



## PROPOSTA DE METODOLOGIA E AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA DE CURITIBA

*Fernanda Gomes Goes<sup>1</sup>; Bruna Caroline Gonçalves da Silva<sup>2</sup>; Helena Pauline Schulze<sup>3</sup>;  
Marcia de Andrade Pereira Bernardinis<sup>4</sup>*

*<sup>1,2,3</sup> Discente de Engenharia Civil na Universidade Federal do Paraná;  
fernandagomesgoes@gmail.com; bcgoncalvess@gmail.com;  
helenapaulineschulze@gmail.com*

*<sup>4</sup> Docente do Departamento de Transportes na Universidade Federal do Paraná;  
profmarcia.map@gmail.com*

### RESUMO

Diante do cenário atual de transportes no Brasil é possível observar que, na maioria das cidades o modelo mais utilizado (veículo motorizado individual) está em crise. O que torna cada vez mais necessário buscar meios de transporte que atendam as necessidades do usuário e não sejam prejudiciais ao meio ambiente. O transporte por bicicleta é uma opção com grande potencial por apresentar diversos benefícios. Apesar de tantas vantagens é pouco utilizado e, um dos fatores é a falta de infraestrutura adequada. Na pesquisa realizada buscou-se desenvolver uma metodologia que possa avaliar de forma objetiva a qualidade da infraestrutura existente na cidade de Curitiba, que se divide em três categorias: ciclovias, ciclofaixas e passeios compartilhados. A avaliação foi realizada utilizando-se de uma metodologia proposta pelas autoras (CicloAção), divididos em três grandes grupos de infraestrutura: da via, do entorno e de sinalização. Ao final foi possível obter um índice capaz de avaliar a qualidade da infraestrutura cicloviária, onde, cabe destacar que apenas as ciclofaixas obtiveram notas acima de 6. A categoria passeio compartilhado obteve a menor nota e, por possuir a maior extensão, reduziu o índice final. Através dessa nota pode-se perceber a necessidade de priorizar o investimento na infraestrutura existente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mobilidade Urbana Sustentável, Ciclomobilidade, Infraestrutura Cicloviária

### ABSTRACT (APENAS PARA ARTIGOS CIENTÍFICOS)

*Given the current transport scenario in Brazil, it is possible to observe that in most cities the most used model (individual motor vehicle) is in crisis. This makes it increasingly necessary to seek means of transport that meet the needs of the user and are not harmful to the environment. Transportation by bike is an option with great potential because it has several benefits. Although so many advantages is little used and one of the factors is the lack of adequate infrastructure. The research aimed to develop a methodology that can objectively evaluate the quality of existing infrastructure in the city of Curitiba, which is divided into three categories: bike paths, bike lanes and shared tours. The evaluation was carried out using a methodology proposed by the authors (CicloAção), divided into three major groups of infrastructure: the road, the surroundings and the signaling. In the end it was possible to obtain an index capable of evaluating the quality of the cycle infrastructure, where it is worth noting that only the bike tracks obtained scores above 6. The shared tour category obtained the lowest score and, because it had the largest extent, reduced the final index. Through this note one can perceive the need to prioritize investment in existing infrastructure.*

**KEYWORDS:** Sustainable Urban Mobility, Cycle mobility, Cycle Infrastructure



## **1. INTRODUÇÃO**

O crescimento das cidades de forma acelerada fez com que o padrão de mobilidade urbana passasse por fortes modificações nos últimos anos e há muitos questionamentos sobre a utilização de parâmetros sustentáveis em seu planejamento (IPEA, 2016).

Nesse processo o modo de transporte motorizado, especificamente representado pelo veículo individual foi o que mais se popularizou por diversos fatores principalmente relacionados a inadequação ao transporte coletivo como: falta de conforto, alto custo da tarifa, tempo de viagem, entre outros.

Em uma análise feita no período de 2008 e 2018 foi possível perceber que a taxa de utilização de automóveis teve um aumento expressivo (Observatório das Metrôpoles, 2019). Circunstância que traz adversidades para o usuário, a cidade e o meio ambiente. Ele é responsável, entre outras coisas, pelo tráfego intenso, poluição sonora, poluição atmosférica, entre outros fatores (MAGAGNIN, 2008).

Por esse motivo meios de transporte alternativos têm sido muito discutidos nos últimos anos, entre esses meios está o transporte por bicicleta, que se mostra muito vantajoso por ser de baixo custo, trazer benefícios para a saúde e ocupar pouco espaço para trafegar na cidade. Contudo, para que haja o estímulo à utilização desse modo, deve haver infraestrutura adequada, de forma que os usuários se sintam seguros e confortáveis ao utilizá-lo.

Assim, tem-se como objetivo principal deste artigo desenvolver uma proposta de metodologia de avaliação da infraestrutura ciclável para a cidade de Curitiba, mas que também possa ser aplicável em diferentes cidades. E que, ao final, resulte em um número (índice) que possa servir como indicador da qualidade dessas vias.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Mobilidade Urbana Sustentável e a Ciclomobilidade**

Com o crescimento das cidades de forma rápida e pouco ordenada, surgiu o termo “mobilidade urbana”, que se refere à facilidade de deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano (Ministério das Cidades, 2005). Entretanto percebeu-se que somente a visão clássica de mobilidade não era suficiente para atender as necessidades e manter a qualidade de vida, surgiu então a mobilidade urbana sustentável.



O conceito de mobilidade urbana sustentável se popularizou ao observar a crescente taxa de motorização e mudanças nos hábitos de deslocamento. Ele consiste em suprir as necessidades de mobilidade dos seres humanos, de forma que haja proteção do meio ambiente, buscando não afetar o atendimento de demandas das gerações futuras (IPEA, 2016). Buscando a união de três pilares: ambiental, econômico e social, de forma que eles estejam relacionados.

A crescente utilização dos meios de transporte individuais motorizados causa congestionamentos, que resultam em maior tempo de deslocamento, aumento no número de acidentes, maior emissão de gases tóxicos, entre outros impactos negativos. Para reverter esse quadro deve haver maior incentivo na mobilidade ativa e sustentável, priorizando os deslocamentos: a pé e por bicicleta. Este último, foco de estudo deste artigo.

O transporte por bicicleta se destaca, por ser um modal de baixo custo, que possibilita que os espaços urbanos sejam mais sustentáveis e melhor aproveitados, trazendo benefícios para os usuários e as cidades.

## **2.2 Metodologias de Avaliação Examinadas**

Para construção da metodologia de avaliação de Curitiba foram analisados diferentes métodos, mas foram listados aqui apenas os que tiveram maior contribuição na escolha dos indicadores.

O método chamado de “Ciclabilidade” foi desenvolvido por Rietveld e Daniel (2004) e foi aplicado em diversas cidades da Holanda com o objetivo de investigar o que instiga o uso de bicicleta pelos usuários. Os parâmetros da pesquisa foram focados no bem estar do usuário, por isso se um mesmo trecho for realizado com diferentes objetivos (Ex: Para transporte e lazer), os resultados podem ser diferentes, pois fatores são percebidos de formas diferentes.

Outro método considerado foi um estudo de caso realizado em Pelotas-RS por Sabrina Real Rau (2012), a avaliação foi realizada através da aplicação de um questionário entre os usuários. O resultado final foi a obtenção de uma ficha com os dados de cada via focados em segurança e infraestrutura.

O Índice de Desenvolvimento da Infraestrutura Cicloviária (IDECICLO) foi o que teve maior contribuição no desenvolvimento da metodologia para Curitiba, pois o sistema de pontuação que utilizamos foi adaptado e muitos dos parâmetros foram extraídos do



IDEICICLO. Neste método, criado pela Associação Metropolitana de Ciclistas do Grande Recife (AmeCiclo, 2013), tem como objetivo avaliar as vias destinadas ao transporte por bicicleta de forma qualitativa através de parâmetros concentrados na segurança e conforto do usuário para, ao final, gerar um índice que representa o desenvolvimento da infraestrutura da cidade. Inicialmente ele foi aplicado em Recife, mas posteriormente outras cidades de Pernambuco foram avaliadas.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Construção da Metodologia Cicloação**

Após a análise das metodologias citadas anteriormente, foram selecionados apenas os parâmetros que tinham alguma relação com a infraestrutura relacionada e também foram criados alguns parâmetros novos.

O IDEICiclo foi o método que mais se enquadrou na proposta, mas a forma como foi aplicado nas cidades iniciais apresentava parâmetros não essenciais para Curitiba e para a proposta dessa pesquisa, que é avaliar a infraestrutura disponível na cidade.

Decidiu-se então, manter o sistema de notas que vai de zero a dez (utilizado na IDEICICLO) para gerar um índice ao final equivalente que possa servir como meio de comparação de vias. Para cada um dos parâmetros foi indicado verbalmente e com fotos o que deveria ser considerado como 0, 5 ou 10, sendo zero péssimo e 10 excelente de acordo com o ideal indicado em cada parâmetro.

Houve a montagem de um questionário contendo uma explicação sobre os objetivos e todas as informações sobre cada parâmetro, que no total possui 13 páginas e busca padronizar a avaliação, mesmo que seja baseada na experiência do usuário. (Figura 1).

**b) Condição do Pavimento**

A condição do pavimento é um dos parâmetros responsáveis pelo conforto e velocidade do usuário na pista. Ela foi dividida em três categorias, as quais estão exemplificadas abaixo:



0 - Péssimo estado de conservação	Inserir a nota abaixo
5 - Asfalto mal compactado (mole) ou muito fissurado	
10 - Em bom estado	

Figura 20 - Exemplo de como os parâmetros foram expostos no questionário

Fonte: Questionário de Avaliação, criado pela autora

O questionário foi dividido em três áreas (Tabela 1) de acordo com o tipo de infraestrutura avaliada .

*Tabela 9. Parâmetros utilizados na metodologia Cicloação*

Infraestrutura da Via	Infraestrutura do Entorno	Infraestrutura de Sinalização
Largura	Presença de Via no Sentido Oposto	Sinalização Horizontal nos Cruzamentos
Condição do Pavimento	Iluminação	Sinalização Horizontal nas Quadras
Presença de Obstáculos	Presença de Paraciclo ou Bicicletário	Sinalização Vertical
Sinuosidade	Quantidade de Acessos de Carros	
Presença de Rampa de Travessia		
Declividade		
Padrão de Pintura		
Condição da Pintura		

Fonte: Criado pela autora

Cabe destacar que nem todos se aplicam a todas as vias, pois ciclovias e ciclofaixas possuem algumas necessidades que passeios compartilhados não necessitam.

Para verificação da eficácia do questionário, foi realizado um trecho piloto (antes da pandemia) por um ciclista da Cicloiguaçu (Associação de Ciclistas da Auto Iguaçu, fundada em Curitiba no ano de 2011), que apontou as mudanças necessárias e sugeriu avaliar a presença ou não de rampa de travessia.

Após adaptações para o questionário final, foi criada uma versão reduzida, no Google Forms para facilitar o preenchimento da avaliação em campo. Mas para utilizá-lo era



necessário ter conhecimento da versão completa, pois as informações solicitadas eram as mesmas.

A metodologia foi estruturada para que a avaliação fosse feita em campo, mas devido à pandemia do COVID-19, que, em março de 2020, obrigou um período de isolamento social, esta pesquisa precisou ser adaptada para que tivesse continuidade, e foi então que optou-se dar executar analisando trechos através do *Google Street View* e *Google Maps*. Pois alguns trechos entre vias precisariam ser realizados de ônibus, que é um local pouco conveniente de ser utilizado no cenário atual.

Com a necessidade de avaliação por meio de softwares quase todos os parâmetros propostos foram adaptados, apenas o parâmetro “Presença de Rampa de Travessia” não pôde ser avaliado.

### **3.2 Caracterização da Área de Estudo: Curitiba**

Curitiba é a capital do Estado do Paraná, fundada em 1693 por Matheus Martins Leme. A cidade possui sistema de transporte dos seguintes tipos: veículo motorizado individual, transporte público (linhas troncais, alimentadoras e convencionais), transporte por bicicleta e a pé. Mesmo a capital sendo reconhecida internacionalmente pelo sistema BRT (*Bus Rapid Transit*) utilizado e copiado em diversas cidades de muitos países, apresenta uma das maiores taxas de motorização do país. Em 2018 era de 74,8 automóveis para cada 100 habitantes (Observatório de Mobilidade Urbana, 2018). No plano diretor da cidade existe a previsão de aumento de extensão na malha cicloviária de Curitiba para os próximos anos.

A área de estudo foi escolhida com o objetivo de evidenciar a real condição da infraestrutura cicloviária de Curitiba. Por isso optou-se por avaliar apenas ciclovias, ciclofaixas e passeios compartilhados como áreas de estudo, ficaram de fora as vias compartilhadas, ciclorrotas e vias descaracterizadas por não apresentarem parâmetros de padronização. O que representa aproximadamente 176 quilômetros a serem avaliados, que estão divididos da seguinte forma: 31,1 km de ciclovias; 43,8 km de ciclofaixas e 100,8 km de passeios compartilhados.

### **3.3 Cálculo do Índice**



Para o cálculo do índice, este foi dividido em três partes, que tiveram como base o cálculo do IDECICLO: nota da via, nota da categoria (ciclovias, ciclofaixa e passeio compartilhado) e nota final.

A nota da via é definida através de média aritmética (1), como na equação abaixo:

$$Nv = \Sigma p/pt \quad (1)$$

Onde:

p: Nota obtida em cada parâmetro / pt: Quantidade de parâmetros aplicados na via

Para cálculo da nota de cada categoria de via é realizada uma média ponderada na qual a nota da via é multiplicada pela sua extensão e dividida pela extensão total da categoria, que ao final são somadas. (2). Conforme equação abaixo:

$$Nc = \Sigma [(Nv \times Dv)/Dc] \quad (2)$$

Onde:

Nc: Nota da Categoria / Nv: Nota da Via / Dv: Extensão da Via em quilômetros / Dc: Extensão da categoria em quilômetros

Essa divisão é realizada para fazer com que notas de vias de pouca extensão não tenham o mesmo peso na nota individual que ciclovias de maior extensão.

E para o cálculo do índice de desenvolvimento da infraestrutura cicloviária geral também é realizada uma média ponderada entre a nota de cada categoria multiplicado pela sua extensão e dividido pela extensão total (3), conforme a seguinte equação:

$$NF = \Sigma [(Nc \times Dc)/Dt] \quad (3)$$

Onde:

NF: Nota final / Nc: Nota da Categoria / Dc: Extensão da categoria em quilômetros / Dt: Extensão total em quilômetros.

A nota final resultará em um número entre zero e dez, em que zero indica que o péssimo e dez ótimo e pode ser considerado dentro de um dos intervalos dispostos na Tabela 2 abaixo:

Tabela 10. Relação entre os possíveis valores de nota final e seus significados

0 - 2,0	2,1 - 4,0	4,1 - 6,0	6,1 - 8,0	8,1 - 10,0
Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo

Fonte: Criado pela autora

## 4. RESULTADOS

A extensão analisada neste estudo totaliza 167,4 km que foram localizados e classificados através do auxílio do Google Maps, o que não representa a quilometragem total, pois nem todos os trechos foram encontrados.

Os dados foram analisados considerando as médias ponderadas das seguintes categorias: ciclovia, ciclofaixa e passeio compartilhado.

### 4.1 Ciclovias

São em sua totalidade vias bidirecionais com largura entre 2,01m e 2,49m, 67% da extensão total, recebeu avaliações de asfalto em ótimo estado de conservação e de trecho com pouca sinuosidade. Foram percebidos alguns obstáculos que exigem maior atenção do ciclista, porém apenas 2km foram avaliados como trecho muito íngreme e a pintura encontrase em bom estado nos poucos trechos em que está presente.

O sistema de iluminação é exclusivamente feita pelos postes de iluminação geral, apenas uma via apresentou paraciclo e foram encontrados dois modelos que estão representados na Figura 2, portanto neste quesito a via mostrou-se ineficiente considerando a distância entre eles. No geral, também foi identificado um grande número de acessos para carros que atrapalham o tráfego nas ciclovias.



Figura 2. Dois modelos de paraciclo encontrados.

Fonte: Google Street View

Por fim, de acordo com a metodologia deste estudo a categoria ciclovias recebeu a nota de 5,41 para 18,5 km avaliados. Considerado regular, de acordo com a escala criada.

### 4.2 Ciclofaixas

Todas as vias analisadas são unidirecionais com largura entre 1,01m e 1,49m, apresentam asfalto em ótimo estado durante todo o percurso, apesar de manifestar alguns obstáculos que exigem maior cuidado por parte dos ciclistas. Os trechos estudados são em

sua maioria retos, poucos sinuosos ou íngremes. Cerca de 33% dessa categoria é dotada de sistema de iluminação exclusivo, como pode-se notar na Figura 3.



Figura 3. Poste de iluminação direcionada e sinalização vertical e horizontal

Fonte: Google Street View

Na Figura 3 também é notável a presença de sinalização vertical e horizontal, assim como pode-se perceber que o pavimento é satisfatório. Os critérios citados foram classificados como “em ótimo estado de conservação” em 100% das vias analisadas.

Nesta categoria também foram identificados: via de sentido oposto a menos de 200m; grande número de trechos de carros que prejudicam o trajeto; falta de paraciclos na maioria das vias.

As ciclofaixas, em sua maioria, são as mais novas implantadas na cidade e tiveram a melhor avaliação em todos os aspectos analisados. Esse tipo de estrutura apresentou boas críticas sobre as condições do pavimento e a periódica manutenção das sinalizações verticais e horizontais.

Dadas as características e de acordo com o método estudado, as ciclofaixas de Curitiba receberam a nota 6,89 para 24,9 km avaliados. Considerado bom, de acordo com a escala.

### 4.3 Passeio Compartilhado

Esta categoria, foi separada de acordo com o sentido do tráfego em cada um dos trechos analisados. Sendo assim, 96,53km eram bidirecionais com largura média abaixo de 2m e apenas 27,5km unidirecionais com largura média entre 1,01m e 1,49m.

Os passeios compartilhados apresentaram baixa declividade na maioria dos trechos, porém contam apenas com a iluminação provenientes de postes de rua. Os trechos desta categoria são bastante sinuosos, se comparado aos outros, o asfalto encontra-se com fissuras, algumas provenientes de erosões do solo (Figura 4).



Figura 4. Vias desconformes e com fissuras

Fonte: Google Street View

Das vias avaliadas 70% apresentaram diversos obstáculos que dificultam o fluxo de tráfego. Alguns, chegam a interditar totalmente o trajeto, o que obriga o ciclista a descer da bicicleta ou sair da pista. Alguns exemplos estão na Figura 6.



Figura 21. Placa, poste e vegetação excessiva interditando o trânsito em Passeio Compartilhado

Fonte: Google Street View

A pintura estava em perfeito estado, porém foi observada em menos de 40% da malha, quando em vias mais movimentadas ou em obras recentes, as demais apresentam bastante desgaste. Apenas dois trechos dispunham de paraciclos, mostrando-se novamente ineficientes quanto ao intervalo de distância entre eles. Além disso, durante o percurso foram identificados muitos trechos de acesso para carros, estes em sua maioria não atrapalharam no trajeto.

Depois de analisar todos os trechos, podemos classificar as estruturas de passeio compartilhado com a nota 4,75 para 124,03 km analisados. Considerada regular conforme tabela definida na metodologia.

## 6. CONCLUSÕES

Para o cálculo do índice e comparação entre os resultados calculados foram utilizados os dados dispostos na Tabela 3. Com eles, o método e o cálculo para determinação do índice de qualidade das vias de Curitiba foi aplicado, chegando ao valor de 5,14, que pode ser considerado regular, conforme a escala definida na metodologia da pesquisa. Assim, pode-se concluir que ainda há muitos para evoluir nesse tipo de infraestrutura, o que indica que



apenas construir novas vias não será suficiente para que haja maior utilização da bicicleta na cidade.

Tabela 11. Resumo das notas finais de cada categoria e suas quilometragens totais.

Categoria	Nota	Extensão (km)
CICLOVIA	5,41	18,5
CICLOFAIXA	6,89	24,9
PASSEIO COMPARTILHADO	4,75	124,03

Fonte: Elaborado pela autora

Através da análise dos resultados obtidos é possível perceber que cerca de 74% da infraestrutura disponível é classificada como passeio compartilhado ou também chamado de ciclofaixa sobre calçada. Em sua maioria, não apresentaram nenhum tipo de sinalização horizontal ou vertical, o que além de dificultar a identificação por meio dos ciclistas, pode gerar acidentes envolvendo pedestres.

Ficou clara a preocupação na construção da malha, como um todo, em trajetos pouco íngremes e pouco sinuosos. Porém, a iluminação e a presença de paraciclos deixou a desejar em todos os quilômetros avaliados.

Com estas análises, as próximas implementações à malha cicloviária de Curitiba poderão ser mais planejadas de acordo com a experiência do ciclista. Conclui-se que a manutenção de pintura, estrutura e iluminação precisam ser feitas com maior frequência, assim como a discussão de uma maior acessibilidade para todos os bairros da cidade, os quais atualmente não são contemplados em sua totalidade.

Vale ressaltar que esta aplicabilidade foi feita através de auxílio computacional, que, entende-se não ser a melhor opção, entretanto, em tempos de isolamento social foi a alternativa possível mediante tal situação. Interessante seria a aplicação desta in loco, quando possível for, inclusive para fins de comparação, afinal, a percepção do usuário estaria ali envolvida.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à professora Márcia de Andrade Pereira Bernardinis pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa e à Fundação Araucária por todo apoio financeiro recebido em forma de bolsa estudantil e por desempenhar um papel de incentivo a pesquisa na Universidade Federal do Paraná.



## REFERÊNCIAS

AMECICLO (2016). Índice de Desenvolvimento da Estrutura Cicloviária - IDECICLO. Recife, Pernambuco, Brasil. Disponível em: <shorturl.at/uxDH6>. Acesso em: 13 ago. 2019.

CARDOSO, M. Análise de Alternativas de Infraestrutura Cicloviária em um Trecho com Base no Plano Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre - RS. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017. Disponível em: <shorturl.at/nwBFO>. Acesso em: 07 ago. 2020.

CARVALHO, C.H.R (2016). Mobilidade Urbana Sustentável: Conceitos, Tendências e Reflexões. IPEA. Disponível em : <shorturl.at/wyC56>. Acesso em: 23 fev. 2020.

CÉSAR, Y. B. (2014). Avaliação da Ciclabilidade das Cidades Brasileiras. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. Disponível em: <shorturl.at/zDLO1>. Acesso em: 18 set. 2019.

COELHO, O. F.; SACCARO, N. L. Jr. Cidades Cicláveis: Avanços e Desafios das Políticas Cicloviárias no Brasil. IPEA, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <shorturl.at/rxIWY>. Acesso em: 19 jul. 2020.

COSTA, M. S. Um índice de mobilidade urbana sustentável. Tese (Doutorado em Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. doi:10.11606/T.18.2008.tde-01112008-200521. Disponível em: <shorturl.at/bjEKU>. Acesso em: 05 fev. 2020.

MAGAGNIN, R. C.; SILVA, A.N.R (2008). A Percepção do Especialista Sobre o Tema Mobilidade Urbana. Revista Transportes, v. XVI, n.1, p. 25-35, junho. Disponível em: <shorturl.at/rwORZ>. Acesso em: 05 fev. 2020.

Observatório das Metrôpoles (2019). Mapa da Motorização Individual no Brasil. Rio de Janeiro. Disponível em: <shorturl.at/hnxyO>. Acesso em: 16 mar. 2020.

RAU, S. L. (2012). Sistema Cicloviário e suas Potencialidades: O Caso de Pelotas/RS. Mestrado em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Disponível em: <shorturl.at/aotET>. Acesso em: 06 set. 2019.