia, avaliando-se 17 dos 18 indicadores, e, no segundo, durante a noite, para avaliação da iluminação. Em geral, os indicadores foram avaliados trecho a trecho a partir de dados coletados em campo. No entanto, a depender do método de avaliação estabelecido e dos dados disponíveis para a área escolhida para aplicação, alguns deles receberam uma nota geral para todos os trechos, conforme detalhado abaixo.

Em primeiro lugar, o indicador *Segurança pública* recebeu a nota do indicador Segurança urbana do IQVU, que leva em conta os seguintes componentes: segurança pessoal (ausência de crimes contra a pessoa); segurança patrimonial (ausência de crimes contra o patrimônio) e segurança no trânsito (ausência de acidentes de trânsito). Esse indicador é dado de 0 a 1 por Unidade de Planejamento (UP), unidade espacial definida pela Prefeitura de Belo Horizonte para fins de planejamento. Uma vez que todos os trechos se encontram na mesma UP, denominada Centro, esse indicador recebeu uma nota generalizada de 0,12 (Belo Horizonte, 2018). Optou-se por esse método por considerar que uma análise de segurança pública poderia ser complexa e viu-se nesses dados secundários um meio simplificado e objetivo de análise desse indicador.

Para a avaliação do indicador *Tráfego de veículos pesados*, visto que a área de análise se situa em um local de alto tráfego de veículos e de pedestres, foram encontradas dificuldades na avaliação deste indicador através da contagem dos veículos. Optou-se, portanto, por utilizar os dados abertos disponibilizados pela BHTRANS (2021), referentes à contagem volumétrica de todos os radares localizados na região Central



Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

em um dia típico, atribuindo a mesma nota para todos os trechos. Além destes, para o indicador que avalia a *Integração intermodal*, considerou-se somente a Estação Central do Trem Metropolitano. Isso se deu devido à particularidade do local de aplicação, escolhido principalmente devido à possibilidade de integração da bicicleta com o metrô de superfície.

Por fim, o indicador *Conectividade dos trajetos* obteve também uma mesma nota para todos os trechos, uma vez que o critério proposto sugere a determinação da razão entre a infraestrutura cicloviária e a infraestrutura viária total disponível na área analisada. A esse respeito, apenas em um trecho, dos 19 analisados, foi constatada a presença de infraestrutura voltada para bicicletas, tratando-se de uma pista compartilhada entre pedestres e ciclistas, no trecho 1A (Figura 4). Essa pista fez parte da infraestrutura, a princípio, temporária, instalada pela Prefeitura de Belo Horizonte para incentivar o transporte ativo durante o período da pandemia, mas ainda não se sabe a respeito de uma definição oficial em relação à permanência destas no sistema viário da cidade.



Figura 4. Passeio compartilhado no trecho 1A. Fonte: autoria própria.

Em relação a esse trecho, no entanto, apesar de ser o único dentre os trechos analisados que apresenta infraestrutura cicloviária, é possível fazer algumas ressalvas. Como pode-se observar na imagem, a indicação da rota cicloviária se dá somente por sinalização vertical, de modo que o trecho, assim como diversos outros analisados, se localiza em um local onde há grande movimento de pedestres devido a existência de um PED (ponto de embarque e desembarque), caracterizando-o como um local que apresenta grandes conflitos para o ciclista e pode colocar a segurança do pedestre em risco.

Nesse sentido, em consequência da infraestrutura ineficiente, caracterizada pela baixa ocorrência de ciclovias ou ciclofaixas que, quando presentes, apresentam falhas na sinalização e pouca continuidade, os indicadores Existência de infraestrutura cicloviária,

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

Continuidade física e Conectividade dos trajetos obtiveram baixa avaliação. Tais indicadores estão diretamente relacionados com a ligação das rotas cicloviárias na cidade e os resultados encontram-se em consonância com Viola e Cardoso (2016), que afirmam que a malha cicloviária de Belo Horizonte tem trechos desconectados.

Ainda dentre os indicadores mais mal avaliados, pode-se citar, também, a *Largura da faixa compartilhada*. Na aplicação em campo, constatou-se que a maioria das faixas à direita têm largura menor que 3,60 m, o que resultou na nota baixa do indicador (0,09). Uma vez que em 18 trechos avaliados não há ciclovias ou ciclofaixas, considerou-se que o tráfego de ciclistas deve ocorrer pela faixa mais à direita, mesmo não havendo sinalização de trânsito compartilhado, conforme preconiza o DNIT (2010). No entanto, foi observado que diversos ciclistas optam por utilizar a calçada em vez da via em seus trajetos, colocando em risco a segurança do pedestre, principalmente. Nesse contexto, observaram-se calçadas com larguras superiores a 3,0 m em trechos das Avenidas do Contorno e Afonso Pena, indicando a possibilidade de implantação de passeio compartilhado. Segundo o CONTRAN (2021), essa implantação deve ser feita somente em calçadas que tenham larguras maiores que 2,20 m e de acordo com o fluxo de pedestres, conforme indica o Quadro 4.

Quadro 4. Tráfego compartilhado entre ciclistas e pedestres, de acordo com o fluxo de pedestres

Tipos de combinação de tráfego de ciclistas e pedestres	Nº de pedestres por hora por metro de passeio
Compartilhado	< 100
Partilhado sem diferença de nível	100 - 160
Ciclistas e pedestres em níveis diferentes	160 - 200

Fonte: CONTRAN (2021).

Já em relação aos indicadores que tiveram as maiores notas, pode-se citar as *Condições do pavimento*, com 0,82, seguido pela *Iluminação*, com 0,53. Em geral, o pavimento nas vias encontra-se em perfeito estado, com somente alguns trechos apresentando pequenas imperfeições. Já em relação à iluminação, cabe destacar que, apesar de ter sido um dos indicadores que recebeu uma das maiores notas em comparação com o restante, a condição encontrada em campo não foi satisfatória. Na maioria dos trechos, a luminosidade encontrava-se parcialmente bloqueada por árvores, indicando pouca segurança para o ciclista que trafega à noite.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração sobre a análise em campo, é referente à avaliação do indicador *Drenagem urbana*. Dado que o estudo foi realizado em dias não chuvosos, optou-se por entrevistar comerciantes locais a esse respeito. Assim, constatou-se que a drenagem urbana da área figura como um fator de atenção, uma vez que boa parte dos trechos são afetados por inundações e fortes enxurradas em períodos chuvosos.

Já em relação às *Políticas públicas*, observou-se que, conforme já apresentado, o ciclismo consta no PlanMob-BH (BHTRANS, 2017b) como modo de transporte passível de investimentos por parte da prefeitura. No entanto, foram encontradas poucas campanhas educativas que abordassem o tema, de modo que a maior parte delas são realizadas por organizações independentes e, além disso, naquelas organizadas pela prefeitura

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

não foi encontrada a data de realização, levando ao questionamento do quão recente essas são. Por isso, o indicador recebeu nota 0,50.

No que tange à *Segurança viária*, observou-se que a categoria como um todo obteve notas regulares a ruins, com exceção do indicador *Tráfego de veículos pesados*, que teve nota 0,50. Observou-se sinalização horizontal precária para ciclistas, sendo que, na maioria das interseções avaliadas, a sinalização era somente voltada para veículos.

A *Velocidade do tráfego motorizado* também é um fator de atenção. Todas as vias analisadas são definidas pelo Plano Diretor de Belo Horizonte (Belo Horizonte, 2019) como arteriais, sendo nelas a velocidade máxima regulamentada em 60 km/h, quando não há sinalização (Brasil, 1997), caso de todos os trechos deste estudo. Entretanto, é pertinente questionar a avaliação do Plano Diretor com base na própria lei. O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) caracteriza vias arteriais como as que possibilitam o trânsito entre as áreas da cidade, contudo, a grande maioria das vias da Área Central se segmenta apenas internamente à Avenida do Contorno. Em adição, tomando por referência os dados de radares (BHTRANS, 2021), a velocidade média desenvolvida ao longo do dia está compreendida entre 30 e 40 km/h. Posto isso, a nota atribuída a esse indicador foi 0,33, compatível com os trechos de avenidas, enquanto nas Ruas dos Caetés, da Bahia e Espírito Santo, a nota 0,67 seria mais adequada à realidade encontrada.

De posse dos resultados para cada trecho, obtidos através da Equação 2, foi possível resumir os resultados no Quadro 5 e, em seguida, espacializá-los no mapa apresentado na Figura 5. Por meio de sua análise, é possível perceber que a maioria dos trechos teve classificação Ruim, com exceção do trecho 1A, que foi classificado como Regular. Tal resultado já era esperado, uma vez que esse trecho é o único, dentre os avaliados, que possui algum tipo de infraestrutura cicloviária. Os trechos que tiveram as piores notas se encontram na Rua Espírito Santo, devido, principalmente, ao conflito com carros estacionados na faixa de estacionamento à direita, ao longo de todo o segmento avaliado; e pela drenagem urbana, uma vez que foi relatado por muitos comerciantes a ocorrência de fortes enxurradas em períodos chuvosos.

Quadro 5. Resultados da aplicação por indicador e por trecho

Indicador	Trechos																		Média	
	1A	1B	1C	2	3A	3B	3C	3D	4A	4B	4C	5A	5B	5C	5D	5E	5F	6A		6B
Existência de infraestrutura cicloviária	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Largura da ciclovia/ ciclofaixa	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Qualidade do pavimento	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75	0.50	0.75	0.75	0.75	0.75	0.50	0.75	0.75	0.75	0.79
Continuidade física	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Sinalização horizontal	0.00	0.10	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Segurança nos cruzamentos	0.25	0.25	-	-	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00	0.25	0.25	0.25	-	0.28

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

Indicador	Trechos																		Média	
	1A	1B	1C	2	3A	3B	3C	3D	4A	4B	4C	5A	5B	5C	5D	5E	5F	6A		6B
Conectividade dos trajetos	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Integração intermodal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.48
Existência de conflitos	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.75	0.50	0.13
Velocidade do tráfego motorizado	-	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32
Presença de veículos pesados	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.48
Largura da faixa compartilhada	-	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
Conflito com veículos estacionados	-	-	-	-	-	-	-	-	0.42	0.42	-	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	-	0.42
Presença de estacionamento para bicicletas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50	0.40
Iluminação	1.00	0.75	1.00	0.50	0.50	0.50	0.25	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.25	0.25	0.75	0.75	0.50
Drenagem urbana	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.00	1.00	1.00	0.33	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.67	0.67	0.00	0.00	0.44
Segurança pública	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
<b>Total Comprimento (m)</b>	90	90	90	250	130	140	140	170	290	300	200	130	150	130	90	90	100	150	70	2800

Fonte: autoria própria.

A partir dos resultados por trecho, foi feita a média ponderada considerando-se a extensão de cada segmento, obtendo-se um índice geral de 0,21 para a área estudada. Esse resultado indica que, para que os trechos de análise, que compreendem algumas das principais vias da Área Central, se tornem um espaço ciclável, são necessários maiores investimentos voltados para a mobilidade por bicicleta, de acordo com as observações aqui colocadas.

## Considerações finais

O índice proposto foi desenvolvido com o objetivo de servir de subsídio ao Poder Público no processo de tomada de decisões direcionadas ao incentivo do ciclismo urbano. Apesar de ter sido elaborado/adaptado de modo a apresentar-se de maneira acessível para a população, encontrou-se algumas dificuldades na elaboração de alguns dos métodos de avaliação, obtendo-se indicadores que apresentam níveis maiores de complexidade que outros, como é o caso, por exemplo, do indicador *Presença de veículos pesados*, que exige contagem de veículos, seja em campo ou através da extração de informações públicas em que se faz necessário tratamento de um grande volume de dados. Além disso, a escolha por critérios de avaliação qualitativos sempre que possível trouxe certa

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.



Figura 5. Resultados para o índice de ciclabilidade no Hipercentro de Belo Horizonte. Fonte: elaboração própria.

subjetividade na análise de alguns indicadores, como o de *Drenagem urbana*, por exemplo. Nesse sentido, considera-se que a opinião de especialistas pode ser útil, para além do estabelecimento de pesos para os indicadores, na discussão de soluções para coleta de dados e métodos de avaliação.

No que concerne à aplicação da metodologia proposta, os resultados obtidos sugerem que na área de estudo, em geral, devem ser realizados maiores investimentos em elementos que propiciem o tráfego seguro de bicicletas, especialmente em se tratando de infraestrutura viária. Em relação a isso, cabe destacar que, mesmo no trecho 1A – único que apresenta algum tipo de infraestrutura cicloviária – ainda são observados aspectos a serem melhorados, como a instalação de sinalização horizontal, a redução da possibilidade de conflitos com pedestres devido ao grande movimento no ponto de embarque e desembarque de ônibus localizado no trecho e a garantia da continuidade e conectividade dos trajetos, de modo que estes possibilitem principalmente a integração com o transporte público.

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

Em geral, constatou-se que a região avaliada é constituída por vias planejadas para a circulação de veículos motorizados, o que causa grande parte dos problemas de mobilidade não só da região, mas também da cidade, uma vez que a morfologia radial da infraestrutura viária de Belo Horizonte leva o Hipercentro a ser, além de uma zona de concentração de atividades, um local de passagem para quem se desloca entre os extremos da cidade (Cardoso, 2007). Tal constatação se deu principalmente a partir da observação, durante a aplicação do índice, da disposição da sinalização e dos estacionamentos e da dimensão e quantidade das faixas de trânsito. Nesse contexto, trafegar por bicicleta na região pode colocar a segurança do ciclista e do pedestre em risco, levando o primeiro a circular pelos passeios, contrariando o Código de Trânsito Brasileiro.

Reforça-se, portanto, a importância do Parque Municipal enquanto possível núcleo para utilização e estacionamento de bicicletas. Apesar das recentes discussões quanto à transformação da região central de Belo Horizonte em um espaço adequado para o deslocamento de ciclistas, que contemplam a construção de uma ciclovía ao longo da avenida Afonso Pena (Belo Horizonte, 2024), considera-se que um espaço destinado ao estacionamento de bicicletas, sejam elas compartilhadas ou não, e que possibilita acessar a outros serviços importantes, pode auxiliar no desenvolvimento do transporte por bicicleta na região. Tal medida, associada a políticas públicas que incentivem o deslocamento de ciclistas e a redução do uso do automóvel na região, podem sensibilizar o público no sentido da utilização desse meio de transporte.

Além disso, destaca-se que o índice de ciclabilidade proposto não contempla diretamente elementos relacionados às políticas públicas voltadas para a mobilidade por bicicleta no município, uma vez que sua análise poderia envolver medidas complexas. Nesse sentido, sugere-se que, aliado ao índice, em revisões futuras, o Plano Diretor e o Plano de Mobilidade Urbana do município estejam ainda mais sensíveis à necessidade de (re) planejamento e investimentos em sistemas de mobilidade ativa, de modo a mobilizar os diferentes atores públicos responsáveis pelo desenvolvimento da mobilidade urbana e obter melhorias na governança sob esse aspecto.

Para trabalhos futuros, sugere-se que seja realizado um estudo do fluxo de pedestres nas calçadas da área estudada que apresenta largura suficiente para tráfego compartilhado entre ciclistas e pedestres, para melhor aproveitamento do espaço. Além disso, considera-se interessante a aplicação do índice em outros trajetos localizados no Hipercentro, para uma melhor avaliação da área, bem como a adaptação para replicação em outras cidades brasileiras. Nesse sentido, embora o método proposto seja passível de replicação em diferentes locais, ressalta-se que a aplicação dos indicadores gerais requer a coleta de dados de forma direta (em campo) ou de forma indireta (imagens de satélite ou bases de dados públicas).

## Referências bibliográficas

- » Aertsens, A., Geus, B., Vandenbulcke, G., Degraeuwe, B., Broekx, S., De Nocker, L., Liekens, I., Mayeres, I., Meeusen, R., Thomas, I., Torfs, R., Willems, H., & Panis, L. I. (2010). Commuting by bike in Belgium, the costs of minor accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 2149–2157. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.07.008>
- » Almeida, L. A. P. (2019). *Avaliação da ciclabilidade em Belo Horizonte: Considerações sobre a Região do Terminal Vilarinho* (Trabajo de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Minas Gerais). Belo Horizonte, Brasil.
- » AMECiclo (2016). *Associação Metropolitana de Ciclistas do Grande Recife. Índice de desenvolvimento da estrutura cicloviária (IDECICLO)*. Recife, Brasil.
- » Aquino, A. P. P., & Andrade, N. P. (2007). A integração entre trem e bicicleta como elemento de desenvolvimento urbano sustentável. *3º Concurso de Monografia CBTU – A cidade nos trilhos*. 37 p.
- » Arellana, J., Saltarín, M., Larrañaga, A. M., González, V. I., & Henao, C. A. (2020). 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*, 139, 310-334. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.07.010>
- » Bagno, P. (2019). A ciclabilidade sob a ótica de ciclistas: Proposta metodológica para a elaboração de um índice para Belo Horizonte. *ANTP*, 9 p.
- » Barbarossa, L. (2020). The post-pandemic city: Challenges and opportunities for a non-motorized urban environment. An overview of Italian cases. *Sustainability*, 19. <https://doi.org/10.3390/su12030708>
- » Battista, G. A., & Manaugh, K. (2018). Stores and mores: Toward socializing walkability. *Journal of Transport Geography*, 67, 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.12.009>
- » Belo Horizonte (2018). *Relatório geral sobre o cálculo do índice de qualidade de vida urbana de Belo Horizonte para 2016*. Prefeitura de Belo Horizonte.
- » Belo Horizonte (2019). *Lei nº 11.181, de 8 de agosto de 2019. Plano Diretor do Município de Belo Horizonte*. Câmara Municipal. <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/11181/2019>
- » Belo Horizonte (2020). *Novas ciclofaixas criam alternativas de mobilidade na capital durante a pandemia*. Prefeitura de Belo Horizonte. <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/novas-ciclofaixas-criam-alternativa-de-mobilidade-na-capital-durante-pandemia>
- » Belo Horizonte (2023). *Bicicletas compartilhadas*. Prefeitura de Belo Horizonte. <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/transportes/bicicletas/bicicletas-compartilhadadas>
- » Belo Horizonte (2024). *Revitalização da Avenida Afonso Pena*. Prefeitura de Belo Horizonte. <https://prefeitura.pbh.gov.br/governo/revitalizacao-afonso-pena>
- » BH em Ciclo (2017). *Plano de Ações de Mobilidade por Bicicletas BH 2017-2020 (PlanBici BH)*. Associação dos Ciclistas Urbanos de Belo Horizonte. Belo Horizonte, Brasil.

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

- » BH em Ciclo (2019). *Relatório analítico do Índice de Desenvolvimento da Estrutura Cicloviária IDECiclo*. Associação dos Ciclistas Urbanos de Belo Horizonte. Belo Horizonte, Brasil.
- » BHTRANS (2017a). *Rotas cicloviárias em BH*. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte. <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/transportes/bicicletas/rotas-cicloviarias>
- » BHTRANS (2017b). *Plano diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte. PlanMob-BH 2030* (Relatório). Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte.
- » BHTRANS (2021). *Portal de dados abertos*. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte. <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/dados/dados-abertos>
- » Brasil (1997). Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997: Institui o Código de Trânsito Brasileiro. *Casa Civil*. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9503Compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503Compilado.htm)
- » Brasil (2012). Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm)
- » Cardoso, L. (2007). *Transporte público, acessibilidade urbana e desigualdades socioespaciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte* (Tese de Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- » Cardoso, L., Barros, R. M., Almeida, L. A., Abreu, T. P., Oliveira, L. K., & Lobo, C. (2017). A bicicleta como meio de transporte integrado a terminais metropolitanos na Região Metropolitana de Belo Horizonte: Análise comparativa dos terminais Ibirité, Ressaca (Contagem), Sarzedo e São Benedito (Santa Luzia). *Revista dos Transportes Públicos - ANTP*, 39, 73-95.
- » Cardoso, I. (2022). *A ciclabilidade como instrumento de incentivo ao ciclismo urbano: Proposição de uma metodologia apoiada na ótica de especialistas em mobilidade urbana* (Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- » Carvalho, I. R. V. (2018). *Caminhabilidade como instrumento de mobilidade urbana: Um estudo de caso em Belo Horizonte* (Tese de Mestrado). Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- » Castañón, U. N., & Ribeiro, P. J. G. (2021). Bikeability and emerging phenomena in cycling: Exploratory analysis and review. *Sustainability*, 13(4), 2394. <https://doi.org/10.3390/su13042394>
- » César, Y. B. (2014). *Avaliação da ciclabilidade das cidades brasileiras* (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil.
- » Chapadeiro, F. C. C., & Antunes, L. L. (2017). A inserção da bicicleta como modo de transporte nas cidades. *Revista UFG*, 35-42.
- » Codina, O., Maciejewska, M., Nadal, J., & Marquet, O. (2022). Built environment bikeability as a predictor of cycling frequency: Lessons from Barcelona. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 16, 100725. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100725>



Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

- » CONTRAN (2021). *Sinalização cicloviária. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume VIII* (339 p.). Conselho Nacional de Trânsito.
- » Cook, S., Stevenson, L., Aldred, R., Kendall, M., & Cohen, T. (2022). More than walking and cycling: What is 'active travel'? *Transport Policy*, 126, 151-161. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.07.015>
- » Dias, J. A., Freitas, A. P. O., Silva, F. A., Cardoso, L., Oliveira, L. K., & Silva, M. G. (2021). Active mobility as an instrument to reduce inactive or insufficiently active lifestyle in urban centers: The case of Belo Horizonte. *Revista Estudos de Transporte*, 22(1), 1-14.
- » Dias, J. A. (2020). *Influência do ambiente urbano na escolha do transporte ativo e sua relação com o sedentarismo* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais). Belo Horizonte, Brasil.
- » Dixon, L. B. (1996). Bicycle and pedestrian level-of-service performance measures and standards for congestion management systems. *Transportation Research Record*, 1538, 1-9.
- » DNIT. (2010). *Manual de projeto geométrico de travessias urbanas* (379 p.). Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte.
- » Ferreira, H., Cassiolato, M., & Gonzalez, R. (2009). Uma experiência de desenvolvimento metodológico para avaliação de programas: O modelo lógico do programa segundo tempo. *Ipea*.
- » Ferreira, M. A. G., & Sanches, S. P. (2001). Índice de qualidade das calçadas – IQC. *Revista dos Transportes Públicos*, 1(91), 47-60.
- » FHWA (1992). *Reasons why bicycling and walking are and are not being used more extensively as travel modes*. Federal Highway Administration, US Department of Transportation.
- » Franco, L. P. C. (2012). *Perfil e demanda dos usuários de bicicletas em viagens pendulares* (Tese de Doutorado, Instituto Militar de Engenharia).
- » Freitas, A. P. O. (2023). *Ciência cidadã e requalificação do espaço urbano: Redescobrimo a caminhabilidade sob a ótica infanto-juvenil* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais). Belo Horizonte, Brasil.
- » Gehl, J. (2013). *Cidades para pessoas* (2ª ed.). São Paulo: Perspectiva.
- » Gholamialam, A., & Matisziw, T. C. (2019). Modeling bikeability of urban systems. *Geographical Analysis*, 51(1), 73–89. <https://doi.org/10.1111/gean.12159>
- » Hamidi, Z., Camporeale, R., & Caggiani, L. (2019). Inequalities in access to bike-and-ride opportunities: Findings for the city of Malmö. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 130, 673-688. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.062>
- » IBGE (2022). *Portal Cidades*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br/>
- » ITDP (2017). *Guia de planejamento cicloinclusivo* (191 p.). Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento.
- » Karolemeas, C., Vassi, A., Tsigdinos, S., & Bakogiannis, E. (2022). Measure the ability of cities to be biked via weighted parameters, using GIS tools. The case study of Zografou in Greece. *Transportation Research Procedia*, 62, 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.02.008>

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

- » Krenn, P., Oja, P., & Titze, S. (2015). Development of a bikeability index to assess the bicycle-friendliness of urban environments. *Open Journal of Civil Engineering*, 5, 451-459. <https://doi.org/10.4236/ojce.2015.54045>
- » Landis, B. W., Vattikuti, V. R., & Brannick, V. R. (1997). Real-time human perceptions: Toward a bicycle level of service. *Transportation Research Record*, 9.
- » Largura, A. E. (2012). *Fatores que influenciam o uso da bicicleta em cidades de médio porte: Estudo de caso em Balneário Camboriú-SC* (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina.
- » Lessa, D. A., Pinto, P. H. G., Oliveira, L. K., Oliveira, R. L. M., Lobo, C., Barros, T., Moura, R., Mercier, J., Queiroz, E., & Souza, I. A. de. (2020). Relações espaciais e a atratividade territorial dos lugares centrais em Belo Horizonte, Brasil. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, 54, 19-29.
- » Lin, J. J., & Wei, Y. I. (2018). Assessing area-wide bikeability: A grey analytic network process. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113, 381-396. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.04.022>
- » Lo, R. (2009). Walkability: What is it? *Journal of Urbanism*, 2(2), 145-166. <https://doi.org/10.1080/17549170903092867>
- » Lowry, M. B., Callister, D., Gresham, M., & Moore, B. (2012). Assessment of communitywide bikeability with bicycle level of service. *Transportation Research Record*, 2314, 41-48.
- » Lindsay, G., Macmillan, A., & Woodward, A. (2011). Moving urban trips from cars to bicycles: Impact on health and emissions. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 35(1), 54-60.
- » Martínez, S. (2022). Nobody ever cuddles any of those walkers: The material socialities of everyday mobilities in Santiago de Chile. *Mobilities*, 17(4), 545-564.
- » McNeil, N. (2011). Bikeability and the 20-min neighborhood. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2247, 53-63. <https://doi.org/10.3141/2247-07>
- » Meireles, M., & Ribeiro, P. J. G. (2020). Digital platform/mobile app to boost cycling for the promotion of sustainable mobility in mid-sized starter cycling cities. *Sustainability*, 12, 2064. <https://doi.org/10.3390/su12052064>
- » Mello, C. A., Carneiro, C. M. de O., Maia, M. L. A., Oliveira, L. K. de, & Araújo, G. G. F. de. (2020). Relação da taxa de entrega de aplicativos e a remuneração dos entregadores: Uma análise das entregas instantâneas no Brasil. *Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET (Digital)*, 12 p.
- » Metrô BH (2024). *Portal Metrô BH*. Recuperado de <https://www.metrobh.com.br/>
- » Middleton, J. (2011). "I'm on autopilot, I just follow the route": Exploring the habits, routines, and decision-making practices of everyday urban mobilities. *Environment and Planning A*, 43(12), 2857-2877. <https://doi.org/10.1068/a44106>
- » Middleton, J. (2018). The socialities of everyday urban walking and the 'right to the city'. *Urban Studies*, 55(2), 296-315. <https://doi.org/10.1177/0042098016634186>
- » Monteiro, F. B., & Campos, V. B. G. (2011). Métodos de avaliação da qualidade dos espaços para ciclistas. *Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET*, Belo Horizonte.

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

- » Muhs, C. D., & Clifton, K. J. (2015). Do characteristics of walkable environments support bicycling? Toward a definition of bicycle-supported development. *Journal of Transport and Land Use*, 9(2), 1–16. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2015.727>
- » Nielsen, T. A. S., & Skov-Petersen, H. (2018). Bikeability – Urban structures supporting cycling. Effects of local, urban and regional scale urban form factors on cycling from home and workplace locations in Denmark. *Journal of Transport Geography*, 69, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.04.015>
- » Oja, P., Titze, S., Bauman, A., De Geus, B., Krenn, P., Reger-Nash, B., & Kohlberger, T. (2011). Health benefits of cycling: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(4), 496–509. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01299.x>
- » Piatkowski, D., & Bopp, M. (2021). Increasing bicycling for transportation: A systematic review of the literature. *Journal of Urban Planning and Development*, 147(2), 04021019. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000693](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000693)
- » Plazier, P. A., Weitkamp, G., & Van Den Berg, A. E. (2017). “Cycling was never so easy!” An analysis of e-bike commuters’ motives, travel behaviour and experiences using GPS-tracking and interviews. *Journal of Transport Geography*, 65, 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.09.017>
- » Porter, A. K., Kohl, H. W., Adriana, P., Reininger, B., Petee Gabriel, K., & Salvo, D. (2019). Bikeability: Assessing the objectively measured environment in relation to recreation and transportation bicycling. *Environment and Behavior*, 51(1), 52–75. <https://doi.org/10.1177/0013916518825289>
- » Providelo, J. K., & Sanches, P. (2010). Percepções de indivíduos acerca do uso da bicicleta como modo de transporte. *Transportes*, 18(2), 53–61.
- » Pumarino, N., & Muñoz, D. (2021). Atravesar el estallido social: Mujeres caminantes e incertidumbre en la ciudad de Santiago. *Revista INVI*, 36(101), 109–148. <https://doi.org/10.5354/0718-835X.2021.68799>
- » Saghapour, T., Moridpour, S., & Russell, T. (2016). Measuring cycling accessibility in metropolitan areas. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10(7), 1–15. <https://doi.org/10.1080/15568318.2016.1262927>
- » Smith, M., Hosking, J., & Woodward, A. (2017). Systematic literature review of built environment effects on physical activity and active transport – An update and new findings on health equity. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14, 158. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0613-9>
- » União de Ciclistas do Brasil (UCB). (2017). *Guia de boas práticas para instalação de estacionamento adequado de bicicletas: Paraciclos e bicicletários* (1ª ed., 30 p.).
- » Vasconcellos, E. A. (2000). A cidade e o transporte. In *Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP, Documentos Setoriais ANTP: O Transporte Clandestino no Brasil* (No. 1, pp. 1-20). São Paulo.
- » Viola, P. D. D., & Cardoso, L. (2016). Análise das políticas públicas de incentivo aos meios de transporte não motorizados em Belo Horizonte: Reflexões sobre a rede cicloviária da região da Pampulha. *Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS)*, 12 p.
- » Viola, P. D. D. (2017). *Potencial de viagens por bicicleta em Belo Horizonte: Um estudo exploratório da pesquisa* (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais.

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

- » Viola, P. D. D., Cardoso, L., Lobo, C., Lessa, D. A., & Matos, B. A. (2019). Potencial de viagens por bicicleta em Belo Horizonte: Uma proposta metodológica com base na Pesquisa Origem e Destino de 2012. *Revista Transporte y Territorio*, (20), 370–386. <https://doi.org/10.34096/rtt.i20.6397>
- » Wahlgren, L., & Schantz, P. (2011). Bikeability and methodological issues using the active commuting route environment scale (ACRES) in a metropolitan setting. *BMC Medical Research Methodology*, 11, 6. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-11-6>
- » Wahlgren, L., & Schantz, P. (2012). Exploring bikeability in a metropolitan setting: Stimulating and hindering factors in commuting route environments. *BMC Public Health*, 12, 168. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-168>
- » Winslow, J., & Mont, O. (2019). Bicycle sharing: Sustainable value creation and institutionalisation strategies in Barcelona. *Sustainability*, 11, 728. <https://doi.org/10.3390/su11030728>
- » Winters, M., Brauer, M., Setton, E. M., & Teschke, K. (2013). Mapping bikeability: A spatial tool to support sustainable travel. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 40(5), 865–883. <https://doi.org/10.1068/b38185>

**Isabella Fernandes Cardoso / [isabellafcardoso8@gmail.com](mailto:isabellafcardoso8@gmail.com)**

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), mestranda em Geotecnia e Transportes (UFMG), com ênfase na área de transportes, e em Geografia e Planejamento na Université de Franche-Comté (UFC/França). Atua no setor público na área de Mobilidade Sustentável e é pesquisadora nas áreas de Mobilidade Ativa, Acessibilidade Espacial e Planejamento Urbano.

**Leandro Cardoso / [leandro@etg.ufmg.br](mailto:leandro@etg.ufmg.br)**

Graduado, Mestre e Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor Associado do Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da UFMG e Docente Permanente nos Programas de Pós-Graduação em Geografia e Geotecnia e Transportes (UFMG). Pesquisador voluntário no Projeto SONHANDO A PÉ. Atua principalmente nos seguintes temas: Mobilidade Ativa, Mobilidade Urbana Sustentável, Planejamento de Sistemas de Transporte, Geografia Urbana, Desigualdades Socioespaciais.

**Gabriel Teixeira Lacerda / [teixeira.lacerda@gmail.com](mailto:teixeira.lacerda@gmail.com)**

Graduado em Psicopedagogia (2024) pela Uninter (Brasil), Graduando em Engenharia Ambiental pela UFMG (Brasil) e em Ingénierie Civil des Mines pela EMSE/IMT (França). Consultor e Educador Ambiental, tem experiências profissionais e pesquisas nas áreas de Educação Pública e Privada, Saneamento e Políticas Públicas, Serviços Socioambientais.

**Daniela Antunes Lessa / [daniela.lessa@ufop.edu.br](mailto:daniela.lessa@ufop.edu.br)**

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e École Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC/França), Mestre em Geotecnia e Transportes e

Proposição de um índice de ciclabilidade para...  
ISABELLA FERNANDES CARDOSO ET AL.

Doutora em Geografia pela UFMG. Professora Adjunto A do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Credenciada nos Programas de Pós-Graduação em Geotecnia e Transportes da UFMG e de Engenharia Ambiental da UFOP. Atua nas linhas de pesquisa Mobilidade/Acessibilidade espacial, Organização do Espaço e Geografia dos Transportes.

**Ryane Moreira Barros / ryanemoreira@hotmail.com**

Graduada em Engenharia Ambiental (2018), Mestre em Geotecnia e Transportes, com ênfase na área de transportes (2021) e Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Professora substituta na área de Transportes e Mobilidade Urbana do curso de Engenharia Urbana na Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP (2023-2024), é voluntária no projeto SONHANDO A PÉ e atua como pesquisadora nas áreas de Mobilidade Urbana, Mobilidade Ativa, Caminhabilidade e Mobilidade Urbana Sustentável.

**Maria Lígia Chuerubim / marialigia@ufu.br**

Graduada em Engenharia Cartográfica, Mestre em Ciências Cartográficas pela Universidade Estadual Paulista (Unesp) e Doutora em Engenharia de Transportes pela Universidade de São Paulo (USP). Professora Associada da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e docente permanente no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Atua nos temas de Cidades inteligentes e Sustentáveis, Geotecnologias no Planejamento, Infraestrutura de Sistemas de Transportes, Mobilidade Urbana e Análise Geoespacial do espaço urbano.

**Vinicius de Castro Botelho Lanza / Viniciuscbl.engenharia@gmail.com**

Engenheiro Civil formado pela Universidade Federal de Ouro Preto e Engenheiro Geotécnico na Pimenta de Ávila. Atuação em projetos de mineração (2 anos e meio).

**Daniel Freitas Caputo Oliveira / daniel.freitas90@gmail.com**

Graduado em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2013) e Mestre em Transportes (2022) pela Universidade Federal de Minas Gerais. Servidor e engenheiro de sinalização no Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais, à frente do Núcleo de Segmentos Críticos. Tem interesse em Segurança e Sinalização Viária, Mobilidade Ativa, Acessibilidade Urbana e Sustentabilidade na Mobilidade Urbana.