



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**USO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO URBANO**

JOÃO PESSOA  
2019

RAFAELA DE SOUSA MEDEIROS

**USO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO URBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso superior em Engenharia Civil, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), campus I, João Pessoa/PB, como pré-requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Almeida de Melo

JOÃO PESSOA  
2019

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

M488u Medeiros, Rafaela de Sousa.

    Uso de indicadores para avaliação do sistema viário urbano / Rafaela de Sousa Medeiros. - João Pessoa, 2019.

    87 f. : il.

    Orientação: Ricardo Almeida de Melo.  
    Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

    1. Vias urbanas. 2. Infraestrutura urbana. 3. Sistema de gerência. I. Melo, Ricardo Almeida de. II. Título.

UFPB/BC

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**RAFAELA DE SOUSA MEDEIROS**

**USO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO URBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 10/05/2019 perante a seguinte Comissão Julgadora:



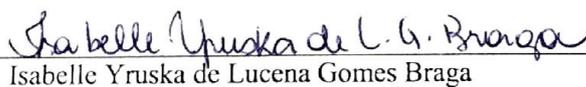
\_\_\_\_\_  
Ricardo Almeida de Melo  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



\_\_\_\_\_  
Pablo Brillhante de Sousa  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



\_\_\_\_\_  
Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



\_\_\_\_\_  
Prof. Andrea Brasiliano Silva  
Matrícula Siape: 1549557  
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço à Deus pelo dom da vida e por tudo que Ele me proporcionou até este momento. Em meio a tantos desafios e questionamentos internos, o Senhor foi meu guia e minha fundação, me dando força, paciência e perseverança para superar os obstáculos.

Aos meus pais, Gilvaneide e João Bosco, aos quais tenho uma dívida eterna de gratidão. Obrigada por todo o apoio, segurança, conselhos, incentivos e, principalmente, todos os esforços para que eu pudesse estar aqui, concluindo esta graduação.

Ao professor Ricardo Almeida de Melo, não apenas pela orientação neste trabalho, mas também por ter me proporcionado dois projetos de iniciação científica, que foram de grande valor para minha formação pessoal, acadêmica e profissional.

Às minhas irmãs e à toda minha família, por todo o apoio e incentivo.

Aos amigos da universidade, por compartilharem as tormentas, os trabalhos e os bons momentos durante a graduação. Agradeço em especial a Anna Kryslene, Camila, Hanna, Jorge, Leonardo, Mayara e Michelle, os quais foram responsáveis por muitas das alegrias vividas nestes últimos cinco anos.

Aos amigos que ganhei ao longo da vida, especialmente a Elen, Clicia, Ligia, Wellyson e Mellina. Obrigada por todo o apoio e incentivo, além dos momentos felizes que me proporcionaram.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação, pelos conhecimentos e orientações fundamentais para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram durante esta jornada, promovendo meu crescimento e amadurecimento.

“Se chegássemos ao fim da linha, o espírito humano definharia e morreria. Mas não creio que um dia sossegaremos: aumentaremos em complexidade, se não em profundidade, e seremos sempre o centro de um horizonte de possibilidades em expansão”  
(*Stephen Hawking*)

## RESUMO

A infraestrutura urbana é composta por diversos subsistemas, os quais fornecem os instrumentos e meios necessários para que a população realize suas atividades. O subsistema viário é formado pelas vias de transporte, estruturas que permitem o deslocamento de pessoas e mercadorias e que também dão suporte a elementos de outros subsistemas. As vias estão diretamente ligadas às atividades desenvolvidas nas cidades, portanto, investimentos constantes são necessários para que elas se mantenham em um nível de serviço adequado. Com isso, o uso de ferramentas e dados para auxiliar a tomada de decisão são de grande utilidade, pois permite estabelecer a intervenção técnica e economicamente mais adequada para cada cenário. O presente trabalho buscou analisar a percepção dos usuários sobre os elementos que compõem o sistema viário urbano (pavimento, ciclovia/ciclofaixa, calçada e drenagem superficial) e, a partir disso, definir um método para avaliar a qualidade dos mesmos. A partir da revisão bibliográfica, três indicadores foram escolhidos para cada elemento, os quais foram usados no questionário e também no método de avaliação das vias. O questionário foi desenvolvido com o uso da técnica *Best-Worst Scalling*, onde os indicadores puderam ser classificados como “melhor”, “pior” ou “nenhum dos dois”. Para as ciclovias/ciclofaixas, calçadas e drenagem, o indicador “Conservação” foi o mais importante segundo os respondentes; para o pavimento, o mais importante foi “Buraco/Panela”. Na avaliação das vias, o pavimento foi o elemento com os melhores resultados em relação à condição atual, considerando seus três indicadores. Os outros três elementos tiveram resultados variados, com destaque para a calçada e drenagem, pois alguns de seus indicadores apresentaram diferentes classificações em cada uma das vias analisadas. A análise estatística das notas dos avaliadores mostrou que, apesar do registro de três casos com coeficientes de variação elevados, a maioria dos indicadores obteve resultados satisfatórios, mostrando que o método é de fácil compreensão e pode ser usado na avaliação das vias.

**Palavras-chave:** Vias urbanas. Infraestrutura urbana. Sistema de gerência.

## ABSTRACT

The urban infrastructure is composed by several subsystems, which provide the instruments and means necessary for the population to carry out its activities. The road subsystem is formed by transportation routes, structures that allow the movement of people and goods and also give support to elements of other subsystems. The roads are directly linked to the activities developed in cities, and because of that, constant investments are necessary to keep them at an adequate level of service. Thus, the use of tools and data to aid the decision making are very useful, since it allows to establish the technical and economically most appropriate intervention for each scenario. The present work sought to analyze the perception of the users about the elements that compose the urban road system (pavement, bicycle path, sidewalk and surface drainage) and, from this, define a method to evaluate their quality. From the bibliographic review, three indicators were chosen for each element, which were used in the questionnaire and also in the evaluation method of the urban roads. The questionnaire was developed using the Best-Worst Scaling technique, where the indicators could be classified as "best", "worst" or "neither". For the bicycle path, sidewalk and drainage, the "Conservation" indicator was the most important according to the respondents; for the pavement, "Pothole" was the most important indicator. In the evaluation of the roads, the pavement was the element with the best results according to the current condition, considering its three indicators. The other three elements had mixed results, especially the sidewalk and drainage, as some of their indicators presented different classifications in each of the routes analyzed. Statistical analysis of the scores showed that, despite three cases with high coefficients of variation, most of the indicators obtained satisfactory results, showing that the method is easy to understand and can be used to evaluate urban roads.

**Keywords:** Urban roads. Urban infrastructure. Management system.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação da infraestrutura urbana segundo o IBEU Municipal.....	15
Figura 2 - Corte transversal de uma via urbana.....	21
Figura 3 - Estrutura de um pavimento rígido (esquerda) e flexível (direita).....	22
Figura 4 - Estrutura de um pavimento semiflexível .....	22
Figura 5 - Modelo de calçada para o meio urbano .....	23
Figura 6 - Ciclovias uni e bidirecionais .....	24
Figura 7 - Elementos da microdrenagem.....	26
Figura 8 - Estrutura do sistema de gerência de pavimentos .....	28
Figura 9 - Elementos dos níveis de rede e de projeto do SGP.....	28
Figura 10 - Defeitos encontrados em pavimentos de concreto asfáltico .....	33
Figura 11 - Fluxograma do trabalho .....	45
Figura 12 - Exemplo de uma seção do questionário.....	48
Figura 13 - Localização das vias avaliadas no trabalho.....	50
Figura 14 - Identificação das amostras selecionadas em cada via.....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Subsistemas de infraestrutura urbana .....	19
Tabela 2 - Indicadores para a oferta de infraestrutura urbana .....	35
Tabela 3 - Fatores que influenciam o uso da bicicleta.....	35
Tabela 4 - Variáveis relacionadas ao uso de bicicletas.....	36
Tabela 5 - Oito princípios da calçada .....	39
Tabela 6 - Indicadores do Índice de Caminhabilidade .....	41
Tabela 7- Indicadores de Fragilidade para o sistema de drenagem .....	43
Tabela 8 - Indicadores para os elementos do sistema viário.....	46
Tabela 9 - Exemplos de respostas e a pontuação do Best-Worst Scalling .....	49
Tabela 10 - Relação entre os indicadores do pavimento e os modos de transporte.....	57
Tabela 11 - Outros elementos que influenciam na qualidade do pavimento .....	58
Tabela 12 - Relação entre os indicadores da ciclovia e os modos de transporte .....	60
Tabela 13 - Outros elementos que influenciam na qualidade da ciclovia .....	61
Tabela 14 - Relação entre os indicadores da calçada e os modos de transporte.....	62
Tabela 15 - Resultados dos usuários de carro que realizam ou não viagens a pé.....	63
Tabela 16 - Outros elementos que influenciam na qualidade da calçada .....	64
Tabela 17 - Relação entre os indicadores da drenagem e os modos de transporte .....	66
Tabela 18 - Outros elementos que influenciam na qualidade da drenagem .....	66
Tabela 19 - Análise estatística para as notas da Via 01 .....	69
Tabela 20 - Análise estatística para as notas da Via 02.....	70
Tabela 21 - Análise estatística para as notas da Via 03.....	71

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Tamanho da amostra .....	46
--------------------------------------	----

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Sexo dos respondentes .....	52
Gráfico 2 - Faixa etária dos respondentes.....	53
Gráfico 3 - Ocupação dos respondentes .....	54
Gráfico 4 - Modos de transporte utilizados pelos respondentes .....	54
Gráfico 5 - Porcentagem dos respondentes que realizam viagens utilitárias a pé .....	55
Gráfico 6 - Porcentagem do uso de bicicleta para viagens utilitárias ou lazer .....	56
Gráfico 7 - Resultados dos indicadores do elemento “Pavimento” .....	57
Gráfico 8 - Resultados dos indicadores do elemento “Ciclovía” .....	59
Gráfico 9 - Resultados dos indicadores do elemento “Calçada” .....	62
Gráfico 10 - Resultados dos indicadores do elemento “Drenagem” .....	65

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	14
1.2 OBJETIVOS .....	16
<b>1.2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>16</b>
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
2.1 INFRAESTRUTURA URBANA .....	18
<b>2.1.1 Subsistema viário/Subsistema de transporte.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.2 Subsistema de drenagem pluvial .....</b>	<b>25</b>
2.2 GERÊNCIA DA INFRAESTRUTURA URBANA.....	27
<b>2.2.1 Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.2 Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU) .....</b>	<b>29</b>
2.2.2.1 Avaliação do pavimento .....	30
2.2.2.2 Avaliação de ciclovias .....	34
2.2.2.3 Avaliação de calçadas .....	37
2.2.2.4 Avaliação da drenagem.....	41
2.3 MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA E TÉCNICA BEST-WORST SCALLING .	43
<b>3 MÉTODO DE TRABALHO .....</b>	<b>45</b>
3.1 QUESTIONÁRIO.....	45
<b>3.1.1 Definição dos elementos para avaliação.....</b>	<b>45</b>
<b>3.1.2 Definição do tamanho da amostra .....</b>	<b>46</b>
<b>3.1.3 Desenvolvimento do questionário .....</b>	<b>47</b>
<b>3.1.4 Aplicação do questionário .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1.5 Organização dos dados .....</b>	<b>48</b>
3.2 AVALIAÇÃO DAS VIAS.....	49
<b>3.2.1 Definição da escala para avaliação dos elementos .....</b>	<b>49</b>

3.2.2	Definição da amostra .....	49
3.2.3	Levantamento e análise dos dados.....	50
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	51
4.1	QUESTIONÁRIO.....	51
4.1.1	Definição do tamanho da amostra.....	51
4.1.2	Definição dos elementos para avaliação.....	51
4.1.3	Desenvolvimento do questionário .....	51
4.1.4	Aplicação do questionário .....	52
4.1.5	Perfil dos respondentes .....	52
4.1.6	Análise dos indicadores pela técnica <i>Best-Worst Scalling</i> .....	56
4.1.6.1	Pavimento .....	57
4.1.6.2	Ciclovias.....	59
4.1.6.3	Calçada .....	61
4.1.6.4	Drenagem.....	64
4.2	AVALIAÇÃO DAS VIAS.....	67
4.2.1	Definição da escala para avaliação dos elementos .....	67
4.2.2	Definição da amostra .....	67
4.2.3	Levantamento e análise dos dados.....	68
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75
	APÊNDICES .....	80

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 JUSTIFICATIVA

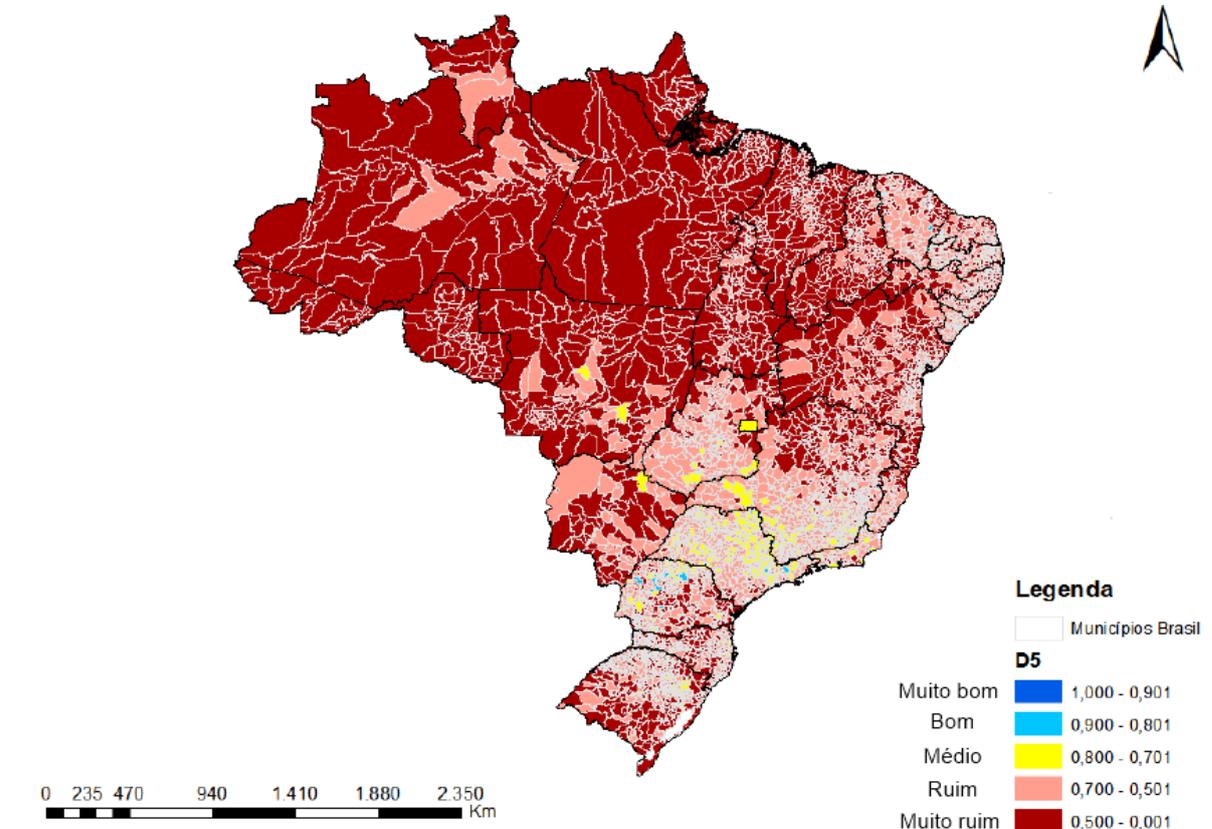
As cidades são ambientes de organização complexa, constituídas por um conjunto de sistemas, e seu desempenho é diretamente influenciado pelas características e condições dos elementos existentes nesses sistemas. A estrutura de uma cidade, além de determinar a sua organização espacial, atua também sobre os indivíduos que nela habitam, pois tem o poder de influenciar a sensação de segurança, o desenvolvimento e o comportamento da população local (VARGAS *et al.*, 2016).

Nas últimas décadas, destaca-se o acelerado desenvolvimento dos grandes centros urbanos, o que ocasionou diversas transformações em seu ambiente. Com isso, a infraestrutura assumiu um papel de grande importância sobre a qualidade de vida e o desenvolvimento de atividades nas cidades.

No Brasil, é perceptível o crescimento dos problemas associados à infraestrutura urbana, onde a falta de investimentos em manutenção e ampliação dos sistemas torna-os obsoletos, de modo que esses não conseguem acompanhar as demandas e necessidades das “novas cidades”. Um reflexo disso é a avaliação feita pelo Índice de Bem-Estar Urbano dos Municípios Brasileiros (IBEU Municipal), onde a dimensão urbana do bem-estar usufruído pelos cidadãos brasileiros é analisada a partir de cinco dimensões: Mobilidade Urbana, Condições Ambientais Urbanas, Condições Habitacionais Urbanas, Atendimento de Serviços Coletivos Urbanos e Infraestrutura Urbana (Observatório das Metrôpoles, 2018).

O relatório de 2018 do IBEU Municipal mostrou que a Infraestrutura Urbana (avaliada a partir de sete indicadores: iluminação pública, pavimentação, calçada, meio-fio/guia, bueiro ou boca de lobo, rampa para cadeirantes e logradouros) representa a pior situação entre todas as dimensões avaliadas, pois 91,5% dos 5.565 municípios do país apresentaram níveis ruins e muito ruins de bem-estar urbano. A Figura 1 apresenta o mapa com os municípios e suas respectivas classificações quanto à dimensão Infraestrutura Urbana.

**Figura 1 - Classificação da infraestrutura urbana segundo o IBEU Municipal**



**Fonte:** Adaptado de INCT (2018).

Como visto na avaliação do IBEU Municipal, a infraestrutura urbana é composta por um grande conjunto de elementos. Entre estes elementos, tem-se o sistema de vias urbanas, sendo este um dos que mais influenciam na organização da cidade e na qualidade transmitida pelo ambiente urbano. O sistema viário comporta as estruturas utilizadas para o deslocamento de pessoas e mercadorias, além dos equipamentos da drenagem superficial. Assim, está diretamente associado a diversas atividades desenvolvidas nas cidades, e investimentos constantes são necessários para que as vias sempre se encontrem em um nível de serviço adequado.

Para manter a qualidade do sistema de vias, a utilização de ferramentas e dados para auxiliar a tomada de decisão são instrumentos de grande utilidade, pois permitem estabelecer a intervenção técnica e economicamente mais adequada para cada cenário (MEDEIROS *et al*, 2018a). Com isso, o Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU) surge como um instrumento que objetiva a criação de um banco de dados dos pavimentos de vias urbanas, que será a base para analisar alternativas e justificar os custos de manutenção e reabilitação. Entretanto, além de avaliar a parte destinada ao transporte de veículos, é preciso analisar os

demais componentes das vias, de modo a atingir a gerência de todo o sistema viário. A partir disso, apresenta-se o Sistema de Gerência do Sistema Viário, englobando a análise das vias para veículos motorizados, ciclovias, calçadas e elementos de drenagem superficial.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho é analisar a percepção dos usuários sobre indicadores relativos ao sistema viário urbano e, a partir disso, definir um método para avaliar a qualidade de pavimentos, ciclovias e ciclofaixas, calçadas e equipamentos de drenagem.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar os indicadores a serem utilizados na avaliação dos elementos das vias;
- Elaborar um questionário para identificar a importância dos indicadores segundo os usuários das vias;
- Definir o método e os parâmetros para a avaliação dos indicadores.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em 5 capítulos. O primeiro contém a introdução ao tema, apresentando a importância e a justificativa para sua escolha, além da definição dos objetivos da pesquisa.

No segundo capítulo, tem-se a fundamentação teórica do trabalho, abordando a infraestrutura urbana, sua importância para as cidades e os subsistemas que a compõem. Em seguida, define-se o sistema de gerência da infraestrutura, com foco no gerenciamento das vias urbanas, onde métodos e parâmetros para a avaliação de pavimentos, ciclovias e ciclofaixas, calçadas e drenagem são apresentados. Ainda, a técnica *Best-Worst Scalling* é apresentada, mostrando seus casos, os requisitos para seu uso e sua utilidade para pesquisas que abordam a opinião de pessoas.

O terceiro capítulo mostra o método do trabalho, dividido em duas partes, apresentando as etapas para o desenvolvimento do questionário e do método de avaliação das vias urbanas.

No Capítulo 4, os resultados do questionário e da avaliação das vias de João Pessoa são apresentados, bem como as análises e conclusões sobre os resultados obtidos.

O quinto e último capítulo contém as considerações finais sobre o trabalho, com observações sobre os resultados e sugestões para pesquisas futuras.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 INFRAESTRUTURA URBANA

A configuração da forma urbana e seus elementos refletem diretamente na qualidade e no desenvolvimento das cidades. Essa forma está relacionada às características das áreas construídas e à geometria das cidades, sendo definida por densidades, usos de terra e infraestrutura de transportes (PRASTACOS e LAGARIAS, 2018). Somados a esses elementos, existem outros que também definem a organização urbana, além de fornecerem os instrumentos e meios necessários para que a população realize suas atividades. Tais elementos são agrupados de acordo com suas funções, sendo seu conjunto total definido como infraestrutura urbana.

Freire (2017) define a infraestrutura urbana como um conjunto de sistemas sociotécnicos que, incorporados ao meio urbano, oferecem serviços fundamentais para o seu funcionamento, como energia, água, comunicações e transporte. Segundo o autor, os sistemas sociotécnicos são os grupos dos diferentes elementos presentes no espaço urbano, os quais interagem entre si e formam um todo, incluindo componentes sociais (como instituições e valores culturais) e técnicos (como redes de transmissão de energia).

Zmitrowicz e Angelis Neto (1997) apresentam um conceito mais amplo para a infraestrutura urbana, sendo esta o conjunto de sistemas técnicos de equipamentos e serviços que atuam diretamente no desenvolvimento das funções urbanas. Tais funções são vistas sob três aspectos: social, econômico e institucional. No aspecto social, a infraestrutura urbana tem por objetivo promover condições adequadas de moradia, trabalho, saúde, educação, lazer e segurança. No aspecto econômico, ela deve assegurar o desenvolvimento das atividades de produção e comercialização de bens e serviços. Já sob o aspecto institucional, ela visa oferecer os meios necessários ao desenvolvimento das atividades político-administrativas, como a gerência da própria cidade.

Devido ao elevado número de elementos que a compõem, a infraestrutura pode ser dividida em subsistemas de acordo com a função exercida, auxiliando assim a organização e o gerenciamento do sistema como um todo. A Tabela 1 apresenta a classificação dos subsistemas da infraestrutura urbana propostos por Zmitrowicz e Angelis Neto (1997) e Freire (2017).

**Tabela 1 - Subsistemas de infraestrutura urbana**

Subsistemas de infraestrutura urbana segundo:										
Zmitrowicz e Angelis Neto (1997)					Freire (2017)					
Viário	Drenagem Pluvial	Abastecimento de Água	Esgoto Sanitário	Energético	Comunicações	Transportes/ Viário	Água e Águas Residuais	Energia	Resíduos	Informação e Comunicação
Permitir a circulação de pessoas, de acordo com o tipo do espaço urbano.	Escoar a água proveniente das chuvas, evitando inundações.	Fornecimento de água potável à população.	Coleta e tratamento da água utilizada pela população.	Fornecimento de energia elétrica e de gás canalizado.	Transmitir e receber sinais da rede telefônica e de televisão a cabo.	Permitir o deslocamento de pessoas e mercadorias e o acesso aos serviços essenciais.	Abastecimento de água potável e coleta e tratamento de águas residuais (incluindo águas pluviais)	Abastecimento de energia.	Coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos produzidos no meio urbano.	Acesso aos serviços de telefonia e internet.

**Fonte:** AUTORA (2019).

Ainda que cada subsistema possua diferentes funções e dimensões no espaço urbano, todos impactam diretamente sobre a sociedade. Assim, pode-se dizer que o modelo de cidade ideal seria caracterizado por dois aspectos: o atendimento e a qualidade igualitários dos subsistemas, a todos os habitantes, em qualquer local da cidade.

### 2.1.1 Subsistema viário/Subsistema de transporte

O subsistema viário é o responsável por fornecer os meios necessários para o deslocamento de pessoas e mercadorias no ambiente urbano. É comum associar esse subsistema apenas aos elementos físicos de transporte (como vias e viadutos), mas Freire (2017) afirma que seu funcionamento não depende apenas desses elementos, mas também de políticas públicas e dos modos de transporte. Com isso, o autor sugere o uso do termo “subsistema de transporte”, englobando os elementos de mobilidade, os serviços e os modos de transporte.

Por permitirem a conexão entre diferentes áreas e atividades, além de atuar diretamente na expansão do meio urbano, o sistema de vias urbanas é um item fundamental para as cidades. A conectividade promovida pelas vias atua sobre a acessibilidade, sendo esta a habilidade de alcançar os destinos desejados com o mínimo custo, o menor impacto ambiental e a melhor conveniência para o viajante. Além disso, a forma urbana e a conectividade definem a mobilidade, que é o movimento de pessoas em áreas urbanas, expressa por meio de indicadores (PRASTACOS e LAGARIAS, 2018).

Devido a esses importantes papéis desempenhados pelas vias, tais elementos ocupam uma considerável parte do ambiente urbano. Geralmente, 15% a 20% da área total de uma cidade é ocupada pelas vias de transporte, sendo esse percentual ainda maior nos grandes

centros urbanos, onde as vias chegam a ocupar até mais de 40% da área total desses centros (MAROVIC *et al.*, 2018).

Além de ser essencial para os deslocamentos nas cidades, o subsistema viário também se inter-relaciona com os demais subsistemas, o que o torna um dos agentes de maior importância no meio urbano. Por exemplo, elementos do subsistema de drenagem são colocados nas vias, para permitir o movimento de pessoas e veículos sob quaisquer condições do clima; nos passeios, equipamentos dos subsistemas de energia e comunicação são instalados (FREIRE, 2017). Ainda, sob as vias estão as redes de canalizações de diferentes sistemas (como distribuição de água e coleta de esgoto), que exigem a instalação de elementos para se ter comunicação entre o subterrâneo e a superfície (MASCARÓ, 2003).

Um ponto que merece destaque é relação entre as vias urbanas e a drenagem, pois como citado anteriormente, o sistema de drenagem é fundamental para minimizar os efeitos dos eventos de precipitação e, assim, também contribui para a manutenção da qualidade das vias. Ainda, alguns elementos do sistema de drenagem têm como suporte as próprias vias, pois são alocados em suas extremidades. Com isso, percebe-se a essencial conexão entre os subsistemas viário e de drenagem pluvial.

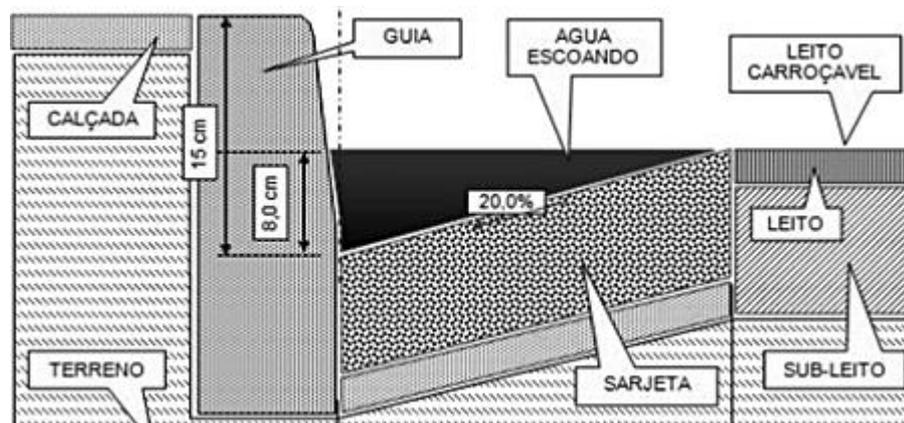
Devido à importância que possuem sobre o funcionamento das cidades, os subsistemas viário e de drenagem pluvial são um dos primeiros elementos de infraestrutura a surgirem nas mesmas, com a função de garantir os deslocamentos com a maior eficiência em termos de tempo, custo e consumo de energia (FREIRE, 2017). Por outro lado, estes dois subsistemas, uma vez implantados, são os que mais dificuldades apresentam em relação a ampliações e modificações. Além do investimento econômico necessário, há também a interferência no ambiente urbano, pois para qualquer alteração feita, seus efeitos são percebidos imediatamente pela população (ZMITROWICZ e ANGELIS NETO, 1997).

Como visto anteriormente, as vias urbanas são elementos essenciais para o trânsito de pessoas nas cidades. Elas devem fornecer os meios para o deslocamento de veículos, automotores ou não, além dos indivíduos que transitam a pé. Assim, as vias são compostas por partes que desempenham diferentes funções, que são (ZMITROWICZ e ANGELIS NETO, 1997; FREIRE, 2017).

- a) Leito carroçável: Espaço disponível para o trânsito de veículos e a drenagem de águas pluviais;
- b) Passeios: Espaço disponível para o trânsito de pedestres, adjacente ou não ao leito carroçável.

A Figura 2 apresenta o corte transversal de uma via urbana, evidenciando seus elementos constituintes.

Figura 2 - Corte transversal de uma via urbana



Fonte: WATANABE (2018).

O leito carroçável é a parte da via que comporta o pavimento e alguns elementos de drenagem, como sarjeta, meio-fio e boca-de-lobo. O pavimento, estrutura projetada para o tráfego dos veículos motorizados, deve atender a algumas exigências quando presente em vias urbanas, como (MASCARÓ, 2003):

- Alta resistência a cargas verticais e horizontais e ao desgaste;
- Impermeabilidade, evitando a deterioração precoce da base;
- Facilidade de conservação;
- Baixa resistência ao rolamento dos veículos, reduzindo o consumo de combustível;
- Alto coeficiente de atrito, permitindo boa frenagem sob quaisquer condições climáticas;
- Baixa sonoridade, para não agravar o ruído urbano;
- Cor adequada, permitindo boa visibilidade em qualquer horário.

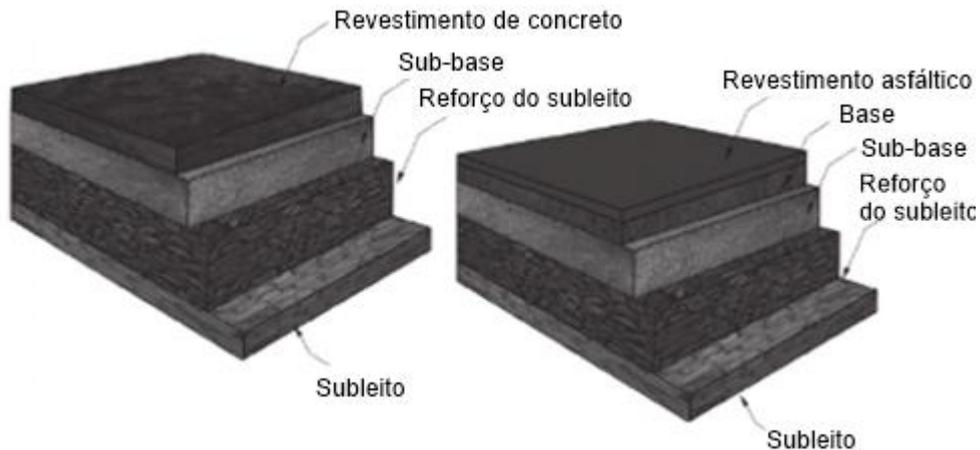
Os tipos de pavimentos comumente utilizados em vias urbanas são os seguintes (BERNUCCI *et al.*, 2006; MASCARÓ, 2003):

- a) Pavimento rígido ou de concreto cimento: revestimento constituído por uma placa de concreto de cimento Portland;
- b) Pavimento flexível ou asfáltico: revestimento composto por uma mistura entre agregados e ligantes asfálticos;

- c) Pavimento semi-flexível com blocos de concreto ou paralelepípedo: revestimento composto por blocos com ou sem articulação entre os mesmos.

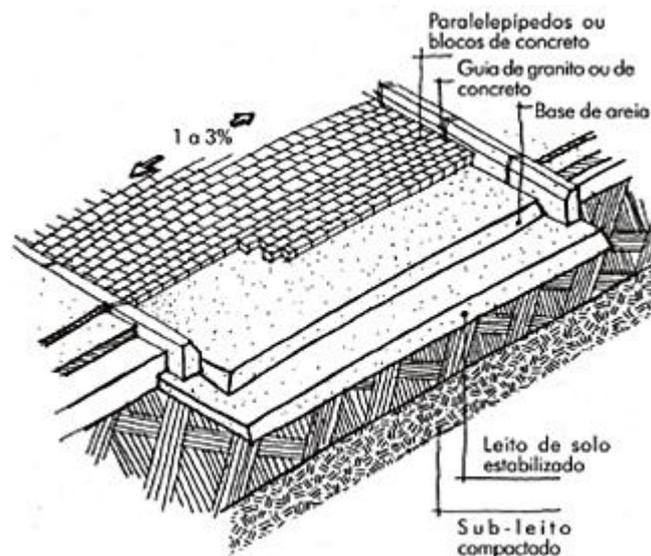
As Figuras 3 e 4 mostram a estrutura de cada um desses tipos de pavimentos.

**Figura 3 - Estrutura de um pavimento rígido (esquerda) e flexível (direita)**



Fonte: FREIRE (2017).

**Figura 4 - Estrutura de um pavimento semiflexível**



Fonte: MASCARÓ (2003).

O passeio público é o lugar destinado ao trânsito de pedestres, com a função de proporcionar maior conforto, acessibilidade e proteção em meio à malha viária. Também pode ser designado por “calçada”, a depender da existência ou não de separação entre a circulação motora e a de pedestres. Em relação a isso, o Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997) classifica os termos “calçada” e “passeio público” como:

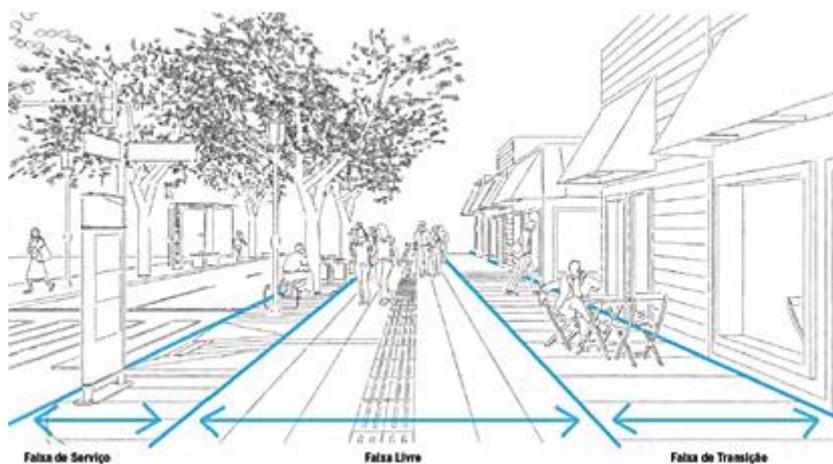
- a) Calçada: parte da via normalmente segregada e em nível diferente, não destinada a circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, implantação de mobiliário urbano, vegetação e outros;
- b) Passeio público: parte da calçada ou da pista de rolamento separada por pintura ou elemento físico separador, livre de interferências, destinada à circulação exclusiva de pedestres e, excepcionalmente, de ciclistas.

Além de permitir o trânsito de pessoas, a calçada também abriga outros elementos do meio urbano, como árvores, sinalização, postes de energia e iluminação, mobiliário urbano, entre outros. Para que não ocorra conflitos entre esses itens e os pedestres, a calçada deve ser constituída, preferencialmente, por três faixas (WRI BRASIL, 2017):

- a) Faixa livre: área para circulação de pedestre, sem qualquer interferência;
- b) Faixa de serviço: área para instalação do mobiliário urbano, como canteiros, árvores, sinalização, entre outros;
- c) Faixa de transição: área para facilitar o acesso às edificações e para acomodar o mobiliário de estabelecimentos comerciais.

A Figura 5 apresenta um modelo de calçada com as três faixas. Percebe-se que esse modelo proporciona uma melhor organização do espaço urbano e um trânsito de pedestres totalmente livre.

**Figura 5 - Modelo de calçada para o meio urbano**



**Fonte:** WRI BRASIL (2017).

Diversos tipos de materiais podem ser utilizados nas calçadas e nos passeios. Entretanto, a escolha deve ser feita com base não apenas nos aspectos estéticos, mas também nos técnicos, como resistência, durabilidade, necessidade de manutenção e conforto de rolamento (FREIRE, 2017). Também é importante analisar o ambiente no qual está a calçada está inserida,

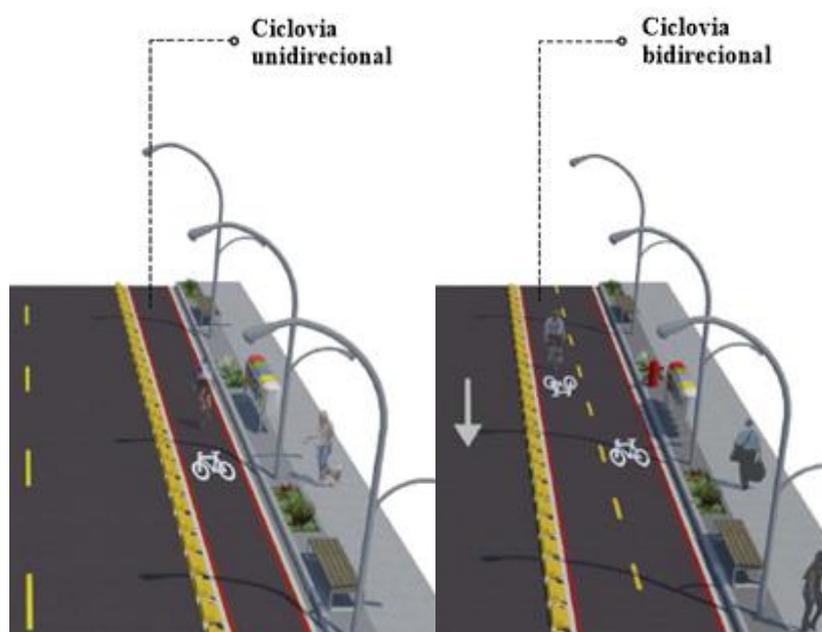
considerando sua função, o fluxo de pessoas, a topografia do local, o tipo de subsolo, entre outros (WRI BRASIL, 2017).

Embora a forma mais comum das vias urbanas seja a composição entre leito carroçável e passeio público, ainda existe um terceiro elemento que pode ser incluído nas vias: as ciclovias e ciclofaixas. De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997), as ciclovias são pistas exclusivas para a circulação de ciclos, com separação física entre essas e as faixas de tráfego comum; ciclofaixas são partes da pista de rolamento para a circulação exclusiva de ciclos, delimitadas por sinalização específica.

A escolha entre a implantação de uma ciclovia ou de uma ciclofaixa é feita ao analisar a velocidade e o fluxo de veículos na via. A ciclovia é recomendada para vias com maiores velocidades e/ou grande volume de tráfego, enquanto a ciclofaixa se enquadra melhor em vias com menores velocidades e/ou menor volume de tráfego, como vias locais (BRASIL, 2017; MASCARÓ, 2003).

Nas ciclovias e ciclofaixas, a circulação de ciclistas pode ocorrer em uma ou nas duas direções. Ainda assim, o modelo unidirecional é preferível, pois proporciona maior segurança e conforto aos ciclistas (MASCARÓ, 2003). As larguras mínimas para os modelos unidirecional e bidirecional são de 2,00 m e 2,50 m, respectivamente, sem considerar o espaço para os elementos de segregação (tachões, canteiros ou pintura) e para a sarjeta (GEIPOT, 2001). A Figura 6 apresenta modelos de ciclovias e ciclofaixas uni e bidirecionais.

**Figura 6 - Ciclovias uni e bidirecionais**



**Fonte:** BRASIL (2017).

### 2.1.2 Subsistema de drenagem pluvial

A Lei Federal de Saneamento Básico (Lei nº 14.445 de 5 de janeiro de 2007, atualizada pela Medida Provisória nº 868 de 2018) define que, dentre os serviços de saneamento básico, a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas são:

(...) constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes (BRASIL, 2007).

Portanto, o subsistema de drenagem urbana tem por função coletar e transportar águas provenientes das chuvas para locais mais baixos, promovendo assim a continuidade do trânsito de pessoas e veículos, a proteção das edificações e o controle de inundações. Este subsistema é caracterizado por ser uma estrutura complexa, formada por diversos dispositivos hidráulicos localizados no nível do solo e no subterrâneo. Os elementos responsáveis pela coleta das águas pluviais e pelo seu afastamento da superfície constituem o sistema de microdrenagem, sendo estes (FREIRE, 2017):

#### 1) Elementos de coleta:

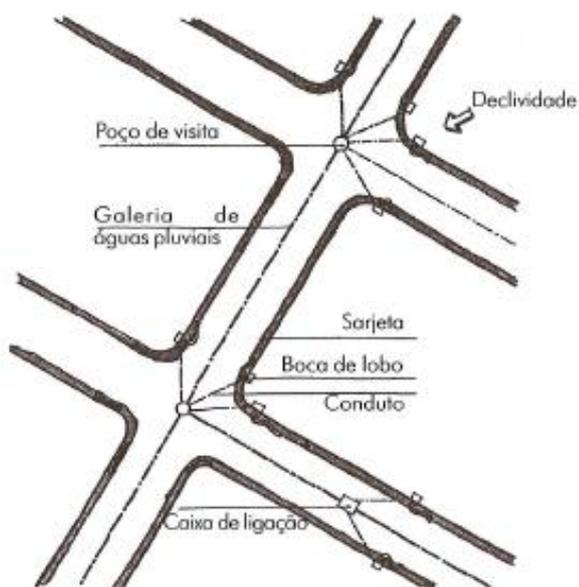
- a) Guia ou meio-fio: Elemento de separação entre o leito carroçável e o passeio. É disposto paralelamente ao eixo da rua, construído em pedra ou concreto pré-moldado, e forma um conjunto com as sarjetas (MASCARÓ, 2003);
- b) Sarjeta: Depressão com seção triangular, paralela ao leito carroçável e que coleta as águas sobre a via, encaminhando-as até as bocas-de-lobo. Geralmente é construída em concreto (moldado *in loco* ou pré-moldado);
- c) Sarjetão: Depressão com seção triangular, colocado em cruzamentos de vias ou nas cotas mais baixas, de modo a conectar as sarjetas e encaminhar as águas até as bocas-de-lobo. Também é construído em concreto;
- d) Boca-de-lobo: Caixas colocadas ao longo das sarjetas para coletar as águas e conduzem-nas até as galerias. Existem três tipos, de acordo com a forma de captação de água: lateral, vertical e combinada (vertical e lateral) (MASCARÓ, 2003).

#### 2) Elementos de afastamento:

- a) Galeria de água pluvial: Canalizações que transportam as águas até o destino final, sendo composta por condutos de ligação, poços de visita e caixas de ligação;
- b) Tubo de ligação: Conduto que capta as águas nas bocas de lobo e leva-as até as galerias pluviais;
- c) Poço de visita: Elemento que permite o acesso de pessoas e equipamentos, para inspeção e manutenção dos elementos subterrâneos;
- d) Caixa de ligação: Caixa que conecta os tubos de ligação das bocas-de-lobo à galeria principal, ou ainda conecta e reúne os condutos de ligação em um único.

A Figura 7 mostra um esquema dos elementos da microdrenagem e sua localização em relação à via.

**Figura 7 - Elementos da microdrenagem**



**Fonte:** MASCARÓ (2003).

Embora os elementos desse subsistema geralmente passem despercebidos no ambiente urbano, a drenagem é de extrema importância para o processo de urbanização e desenvolvimento das cidades. Quando o ambiente urbano se expande, áreas que antes eram permeáveis tornam-se impermeáveis, ocasionando um maior acúmulo de água na superfície durante eventos de chuva. Com isso, surgem as enchentes, que podem causar prejuízos sociais e econômicos de grandes dimensões, além de provocar grande desordem no meio urbano. Assim, um bom planejamento e manutenção desse subsistema é essencial nas cidades modernas.

## 2.2 GERÊNCIA DA INFRAESTRUTURA URBANA

A avaliação e o gerenciamento da infraestrutura urbana são processos complexos, devido à inter-relação existente entre os subsistemas. O planejamento e a coordenação das atividades de manutenção e reabilitação são de extrema importância, para que os serviços executados em um subsistema não afetem de forma negativa os demais. A partir disso, o desenvolvimento de uma estratégia de gestão é necessário, de modo que a infraestrutura acompanhe a evolução e o crescimento das cidades sem que haja diminuição em sua qualidade.

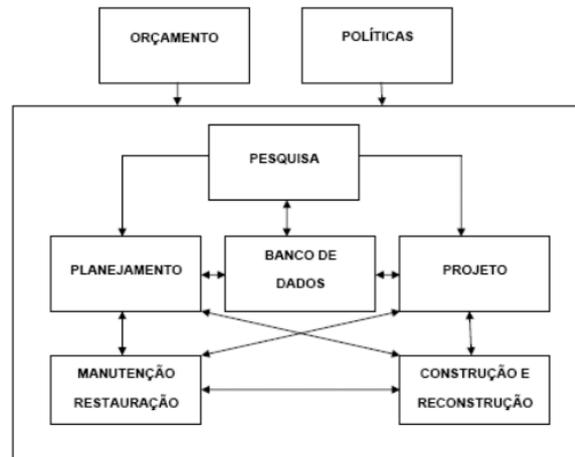
### 2.2.1 Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP)

Conforme apresentado em tópicos anteriores, as vias urbanas se mostram como um dos principais sistemas da cidade. Assim, qualquer mudança na qualidade de seus elementos é facilmente percebida pelos usuários, percepção essa que impulsionou o desenvolvimento de ferramentas para auxiliar nas decisões a serem tomadas. Uma dessas ferramentas é o Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), concepção que surgiu com o intuito de formar diretrizes para o dimensionamento dos pavimentos e sua gestão (ALBUQUERQUE, 2017).

O SGP é composto por atividades de planejamento, projeto, construção e manutenção de pavimentos, as quais devem interagir mutualmente (DNIT, 2011). O objetivo desse sistema é a criação de um programa de construção e manutenção de pavimentos, para que se obtenha o maior retorno possível em relação aos recursos disponíveis (HAAS *et al.*, 1994). Portanto, o SGP busca criar um banco de dados sobre os pavimentos, permitindo a análise e definição da intervenção técnica e economicamente mais adequada, para que se alcance um bom nível de serviço em toda a rede.

O banco de dados é um dos principais elementos do SGP, pois é a base e a fonte de informações para todas as partes do sistema. Com isso, o banco de dados precisa ser confiável, bem estruturado e abrangente, de modo a fornecer todos os itens necessários para análises e decisões, em relação aos recursos destinados às atividades de manutenção e reabilitação (SILVA, 2018). A Figura 8 apresenta a estrutura do sistema de gerência de pavimentos, evidenciando a posição central que o banco de dados ocupa.

**Figura 8 - Estrutura do sistema de gerência de pavimentos**



**Fonte:** DNIT (2011).

O SGP possui dois níveis operacionais, sendo estes: nível de rede e nível de projeto. O nível de rede indica os trechos que devem receber investimentos para sua manutenção, de modo que recursos investidos em um certo período tenham o melhor retorno econômico; o nível de projeto é voltado às atividades de projeto e execução de obras em um trecho específico, com orçamentos e programas de curto prazo (DNIT, 2011). Assim, a diferença entre os dois níveis está na abrangência em relação à rede viária: no nível de rede, tem-se a aquisição e o processamento de dados sobre toda a malha viária; no nível de projeto, realiza-se a concepção, construção e manutenção de uma seção específica do pavimento (ALBUQUERQUE, 2017).

Embora tenham atividades e prioridades distintas, esses níveis são interdependentes entre si, pois é a partir do estudo em nível de rede que os trechos prioritários são identificados e repassados para os estudos específicos realizados no nível de projeto (SILVA, 2018). A Figura 9 mostra os elementos que constituem os níveis de rede e projeto no SGP.

**Figura 9 - Elementos dos níveis de rede e de projeto do SGP**



**Fonte:** HAAS et al. (1994) *apud* SILVA (2018).

### 2.2.2 Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU)

A partir do conceito geral do SGP, relacionado à gerência de pavimentos rodoviários, foi desenvolvida uma ferramenta semelhante para os pavimentos urbanos. O Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU) tem como objetivo a criação de um banco de dados sobre as vias urbanas, para planejamento das ações de manutenção e reabilitação, tendo em vista a análise das soluções com base nos recursos disponíveis. Geralmente, o SGPU é comandado pela Secretaria de Infraestrutura da cidade, que por vezes utiliza métodos próprios para avaliar os pavimentos e indicar os trechos prioritários para intervenção; tais métodos podem ser incorretos em relação às boas técnicas de gerência, já que existem ferramentas específicas para auxiliar a tomada de decisão dentro do sistema (ALBUQUERQUE *et al.*, 2017).

O planejamento feito a partir do SGPU tem no prolongamento da vida útil dos pavimentos urbanos a sua principal meta, de forma a proporcionar maior conforto e segurança aos usuários. Isso é possível porque o sistema fornece dados que permitem (ALBUQUERQUE *et al.*, 2018):

- a) Identificar as condições de serventia do pavimento;
- b) Analisar as condições atuais e prever as condições futuras do desempenho da malha viária;
- c) Planejar eventuais reabilitações necessárias;
- d) Melhorar a tecnologia de projeto, construção e manutenção dos pavimentos, a partir da determinação das causas de deterioração e do acompanhamento da vida útil do pavimento;
- e) Desenvolver programas de prioridades e cronogramas de trabalho para toda a rede viária.
- f) Embora as atividades e os objetivos dos sistemas de gerência de pavimentos urbanos e rodoviários se assemelhem, a malha viária urbana possui elementos específicos que devem ser considerados. Algumas especificidades da rede urbana em relação à rodoviária são (DANIELESKI, 2004; ALBUQUERQUE, 2017):
- g) Grande número de interseções, locais onde as velocidades são menores e onde ocorrem frenagens com maior frequência;

- h) Presença de redes subterrâneas de infraestrutura (sanitárias, energéticas e de comunicação), de modo que a realização de serviços de manutenção e ampliação dessas ocasionam intervenções nos pavimentos. Ainda, há a necessidade de instalação de tampas de inspeção na superfície, as quais provocam desníveis e caracterizam interferências nas obras de execução e manutenção dos pavimentos;
- i) Áreas de segregação do tráfego, como as faixas exclusivas para ônibus.
- j) Considerável percentual de pavimentos revestidos com calçamentos, ocasionando situações estranhas como diferentes revestimento e estrutura em um mesmo trecho;
- k) Presença de árvores e outras vegetações nas bordas do pavimento, as quais podem interferir na estrutura do pavimento por conta de suas raízes;
- l) Alta interferência do trânsito de pedestres, exigindo maior atenção à sinalização horizontal e aos locais destinados ao seu deslocamento;
- m) Necessidade do pleno funcionamento do sistema de microdrenagem junto à rede de pavimentos, devido ao fato de que o acúmulo de água sobre o pavimento é o principal desencadeador de sua deterioração.

Além dos itens relacionados ao próprio pavimento, destaca-se a relação entre as vias e o trânsito de pedestres, bem como a importância da drenagem para o pavimento. Com isso, a adição destes dois fatores ao SGPU possibilita a gerência do sistema viário em sua totalidade. A análise dos pavimentos das vias (incluindo eventuais ciclovias e cicloviarias), das calçadas e da drenagem oferece um panorama das características individuais e do sistema como um todo, permitindo compreender sua influência na infraestrutura da cidade.

#### 2.2.2.1 Avaliação do pavimento

Os problemas gerados pelas imperfeições no pavimento são refletidos nos custos operacionais dos veículos, como no maior consumo de combustível e no desgaste acelerado das peças dos veículos, provocando o aumento dos gastos com manutenção e pneus (SILVA *et al.*, 2018). Tais efeitos mostram que a condição do pavimento afeta diretamente na qualidade do transporte e, devido a isso, sua avaliação é uma das principais etapas na implementação do sistema de gerência. O levantamento dos pavimentos agrega informações periodicamente ao

banco de dados, fornecendo os parâmetros necessários ao desenvolvimento e à análise das alternativas; logo, atua como o ponto de partida para a tomada de decisão.

Há dois tipos de avaliação: funcional e estrutural. Essas avaliações agregam quatro elementos principais do pavimento – conforto de rodagem, capacidade de suporte às solicitações do tráfego, segurança (aderência pneu-pavimento e resistência à derrapagem) e conforto (visual e de ruídos do tráfego) – e, com os dados obtidos, é possível diagnosticar o pavimento, estimar sua vida útil restante e determinar as estratégias de intervenção (SILVA, 2018).

A avaliação funcional foca na apreciação do estado da superfície do pavimento, onde a análise dos problemas superficiais funciona como base para a caracterização do desempenho do pavimento (LUZ e TRICHÊS, 2016). A avaliação da condição do pavimento pode auxiliar na análise de alternativas e na tomada de decisão quanto às atividades de manutenção e reabilitação, podendo ser realizada de forma subjetiva (serventia) ou objetiva (levantamento de defeitos) (ALBUQUERQUE *et al.*, 2018).

A avaliação subjetiva consiste na análise da superfície do pavimento por um grupo de especialistas, buscando relacionar o estado da superfície à qualidade e ao conforto de rodagem. O primeiro método desenvolvido para a avaliação subjetiva de pavimentos foi concebido por Carey e Irick, em 1960, para as pistas experimentais da AASHO (*American Association of State Highway Officials*). A metodologia consistia na avaliação e atribuição de notas entre 0 (muito ruim) e 5 (muito bom), para diferentes seções dos pavimentos (ALBUQUERQUE, 2017).

Este estudo deu origem ao conceito da análise da serventia do pavimento, denominada de *Present Serviceability Ratio* (PSR), que corresponde ao Valor de Serventia Atual (VSA) determinado pelo DNIT. O Valor da Serventia Atual corresponde à média das notas dos avaliadores, compreendida em uma escala de 0 (péssimo) a 5 (excelente), para o conforto ao rolamento de um veículo em um determinado trecho, em um certo momento da vida do pavimento (DNIT, 2011). O VSA é utilizado na avaliação de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, sendo os procedimentos para sua determinação regidos pela norma DNIT 009/2003-PRO.

Por ser baseada em elementos subjetivos, como a percepção dos avaliadores e seu julgamento em relação aos defeitos presentes no pavimento, alguns cuidados devem ser tomados para que os resultados da análise subjetiva sejam aceitáveis. A norma DNIT 009/2003-PRO impõe diversas condições a serem atendidas antes e durante a avaliação, ligadas aos avaliadores, ao trecho do pavimento, às condições climáticas no dia da avaliação, entre outros

(DNIT, 2003a). Ainda assim, estudos mostram que o método subjetivo é eficiente e pode ser utilizado em sistemas de gerência.

Albuquerque *et al.* (2018) analisaram os resultados obtidos em avaliações subjetivas, utilizadas como parâmetro para elaboração de um índice de condição de pavimentos urbanos para a cidade de João Pessoa. Um grupo de cinco avaliadores treinados atribuíram notas a 30 seções de pavimentos, segundo a escala indicada por Carey e Irick e pela norma DNIT 009/2003-PRO. As análises mostraram que há correlação entre a média e as notas individuais dos avaliadores, além das avaliações terem apresentado baixas dispersões. Com estes resultados, os autores reiteram a importância de utilizar uma equipe tecnicamente capacitada, pois a avaliação subjetiva é uma das formas mais eficientes para analisar a condição superficial de suavidade e conforto do pavimento.

Enquanto a avaliação subjetiva é baseada na percepção dos avaliadores, a avaliação objetiva é fundamentada no levantamento de defeitos no pavimento, com os avaliadores se deslocando a pé ao longo do trecho ou em um veículo em movimento. Com a classificação e mensuração das imperfeições da superfície do pavimento, são obtidos dados mais precisos e também há maior detalhamento de sua condição, quando comparado ao levantamento visual realizado em avaliações subjetivas (MEDEIROS *et al.*, 2018b). O levantamento de defeitos tem como objetivos (FERNANDES, 2017):

- a) Identificar tipos, severidade e extensão dos defeitos na superfície;
- b) Estabelecer índices de condição dos pavimentos;
- c) Diagnosticar os problemas apresentados pelo pavimento, bem como os mecanismos responsáveis pela degradação;
- d) Determinar as necessidades atuais e futuras de manutenção, evitando maiores deteriorações no futuro;
- e) Auxiliar no dimensionamento do pavimento a ser restaurado;
- f) Estabelecer os trechos prioritários para aplicação de investimentos, quando se há restrição orçamentária;
- g) Elaborar curvas de previsão de deterioração;
- h) Estimar o tempo de vida útil restante do pavimento.

Assim como no método subjetivo, os avaliadores devem passar por treinamento antes de ir a campo e analisar o pavimento. Para a avaliação objetiva, existem manuais e normas que caracterizam as tipologias de defeitos, oferecendo informações que auxiliam os avaliadores na identificação e classificação das imperfeições encontradas no pavimento.

No Brasil, a norma DNIT 005/2003-TER estabelece a terminologia de defeitos para pavimentos flexíveis e semi-flexíveis, apresentando definição, codificação e imagens de cada tipo de defeito (DNIT, 2003b). Essa norma se aplica aos métodos de avaliação utilizados pelo Departamento, que são: Levantamento Visual Contínuo (LVC), Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE) – ambos regidos pela norma DNIT 008/2003-PRO – e Índice de Gravidade Global (IGG) – regido pela norma DNIT 006/2003-PRO. Embora sejam recomendados pelo DNIT, estes métodos apresentam limitações quando aplicados ao SGPU, pois foram desenvolvidos para a avaliação de pavimentos rodoviários. O IGG é o caso mais complexo entre eles, demandando ajustes no método da coleta de dados e calibração para as condições urbanas (ALBUQUERQUE, 2017).

Em termos globais, o manual da *Strategic Highway Research Program* (SHRP) é o mais importante e utilizado por diversas agências de controle de pavimentos. O DIM (*Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program*) foi criado em 1987, dentro do programa de análise de desempenho de pavimentos, atualmente comandado pela *Federal Highway Administration* (FHWA) (FHWA, 2014). O objetivo do manual é fornecer uma base consistente e uniforme para a coleta de dados sobre defeitos nos pavimentos. Nele estão contidos a descrição, severidade, ilustração e forma de medição dos defeitos encontrados em três tipos de pavimentos: concreto asfáltico, concreto de cimento Portland e concreto de cimento Portland continuamente reforçado. A Figura 10 mostra os tipos de defeitos que o manual atribui aos pavimentos flexíveis de concreto asfáltico.

**Figura 10 - Defeitos encontrados em pavimentos de concreto asfáltico**

<b>DEFEITOS EM PAVIMENTOS COM SUPERFÍCIE DE CONCRETO ASFÁLTICO</b>				
<b>TRINCAS</b>	<b>REMENDOS E PANELAS</b>	<b>DEFORMAÇÃO DA SUPERFÍCIE</b>	<b>DEFEITOS DA SUPERFÍCIE</b>	<b>DEFEITOS DIVERSOS</b>
Trinca por fadiga	Remendo/Deterioração do remendo	Deformação permanente	Desagregação superficial	Desnível pista-acostamento
Trinca em bloco				
Trinca nos bordos	Painelas (Buracos)	Corrugação	Exsudação	Exsudação de água e bombeamento
Trinca de reflexão em juntas				
Trinca transversal				
Trinca longitudinal				
Trinca longitudinal na trilha de roda	Trinca longitudinal fora da trilha de roda			

Fonte: AUTORA (2019).

### 2.2.2.2 Avaliação de ciclovias

O artigo 6º da Lei nº 12.587 de 2012 estabelece que a Política Nacional de Mobilidade Urbana é orientada, entre outras diretrizes, pela prioridade dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados, com o objetivo de reduzir as desigualdades, promover a inclusão social, o acesso a serviços básicos e aos equipamentos sociais, além de proporcionar melhoria nas condições urbanas da população em relação à acessibilidade e à mobilidade (BRASIL, 2012). Entretanto, o que se observa é o grande domínio dos veículos motorizados nos espaços urbanos, onde o status dado ao automóvel provoca a desvalorização dos transportes ativos, como a bicicleta (SILVEIRA e MAIA, 2015).

Essa desvalorização se deve a um conjunto de fatores, objetivos e subjetivos, que influenciam a decisão dos indivíduos em utilizar a bicicleta como meio de transporte. Os fatores objetivos envolvem os elementos físicos, como: características das vias para circulação dos ciclistas e para veículos motorizados, sinalização, integração com outros modos de transportes, iluminação, entre outros. Os fatores subjetivos envolvem os elementos psicológicos e pessoais, como gênero, idade, segurança percebida, distância e tempo de viagem e atratividade do ambiente urbano.

Os fatores objetivos estão diretamente relacionados à infraestrutura cicloviária, pois englobam os elementos que fazem parte das ciclovias e ciclofaixas, além dos elementos que estão ligados a elas. Desse modo, a avaliação desses fatores pode oferecer dados para a melhoria das rotas usadas pelos ciclistas. Fonseca *et al.* (2018) apresenta uma série de indicadores para avaliar a oferta da infraestrutura cicloviária, divididos em três domínios (Segurança, Geometria e Facilidades). A Tabela 2 apresenta os indicadores utilizados.

Enquanto a avaliação dos fatores objetivos busca caracterizar a infraestrutura, a análise dos fatores subjetivos busca entender os fatores humanos e ambientais que podem incentivar o transporte por meio de bicicletas. Ao realizar uma revisão bibliométrica sobre trabalhos que abordam elementos que influenciam o uso de bicicleta, Romano *et al.* (2018) encontraram 12 artigos relevantes sobre o tema, de onde foram retirados 66 indicadores. A Tabela 3 mostra os indicadores que apareceram em 50% ou mais dos artigos analisados, sendo os seis destacados pertencentes à categoria dos fatores subjetivos.

Tabela 2 - Indicadores para a oferta de infraestrutura urbana

<b>SEGURANÇA</b>	<b>GEOMETRIA</b>	<b>FACILIDADES</b>
Velocidade	Conexão entre infraestruturas	Estacionamento
Circulação nas interseções	Separação física	Integração com transporte público
Pavimento	Largura	Conectividade
Sinalização	Transposição	Arborização
Continuidade junto aos pontos de parada	Declividade	Compartilhamento, sistemas de informação e vestiários
Iluminação	Facilidade	Mobiliário urbano
	Posição	
	Sentido	
	Drenagem	

**Fonte:** AUTORA (2019) adaptado de FONSECA *et al.* (2018).

Tabela 3 - Fatores que influenciam o uso da bicicleta

<b>Risco de acidente e/ou crimes com ciclista</b>	<b>Gênero</b>
<b>Tempo de viagem</b>	<b>Idade</b>
<b>Distância da viagem (proximidade origem/destino)</b>	<b>Clima (temperatura e condições meteorológicas)</b>
Características da infraestrutura cicloviária (tipo, largura e outros)	Características da via dos motorizados (limite velocidade, número de faixa, largura e outros)

**Fonte:** AUTORA (2019) adaptado de ROMANO *et al.* (2018).

Uma análise semelhante foi feita por Magalhães *et al.* (2018), que agregaram uma série de variáveis para identificar um modelo de demanda de viagens por bicicletas. Ao todo, 96 variáveis foram encontradas, reduzidas a 29 a partir de uma análise em relação à ocorrência nos trabalhos analisados. A Tabela 4 mostra as variáveis que, entre as 29, obtiveram significância

igual ou superior a 50% na análise estatística feita pelos autores, onde as 13 destacadas estão relacionadas aos fatores subjetivos.

**Tabela 4 - Variáveis relacionadas ao uso de bicicletas**

<b>CATEGORIA</b>	<b>VARIÁVEL</b>
Características socioeconômicas	<b>Etnia</b>
	<b>Gênero</b>
	<b>Posse de automóvel</b>
	<b>Idade</b>
	<b>Escolaridade</b>
Características da viagem	<b>Distância de viagem</b>
	<b>Tempo de viagem</b>
	<b>Motivo da viagem</b>
	<b>Custo do transporte individual</b>
Uso do solo e ambiente construído	Densidade de vias cicláveis
	Existência de polos atratores de viagens
	População
	Proximidade à área central
	Proximidade a ciclovias ou vias orientadas para a circulação de bicicletas
Infraestrutura viária (facilidades)	Localização da rota ciclável em relação à via
	Facilidades para bicicletas no destino
	Sinalização específica para bicicletas
Ambiente natural	<b>Precipitação</b>
	Topografia
Atitudes e percepções	<b>Temperatura</b>
	<b>Segurança em relação ao tráfego</b>
	<b>Imagem do transporte cicloviário</b>

**Fonte:** AUTORA (2019) adaptado de MAGALHÃES *et al.* (2018).

### 2.2.2.3 Avaliação de calçadas

Assim como no caso da bicicleta, o transporte a pé também é negligenciado quando comparado ao transporte motorizado. Diversas barreiras à acessibilidade são encontradas, tanto pelas situações de conflito veículo-pedestre, quanto pelas consequências diretas sobre os espaços destinados aos caminhantes, como a redução da largura das calçadas e o estacionamento abusivo.

Além do conflito entre pedestres e veículos, há diversos outros fatores que afetam o deslocamento nas calçadas, como: ausência de sinalização, desníveis, obstáculos, buracos, pavimentação inadequada, largura incoerente com o tráfego no local, ausência de rampas, má iluminação, becos e calçadas cobertos por vegetação, raízes de árvores e manutenção de outros elementos da infraestrutura que afetam a calçada. Desse modo, a realização de estudos e a disponibilidade de índices para avaliação da qualidade dos espaços públicos e calçadas, podem auxiliar o poder público a identificar os locais onde os pedestres estão mais expostos ao risco de acidentes e ao desconforto.

Uma abordagem que vem se destacando em estudos sobre o espaço urbano é a análise da caminhabilidade. A caminhabilidade (derivada do termo *walkability*) pode ser definida como a medida de como e quanto as características do ambiente urbano favorecem os deslocamentos a pé, considerando as condições e dimensões das calçadas e cruzamentos, a atratividade e densidade da vizinhança, a percepção de segurança pública, as condições de segurança viária e os demais elementos urbanos que influenciem a motivação das pessoas para andar com mais frequência (ITDP, 2018). Assim, a caminhabilidade não foca apenas nos elementos físicos utilizados pelos pedestres, mas sim na capacidade de todo o ambiente urbano de influenciar a realização de deslocamentos a pé.

Para avaliar a caminhabilidade, tal como na análise dos pavimentos, metodologias subjetivas ou objetivas podem ser utilizadas. O que diferencia os dois tipos de análise é a forma de abordar as características do ambiente urbano, utilizando ferramentas ou a visão dos usuários para estabelecer sua qualidade.

No método subjetivo, a análise da caminhabilidade é baseada na percepção do pedestre. Por meio de questionários ou entrevistas, busca-se compreender como é a relação entre a mobilidade e o ambiente em que ele vive (SILVA *et al.*, 2017). A opinião do pedestre é de grande importância para analisar a qualidade urbana, pois ele é o que mais sente os impactos do ambiente. Por se deslocar mais lentamente que os indivíduos que utilizam outros modos de

transporte, o pedestre é o indivíduo mais atento ao que se passa à sua volta, o que torna a relação entre os fatores físico-espaciais e a experiência vivida pelo caminhante um fator importante no planejamento urbano e no incentivo a modos ativos de viagem (VARGAS *et al.*, 2016).

Os questionários têm como objetivo identificar e classificar as características, das calçadas e do ambiente na qual elas estão inseridas, que mais influenciam nos deslocamentos a pé. Por exemplo, Batista e Samios (2018) realizaram um estudo em Porto Alegre, com a aplicação de questionários para hierarquizar aspectos das calçadas e de seu entorno. Nove atributos (dimensionamento adequado, acessibilidade universal, conexões seguras, sinalização informativa, vegetação, mobiliário urbano, segurança permanente, superfície qualificada e drenagem eficiente) foram aplicados ao questionário, sendo classificados em ordem de importância pelos entrevistados.

Os resultados mostraram que as três características mais importantes foram segurança permanente, superfície qualificada e conexões seguras. Embora a qualidade da calçada seja usualmente vista como o atributo mais relevante, a segurança do ambiente (associação entre boa iluminação pública e o uso de fachadas ativas) é primordial para a realização de viagens a pé. Isso justifica os casos de calçadas que, ainda que estejam bem conservadas, apresentam pouco ou nenhum fluxo de pedestres, devido ao ambiente pouco convidativo na qual ela está localizada.

No método subjetivo, a avaliação é fundamentada no uso de dados, sendo estes disponíveis em bases de dados ou medidos em campo. A objetividade é ligada à avaliação de indicadores físicos, como: presença/ausência de calçadas e outros tipos de passagens para pedestres; qualidade das calçadas e passagens; condições de tráfego; acessibilidade; segurança e presença de serviços em torno das vias; existência de rede de caminhos interconectados; acesso ao transporte público; estética dos edifícios; mobiliário urbano de qualidade e acessibilidade (SILVA *et al.*, 2017).

Sobre os indicadores, estes são definidos como variáveis que atribuem algum tipo de medida ao objeto de estudo, buscando reduzir a complexidade no gerenciamento dos sistemas analisados (PIRES e MAGAGNIN, 2018). Eles funcionam como guias durante a análise do elemento de interesse, apontando os itens que devem ser observados e medidos com atenção. Ainda, há a possibilidade de agrupar indicadores em categorias, tendo como exemplo o guia “8 princípios da calçada” do WRI Brasil (2017), que apresenta oito diretrizes para qualificar as calçadas, visando atender as necessidades de todos os tipos de usuários. A Tabela 5 mostra as categorias, os indicadores e sua importância na qualidade da calçada.

Tabela 5 - Oito princípios da calçada

<b>Categoria</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Importância</b>
<b>Dimensionamento adequado</b>	Faixa livre; Faixa de serviço; Faixa de transição.	Confere segurança e conforto para os pedestres
<b>Acessibilidade universal</b>	Rebaixamento da calçada; Piso tátil; Inclinação longitudinal.	Contribui para tornar o espaço urbano inclusivo
<b>Conexões seguras</b>	Conectividade; Esquinas; Faixa de pedestres; Pontos de parada e estações de transporte coletivo.	Facilita e prioriza os deslocamentos a pé
<b>Sinalização coerente</b>	Sinalização informativa; Semáforos para pedestres.	Fornecer informações sobre a cidade na escala do pedestre
<b>Espaço atraente</b>	Vegetação; Mobiliário urbano.	Motiva as pessoas a caminharem e permanecerem no espaço público urbano
<b>Segurança permanente</b>	Iluminação pública; Fachadas ativas.	Aumenta a sensação de segurança nos deslocamentos a pé
<b>Superfície qualificada</b>	Concreto moldado <i>in loco</i> ; Concreto permeável; Blocos intertravados; Ladrilho hidráulico; Placas de concreto pré-fabricadas.	Confere segurança e conforto aos pedestres
<b>Drenagem eficiente</b>	Inclinação transversal; Jardim de chuva.	Contribui para manter a funcionalidade da calçada

Fonte: AUTORA (2019) adaptado de WRI BRASIL (2017).

Além de utilizar os indicadores como referências durante a avaliação, é possível combiná-los na elaboração de índices, que são ferramentas bastante úteis para categorizar e determinar a qualidade da caminhabilidade. Estes índices devem possuir fácil compreensão, utilizar dados fáceis de coletar e ainda expressar diversidade a partir de um número racional de indicadores, pois enquanto um conjunto grande de indicadores pode ter alto custo de coleta e difícil aplicabilidade, um conjunto pequeno pode deixar alguns aspectos sem avaliação (PIRES e MAGAGNIN, 2018).

Um índice bastante conhecido é o Índice de Qualidade de Calçadas (IQC) de Ferreira e Sanches (2001), desenvolvido a partir de estudos do espaço para pedestres em São Carlos (SP). A metodologia para desenvolver o índice divide-se em três etapas: avaliação técnica dos espaços para pedestres, baseada na atribuição de pontuações aos indicadores de qualidade; ponderação dos indicadores a partir da percepção dos usuários; avaliação final dos espaços por meio do índice de avaliação do nível de serviço.

A avaliação técnica do nível de qualidade de um trecho da calçada consiste na atribuição de uma pontuação, variando de 0 a 5, para seu desempenho em cada um dos cinco indicadores de qualidade: atratividade visual, conforto, continuidade, segurança e seguridade. Com o cálculo do IQC, é possível classificar a calçada quanto ao nível de serviço e à condição de conservação, que varia entre 0 (nível F, condição Péssima) e 5 (nível A, condição Excelente).

Outro exemplo é o Índice de Caminhabilidade (iCam), lançado em 2016 e atualizado em 2018 pelo Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento (ITDP BRASIL, 2018). A versão atual é composta por 15 indicadores agrupados em seis categorias, onde cada categoria incorpora uma dimensão da experiência de caminhar. O segmento analisado recebe uma pontuação entre 0 e 3, para cada indicador, representando a avaliação da experiência do pedestre em: insuficiente (0), suficiente (1), bom (2) ou ótimo (3). A Tabela 6 mostra as categorias e indicadores utilizados no índice.

Tabela 6 - Indicadores do Índice de Caminhabilidade

<b>Categoria</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Atributos avaliados</b>
<b>Ambiente</b>	Sombra e abrigo; Poluição sonora; Coleta de lixo e limpeza.	Aspectos ambientais que afetam as condições de caminhabilidade.
<b>Atração</b>	Fachadas fisicamente permeáveis; Fachadas visualmente ativas; Uso público diurno e noturno; Usos mistos;	Características do uso do solo e do espaço construído que fomentam a atração de pedestres.
<b>Calçada</b>	Largura; Pavimentação.	Relação entre caminhabilidade e infraestrutura, considerando dimensões, superfície e manutenção do piso adequadas ao pedestre.
<b>Mobilidade</b>	Dimensão das quadras; Distância a pé ao transporte.	Disponibilidade e acesso ao transporte público.
<b>Segurança pública</b>	Iluminação; Fluxo de pedestres diurno e noturno.	Influência do desenho urbano e das edificações no número de ocorrências e na sensação de segurança transmitida aos pedestres.
<b>Segurança viária</b>	Tipologia da rua; Travessias	Segurança dos pedestres em relação ao tráfego de veículos motorizados; Adequação de travessias a requisitos de conforto e acessibilidade.

**Fonte:** AUTORA (2019) adaptado de ITDP BRASIL (2018).

#### 2.2.2.4 Avaliação da drenagem

O processo de urbanização acarreta em grandes mudanças no meio ambiente e, conseqüentemente, desencadeia problemas para a infraestrutura urbana. Alguns dos impactos hidrológicos causados por este processo são a redução da infiltração e a aceleração do escoamento, sendo que, em um quadro de acelerado desenvolvimento urbano, as redes de

drenagem antigas tornam-se obsoletas, provocando inundações cada vez mais frequentes. Em relação às vias de transporte, a falta de qualidade dos sistemas de drenagem reflete diretamente no desempenho dos pavimentos, pois a infiltração de água e a manutenção de altos níveis de umidade contribuem para a sua degradação (MEDEIROS *et al.*, 2018b).

Embora grande parte da rede de drenagem pluvial esteja no nível subterrâneo, prejudicando a avaliação do sistema como um todo, ainda é possível investigar os elementos de coleta (meio-fio, sarjeta, sarjetão e boca-de-lobo) situados nas vias urbanas. Para isso, avaliações *in loco* podem ser feitas, propiciando melhores julgamentos e análise crítica dos avaliadores.

A metodologia de Blair *et al.* (1987), adaptada por Melo e Pereira (2004), foca na análise de sarjetas e bocas-de-lobo, a partir de quatro indicadores de desempenho: limpeza, estado de conservação, segurança e seção transversal. Notas entre 0 (ruim) e 3 (bom) são atribuídas a cada indicador, de acordo com critérios pré-definidos. Os dois elementos são avaliados individualmente, sendo a nota da condição do sistema de drenagem a média aritmética entre as notas dos dois elementos.

Outra abordagem para avaliar a drenagem é a utilização de indicadores. Tais elementos facilitam a identificação e hierarquização dos principais problemas do sistema, além da possibilidade de associá-los em índices para classificar o desempenho da drenagem (SANTOS JÚNIOR, 2014). Silva Júnior *et al.* (2018) utilizaram uma série de Indicadores de Fragilidade do Sistema (IFS) para avaliar o sistema de drenagem pluvial em um bairro de Olinda. 26 indicadores foram escolhidos, separados em três categorias de acordo com a sua natureza: ambiental, tecnológica ou institucional. A Tabela 7 mostra os indicadores relacionados à drenagem superficial e aos elementos do sistema viário, como pavimentos e calçadas.

Cada indicador recebe uma nota de acordo com seu grau de manifestação na área analisada, variando entre 0 (indicador não existente) e 5 (indicador muito agravante). A soma dos pesos de todos os indicadores define o Índice Geral de Fragilidade (IGF), de modo que quanto maior o valor do IGF, maiores são os problemas de drenagem pluvial da área de estudo.

Tabela 7- Indicadores de Fragilidade para o sistema de drenagem

<b>Indicadores de Fragilidade do Sistema de natureza:</b>		
<b>Ambiental</b>	<b>Tecnológica</b>	<b>Institucional</b>
Ocorrência de alagamentos	Deterioração física dos equipamentos de drenagem	Elevação dos gastos com manutenção e conservação
Possível erosão da pavimentação das vias de acesso ocasionada pelo escoamento superficial	Ineficiência do escoamento nos eixos viários	Ausência de manutenção regular do sistema de drenagem urbana
Disposição de resíduos sólidos e deposição de sedimentos em vias públicas	Inexistência de diretrizes para a execução das estruturas de drenagem urbana	Perda de credibilidade da administração pública
Interferência no trânsito de veículos na ocorrência de alagamentos	Ineficiência dos dispositivos de coleta	Encarecimento das soluções técnicas
Interferência no movimento de pedestres na ocorrência de alagamentos	Redução da vida útil das estruturas de drenagem	
	Redução da vida útil dos pavimentos	
	Passeios e/ou calçadas totalmente impermeabilizadas	

**Fonte:** AUTORA (2019) adaptado de SILVA JÚNIOR *et al.* (2018).

### 2.3 MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA E TÉCNICA BEST-WORST SCALLING

Ao se apresentar um conjunto de alternativas a um conjunto de indivíduos, as escolhas feitas são influenciadas por diversos fatores, internos e externos a cada um dos respondentes. Entre os métodos desenvolvidos para analisar tais escolhas, os modelos de escolha discreta são modelos econométricos que representam a probabilidade dos indivíduos em escolher certa alternativa, de acordo com suas características socioeconômicas e a atratividade relativa de cada alternativa (BATISTA, 2018).

Para obter os dados a serem utilizados nos modelos de escolha discreta, geralmente se recorre a técnicas de preferência revelada ou declarada (BATISTA, 2018). Uma dessas técnicas é a *Best-Worst Scalling* (BWS), introduzida por Finn e Louviere em 1992 e que tem como base a teoria da utilidade aleatória. Nesse modelo de preferência, os indivíduos escolhem a melhor (*best*) e a pior (*worst*) alternativa dentre um conjunto de, no mínimo, três opções (LOUVIERE *et al.*, 2013). De acordo com o autor, ao se coletar dados sobre a melhor e a pior opção, obtém-se muito mais informações sobre o *ranking* geral do que registrar apenas a melhor opção.

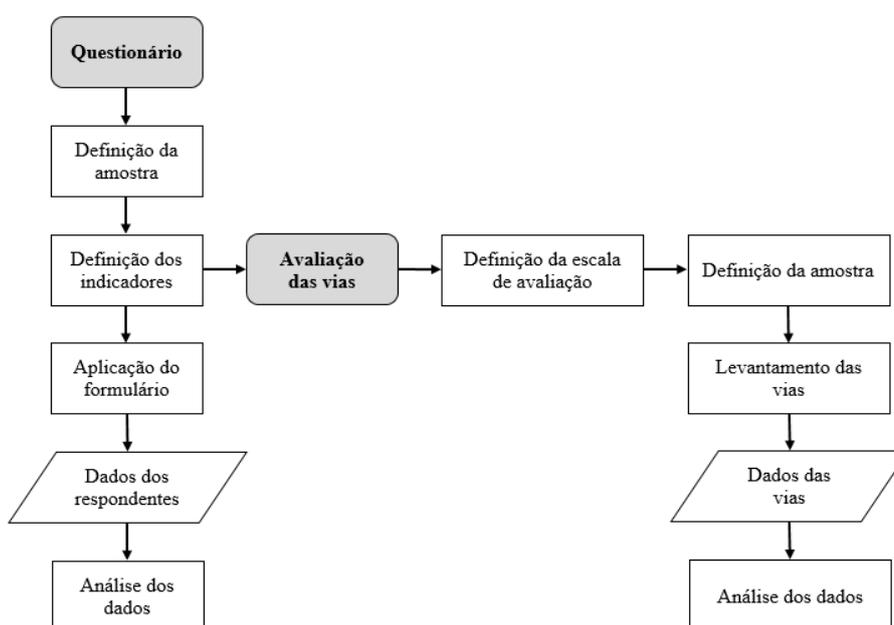
Existem três casos da BWS, diferenciados a partir da natureza e complexidade dos objetos escolhidos (FLYNN e MARLEY, 2014). O caso 1 (objeto) é o mais simples, enquanto os casos 2 (perfil de atributos) e 3 (multi-perfil) são extensões do caso 1, envolvendo estruturas de atributos e níveis. Neste trabalho, será utilizado o caso 1, que permite obter medidas para cada respondente, em uma escala de diferença com propriedades conhecidas (LOUVIERE *et al.*, 2013).

Como a técnica BWS implica na utilização de grupos de comparação, é preciso definir como os objetos serão arranjados e apresentados aos indivíduos, em função do número total de objetos. Para isso, recorre-se a projetos experimentais, desenvolvidos a partir de um planejamento estatístico que possibilite avaliar a influência dos diversos objetos considerados no experimento (BATISTA, 2018).

### 3 MÉTODO DE TRABALHO

Como o trabalho está centrado em dois objetivos, para identificar os indicadores mais relevantes e utilizá-los no método de avaliação das vias, o trabalho foi dividido em duas partes. A primeira contém os procedimentos relacionados ao questionário, enquanto a segunda contém o desenvolvimento e a aplicação do método para a avaliação das vias urbanas. A Figura 11 apresenta o fluxograma do trabalho.

Figura 11 - Fluxograma do trabalho



Fonte: AUTORA (2019).

#### 3.1 QUESTIONÁRIO

##### 3.1.1 Definição dos elementos para avaliação

A partir da revisão bibliográfica, foram retirados indicadores para aplicar ao questionário e também para avaliar os elementos do sistema viário. Para que o questionário não ficasse muito extenso, definiu-se um conjunto de três indicadores para cada elemento. Esse número de indicadores satisfaz a condição da técnica do *Best-Worst Scalling*, onde a escolha deve ser feita dentre um conjunto de, no mínimo, três opções (LOUVIERE *et al.*, 2013).

Na escolha dos indicadores, optou-se por utilizar apenas fatores relacionados à estrutura do subsistema viário. Embora os fatores subjetivos (como a atratividade do ambiente e a segurança percebida) também sejam relevantes para a avaliação da qualidade, o uso de fatores que podem ser diretamente observados e medidos teve como objetivo facilitar as avaliações feitas em campo. A Tabela 8 apresenta os indicadores utilizados em cada elemento.

Esses indicadores foram aplicados ao questionário, conforme apresentado na seção seguinte, de modo que cada respondente escolhesse a característica mais e menos importante, para cada um dos quatro elementos analisados.

**Tabela 8 - Indicadores para os elementos do sistema viário**

<b>PAVIMENTO</b>	<b>CICLOVIA</b>	<b>CALÇADA</b>	<b>DRENAGEM</b>
Panela (buraco)	Conservação	Conservação	Conservação dos equipamentos
Remendo	Largura	Desnível	Impermeabilização da calçada
Trinca	Presença de equipamentos de drenagem	Largura	Limpeza

Fonte: AUTORA (2019).

### 3.1.2 Definição do tamanho da amostra

Para estimar o tamanho da amostra para o questionário, foi utilizada a Equação 1 (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 2011 *apud* BATISTA, 2018).

$$n = \frac{CV^2 Z_{\alpha/2}}{E^2} \quad (1)$$

Em que:

$n$ : tamanho da amostra;

$CV$ : Coeficiente de Variação, igual a 0,6;

$Z_{\alpha/2}$ : Valor normal para o valor de confiança ( $\alpha$ ) estabelecido. Para um nível de confiança de 95% ( $\alpha = 5\%$ ),  $Z_{\alpha/2}$  é igual a 1,96;

$E$ : Nível de precisão, igual a 8%.

Utilizando os parâmetros citados, o cálculo definiu uma amostra mínima de, aproximadamente, 111 respondentes.

### 3.1.3 Desenvolvimento do questionário

O questionário foi formulado em três partes. Na primeira parte, as características dos indivíduos foram abordadas; na segunda, as questões para escolha dos indicadores mais e menos importantes de cada um dos quatro elementos (pavimento, ciclovia/ciclofaixa, calçada e drenagem) foram elaboradas; a terceira parte contém questões sobre os hábitos de andar a pé e de bicicleta.

A primeira parte foi composta por questões para identificar o perfil dos respondentes, como: idade, sexo, escolaridade, ocupação e cidade onde reside. Também foi questionado sobre o principal meio de locomoção utilizado para se deslocar diariamente, de modo a analisar se existem padrões de respostas entre indivíduos que utilizam o mesmo meio.

A segunda parte foi dividida em quatro seções, de acordo com o elemento a ser abordado. Cada seção apresentava uma breve descrição sobre cada um dos indicadores relativos ao elemento correspondente, em linguagem não técnica, para melhor compreensão dos respondentes. Essas descrições foram feitas para que os respondentes tivessem mais conteúdo durante a reflexão sobre as opções e, conseqüentemente, na escolha do indicador mais e menos importante (BATISTA, 2018). Além da escolha entre o melhor e o pior, foi colocado um espaço para que os respondentes escrevessem qual(is) outro(s) fator(es) eles consideram importantes para a qualidade ou conservação do elemento. A Figura 12 mostra uma das seções do questionário, relativo ao elemento “Drenagem”.

A terceira parte apresentava duas questões, abordando os hábitos dos respondentes em se deslocar a pé ou por bicicleta. Para o deslocamento a pé, foi perguntado se o respondente realiza viagens utilitárias (como ir ao trabalho, estudo, compras ou retorno a casa) a pé, em distância maior que um quarteirão e pelo menos três vezes por semana. Para a bicicleta, questionou-se sobre seu uso para realização de viagens utilitárias ou para lazer. Essas questões foram feitas para analisar as respostas (e as percepções) dos indivíduos a partir do uso do transporte ativo.

### Figura 12 – Exemplo de uma seção do questionário

Sobre a drenagem de água da chuva, considere os seguintes elementos:

CONSERVAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE COLETA: condição e funcionamento das sarjetas e bocas-de-lobo;

IMPERMEABILIZAÇÃO DA CALÇADA: calçadas sem grama, árvores, canteiros e outras áreas verdes;

PRESENÇA DE SUJEIRA NAS RUAS: presença e acúmulo de areia, folhas e outros resíduos nas ruas.

18 - Dentre os três elementos apresentados, assinale qual você considera **MAIS** influente em relação à eficiência do sistema de drenagem \*

- Conservação dos equipamentos de coleta
- Impermeabilização das calçadas
- Presença de sujeira nas ruas

19 - Dentre os três elementos apresentados, assinale qual você considera **MENOS** influente em relação à eficiência do sistema de drenagem \*

- Conservação dos equipamentos de drenagem
- Impermeabilização das calçadas
- Presença de sujeira nas ruas

20 - Além dos três elementos acima, existem outro(s) que você considera que influencia(m) na qualidade da drenagem? Se sim, escreva aqui.

Fonte: AUTORA (2019).

#### 3.1.4 Aplicação do questionário

A plataforma *Google Forms* foi a escolhida para aplicar o questionário, sendo este divulgado a partir das redes sociais. O formulário esteve disponível por duas semanas, entre 30 de março e 12 de abril de 2018.

#### 3.1.5 Organização dos dados

Utilizando a metodologia do *Best-Worst Scalling*, os indicadores puderam ser classificados como “melhor”, “pior” ou como nenhum dos dois. A partir dessa definição, cada

indicador marcado como “melhor” recebeu o valor “+1”, enquanto o “pior” recebeu “-1” (LOUVIERE *et al.*, 2013); ao indicador “nem melhor nem pior” foi atribuído o valor “0”. A Tabela 9 mostra exemplos da aplicação dos valores de acordo com a resposta obtida no questionário.

**Tabela 9 - Exemplos de respostas e a pontuação do Best-Worst Scalling**

PAVIMENTO			CICLOVIA			CALÇADA			DRENAGEM		
BURACO	REMENDO	TRINCA	CONSERVAÇÃO	LARGURA	EQUIPAMENTO DE DRENAGEM	CONSERVAÇÃO	DESNÍVEL	LARGURA	CONSERVAÇÃO	IMPERMEABILIZAÇÃO DA CALÇADA	LIMPEZA
1	0	-1	1	0	-1	-1	1	0	1	-1	0
1	0	-1	-1	1	0	-1	1	0	1	-1	0
1	-1	0	0	1	-1	0	1	-1	0	-1	1
1	-1	0	0	1	-1	-1	1	0	-1	0	1
1	0	-1	0	1	-1	1	-1	0	1	0	-1

Fonte: AUTORA (2019).

## 3.2 AVALIAÇÃO DAS VIAS

### 3.2.1 Definição da escala para avaliação dos elementos

Para avaliar os elementos das vias urbanas, foram utilizados os mesmos indicadores aplicados ao questionário (Tabela 8). A escala de avaliação foi baseada no modelo do Valor de Serventia Atual (VSA), definido na norma DNIT 009/2003-PRO, que estabelece uma nota entre 0,0 (Péssimo) e 5,0 (Ótimo) de acordo com a serventia atual do pavimento.

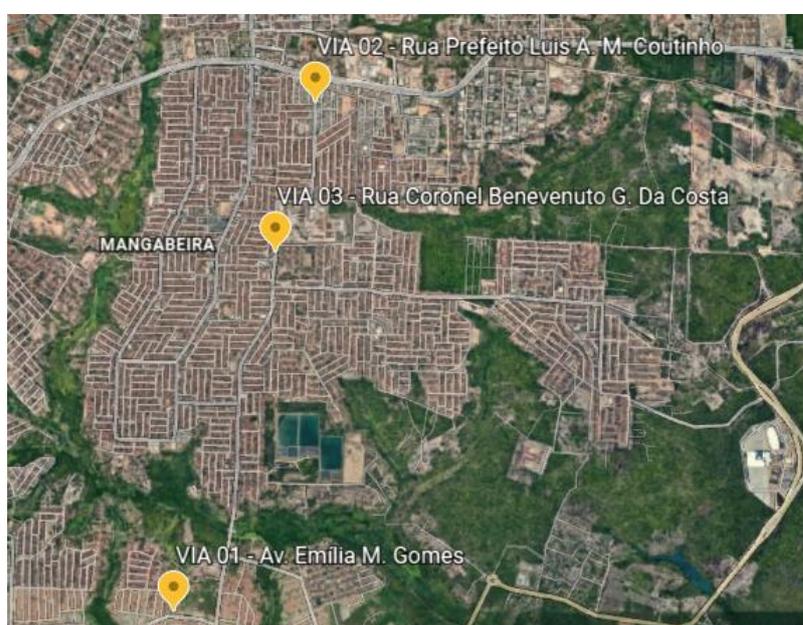
Como a escala é dividida em níveis, a partir da condição observada no momento da avaliação, foi necessário definir parâmetros de referência para a atribuição das notas. A partir da revisão bibliográfica, normas, manuais e trabalhos foram consultados, de modo a estabelecer as referências para a avaliação dos indicadores.

### 3.2.2 Definição da amostra

Para a avaliação de um pavimento, a unidade de amostragem é definida como um segmento de uma rua ou avenida, com determinado comprimento e largura, em que a inspeção do pavimento é realizada (ALBUQUERQUE, 2017). Expandindo este conceito para todo o sistema viário, a amostra é um segmento onde são avaliados os quatro elementos que compõem a via: pavimento, ciclovias e/ou ciclofaixas (se existirem), calçada e drenagem superficial.

Como um dos objetivos do trabalho foi avaliar todos os elementos das vias, uma visita de reconhecimento em vias da cidade de João Pessoa (PB) foi feita, com o objetivo de identificar quais possuíam ciclovias e ciclofaixas. Com isso, três vias foram escolhidas para a coleta dos dados, conforme mostrado na Figura 13 abaixo. A Via 01 é a avenida Emília Mendonça Gomes, localizada no bairro Valentina de Figueiredo, enquanto as Vias 02 e 03 são as ruas Prefeito Luís Alberto Moreira Coutinho e Coronel Benevenuto Gonçalves da Costa, ambas localizadas no bairro Mangabeira.

**Figura 13 - Localização das vias avaliadas no trabalho**



**Fonte:** AUTORA (2019).

### 3.2.3 Levantamento e análise dos dados

As visitas às vias, para a coleta dos dados e a avaliação das amostras, foram feitas em abril de 2019, durante os períodos manhã e tarde. Três avaliadores, sendo estes dois estudantes de graduação e um professor, foram encarregados pela avaliação dos elementos das vias, orientados segundo os parâmetros de referência retirados da literatura. Após a análise de cada elemento, os avaliadores atribuíram notas de acordo com a escala apresentada na Apêndice B.

Com as notas atribuídas pelos avaliadores, uma análise estatística foi realizada, determinando o desvio padrão e o coeficiente de variação entre as notas. Esta etapa teve como objetivo analisar se existe homogeneidade entre as notas, de modo a verificar se o método de avaliação proposto é aplicável ou não.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Este capítulo está dividido em duas seções. A primeira aborda os dados relativos ao questionário, iniciando com o tamanho da amostra e os procedimentos para desenvolver e aplicar o formulário. Em seguida, apresenta-se a caracterização dos respondentes e os escores obtidos pelos indicadores dos elementos que compõem as vias urbanas. A segunda seção contém os procedimentos para a avaliação das vias, além da análise estatística para verificação da aplicabilidade do método de avaliação.

### **4.1 QUESTIONÁRIO**

#### **4.1.1 Definição do tamanho da amostra**

O cálculo definiu uma amostra mínima de, aproximadamente, 111 respondentes. Ao todo, foram obtidos 158 questionários respondidos e 153 válidos. Dentre os válidos, 117 foram de residentes de João Pessoa (PB), e os demais foram de indivíduos residentes em outras 22 cidades. Como houve uma proporção muito diferente entre as cidades, optou-se por utilizar apenas as 117 respostas dos residentes de João Pessoa (PB), o que ainda foi satisfatório para o critério da amostra mínima.

#### **4.1.2 Definição dos elementos para avaliação**

Os indicadores escolhidos foram aplicados ao questionário, conforme apresentado no Apêndice A.

#### **4.1.3 Desenvolvimento do questionário**

O questionário foi desenvolvido na plataforma *Google Forms* e está apresentado no Apêndice A.

#### 4.1.4 Aplicação do questionário

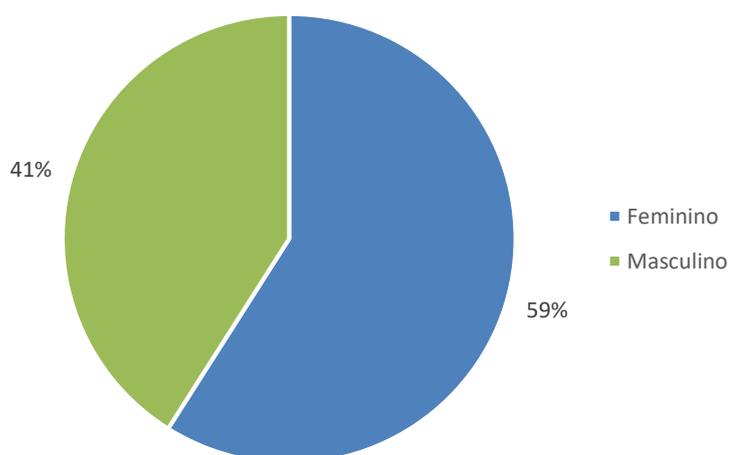
Antes da divulgação do questionário ao público, o formulário foi testado por alunos e técnicos da área de transportes da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), para verificação da clareza das perguntas e eventuais correções em sua estrutura.

Embora não se tenha colocado um espaço para *feedback* dos respondentes no formulário, algumas dúvidas e sugestões foram enviadas por e-mail e por meio das redes sociais, onde o questionário foi divulgado. Alguns usuários relataram dúvidas em relação ao elemento “Pavimento”, questionando se os indicadores (que neste caso eram defeitos apresentados pelo pavimento) não estariam relacionados à sua conservação, mas sim à falta de conservação. Outro ponto citado foi a dificuldade em escolher o indicador mais importante, pois alguns respondentes consideravam dois ou todos os indicadores igualmente importantes.

#### 4.1.5 Perfil dos respondentes

No questionário, os seguintes dados sociais dos respondentes foram registrados: sexo, faixa etária, escolaridade e ocupação. O Gráfico 1 mostra a distribuição entre mulheres (59%) e homens (41%), o que corresponde a 69 e 48 respondentes, respectivamente.

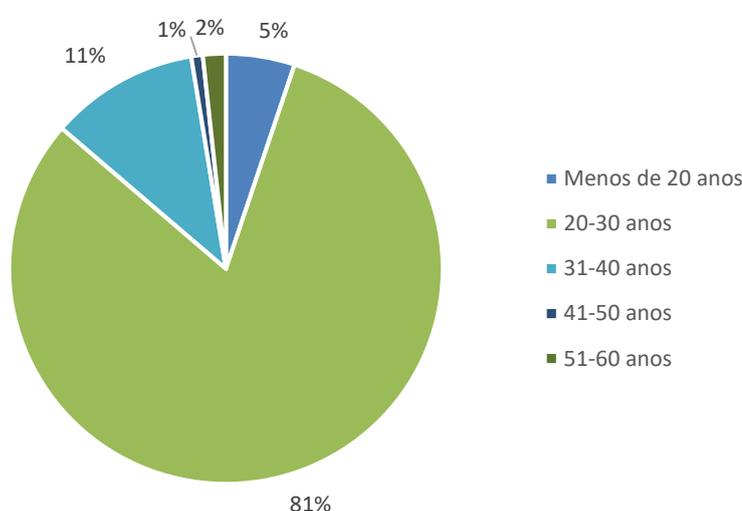
Gráfico 1 - Sexo dos respondentes



Fonte: AUTORA (2019).

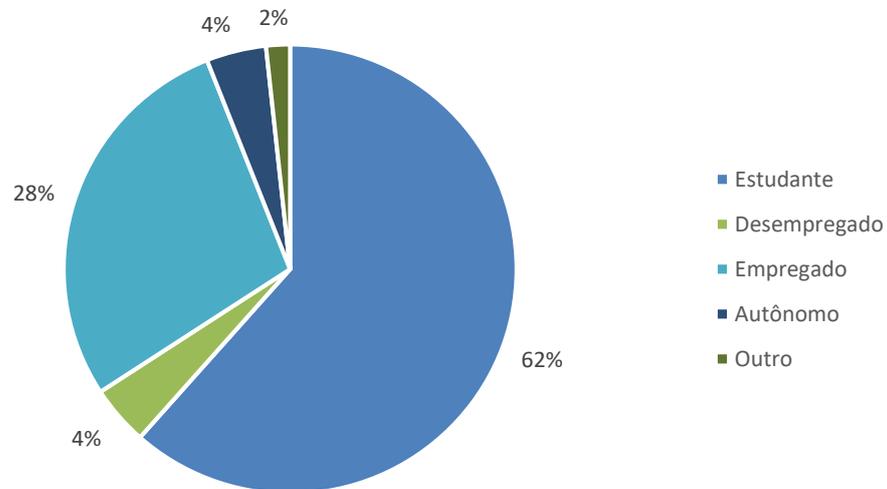
O Gráfico 2 apresenta a distribuição quanto à faixa etária. Aqui, tem-se a maior predominância de uma classe sobre as outras, pois mais de 80% dos respondentes têm entre 20 e 30 anos. Outras observações são a pequena proporção de respondentes entre 41 e 60 anos (3%), e a falta de respondentes com idade acima de 60 anos. Isso se deve à natureza do questionário, que foi desenvolvido em uma plataforma da internet, bem como à divulgação feita a partir de redes sociais, o que facilita o alcance a pessoas mais jovens. Assim, a realização de pesquisas *in loco* permitiria atingir uma maior diversidade de pessoas e, conseqüentemente, uma maior distribuição em relação à faixa etária.

**Gráfico 2 - Faixa etária dos respondentes**



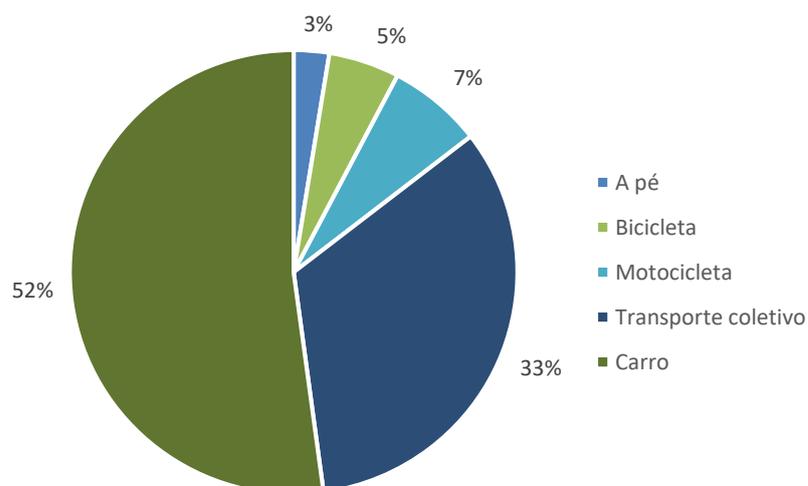
**Fonte:** AUTORA (2019).

Os resultados sobre a ocupação dos respondentes também indicaram a predominância de uma categoria sobre as demais. O Gráfico 3 mostra que estudantes representaram mais da metade dos respondentes, o que também se justifica pela forma de divulgação do questionário, feita predominantemente em grupos e comunidades de estudantes universitários. A segunda categoria com maior significância é a “Empregado” (28%), enquanto a “Outro” (com duas respostas de servidores públicos) foi a categoria menos significativa (2%). Não foram obtidas respostas de aposentados, o que, conforme citado anteriormente, pode ser explicado pelo modo de divulgação da pesquisa.

**Gráfico 3 - Ocupação dos respondentes**

**Fonte:** AUTORA (2019).

Para identificar os modos de transporte utilizados pelos respondentes, foi questionado qual o principal meio usado para realizar os deslocamentos diários, com os resultados apresentados no Gráfico 4. A categoria “Carro” é a que predomina, mostrando que mais da metade dos respondentes utiliza predominantemente o carro para se deslocar. Destaca-se também a categoria do “Transporte coletivo”, representando cerca de 1/3 do total.

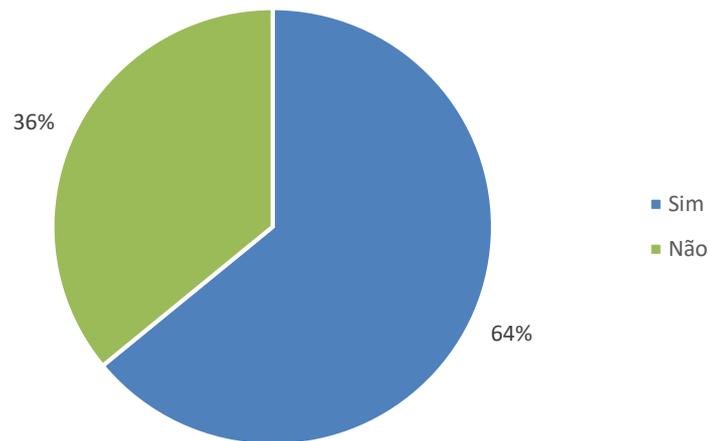
**Gráfico 4 - Modos de transporte utilizados pelos respondentes**

**Fonte:** AUTORA (2019).

Além da identificação do principal meio de transporte, duas questões foram feitas para identificar o uso dos modos ativos de transporte, que são os deslocamentos a pé e por bicicletas. O objetivo era analisar a relação entre as respostas dos indivíduos, para os indicadores do sistema viário, são influenciadas pelo uso ou não do transporte ativo.

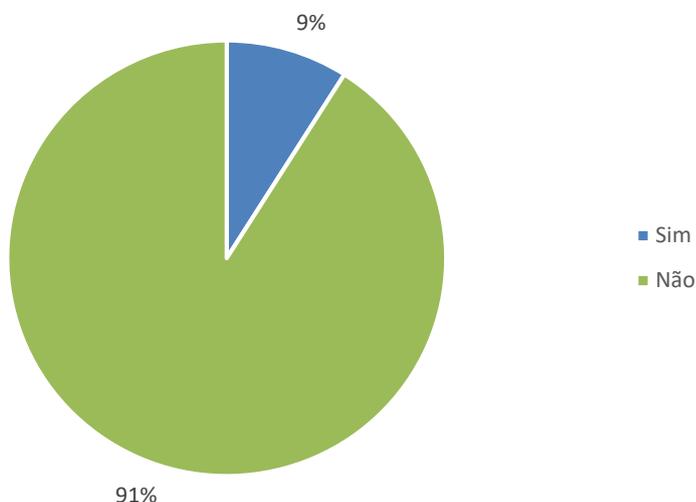
O Gráfico 5 mostra as respostas dos usuários à pergunta “Você realiza viagens utilitárias (ir ao trabalho, estudo, compras ou retorno à casa) a pé, em distância superior a um quarteirão, pelo menos três vezes por semana?”, exceto daqueles que já usam a caminhada como seu principal modo de transporte. Foram obtidas mais de 60% das respostas como “Sim”, portanto, mais da metade dos respondentes se deslocam a pé frequentemente.

**Gráfico 5 - Porcentagem dos respondentes que realizam viagens utilitárias a pé**



**Fonte:** AUTORA (2019).

O Gráfico 6 mostra as respostas dos usuários à pergunta “Você utiliza bicicleta para realizar viagens utilitárias (ir ao trabalho, estudo, compras ou retorno à casa) ou para lazer?”, exceto daqueles que já usam a bicicleta como seu principal meio de transporte. Percebe-se que o percentual de respostas “Sim” é consideravelmente inferior ao do “Não”, mostrando que o uso da bicicleta ainda não é muito comum.

**Gráfico 6 - Porcentagem do uso de bicicleta para viagens utilitárias ou lazer**

**Fonte:** AUTORA (2019).

As questões apresentadas anteriormente foram feitas para caracterizar a amostra, fornecendo dados para analisar eventuais influências dessas características na percepção dos respondentes, em relação aos elementos das vias urbanas. Infelizmente, a forma de divulgação do questionário concentrou as respostas em um determinado grupo de pessoas, limitando o alcance a outras pessoas de interesse, como os idosos. Tais indivíduos possuem importantes percepções e necessidades a serem registradas e, portanto, futuras coleta de dados e questionários devem ser planejados para alcançar também esse grupo.

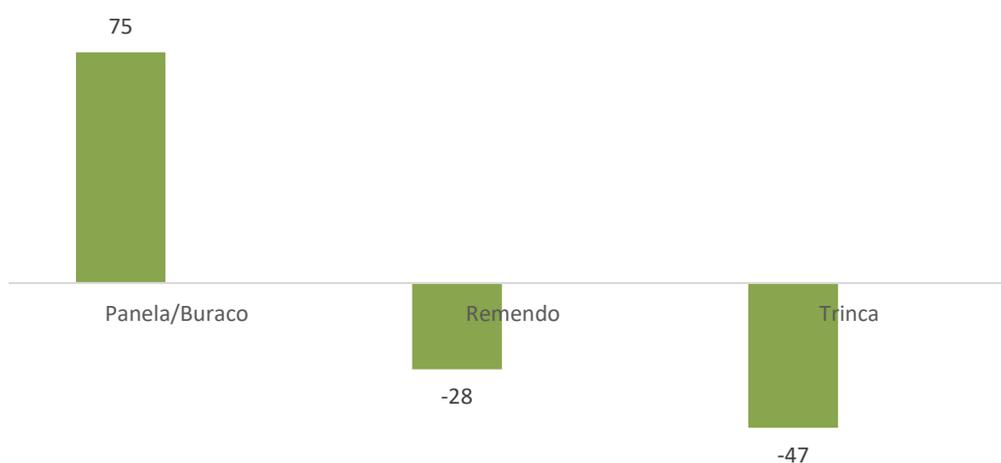
#### **4.1.6 Análise dos indicadores pela técnica *Best-Worst Scalling***

Para cada um dos elementos do sistema viário (pavimento, ciclovia, calçada e drenagem), a resposta dos usuários permitiu a classificação dos respectivos indicadores quanto à sua influência na qualidade do elemento. De acordo com a escolha do atributo mais e menos importante, os indicadores receberam um escore igual a “+1” e “-1”, respectivamente, e a soma de todos os escores representa a importância final do indicador.

#### 4.1.6.1 Pavimento

No Gráfico 7 são apresentados os escores obtidos pelos três indicadores relacionados ao pavimento, de modo que “Panela/Buraco” e “Trinca”, foram considerados os atributos mais e menos importantes para a qualidade do pavimento, respectivamente. Os resultados mostram que os respondentes são muito sensíveis aos buracos, pois este foi o único indicador que obteve escore positivo, além de apresentar uma ampla vantagem em relação aos outros dois indicadores.

**Gráfico 7 - Resultados dos indicadores do elemento “Pavimento”**



**Fonte:** AUTORA (2019).

Para analisar a percepção dos usuários de acordo com a forma que estes se locomovem no meio urbano, a Tabela 10 mostra os escores dos indicadores em relação ao principal modo de transporte usado pelos respondentes.

**Tabela 10 - Relação entre os indicadores do pavimento e os modos de transporte**

Modo de transporte	Panela/Buraco	Remendo	Trinca
A pé	2	1	-3
Bicicleta	6	-1	-5
Motocicleta	-1	4	-3
Transporte coletivo	27	-18	-9
Carro	41	-14	-27

**Fonte:** AUTORA (2019).

Percebe-se que “Panela/Buraco” é o atributo mais importante em quase todas as categorias de transporte, exceto para a motocicleta. Isso pode ser explicado pela facilidade que os motociclistas possuem em desviar desse tipo de defeito; assim, o impacto dos buracos sobre os usuários de motocicletas é inferior ao dos usuários de veículos maiores, como carros e ônibus. Ainda, o atributo “Remendo” foi considerado o mais importante pelos motociclistas, o que pode indicar que esses são mais sensíveis às trepidações provocadas por este tipo de defeito no pavimento.

Com exceção do transporte coletivo, “Trinca” foi classificado como o atributo menos importante nas demais categorias de transporte. Tal resultado era esperado, já que as trincas, ao aparecerem nas vias urbanas, geralmente são seladas ou cobertas com remendos. Assim, os usuários não possuem muito contato com este tipo de defeito, sendo os buracos e remendos mais comuns.

Para expandir a análise, a pergunta “Além dos três elementos acima, existem outro(s) que você considera que influencia(m) na conservação do asfalto?” abriu espaço para que respondentes indicassem outros fatores importantes em relação ao pavimento. 32 pessoas (cerca de 27% do total) responderam essa pergunta, e a Tabela 11 mostra os fatores citados pelos respondentes, separados em quatro categorias. Os valores entre parênteses correspondem ao número de vezes que cada fator foi citado.

**Tabela 11 - Outros elementos que influenciam na qualidade do pavimento**

<b>Construção do pavimento</b>	<b>Defeitos do pavimento</b>	<b>Interação com outros sistemas da infraestrutura</b>	<b>Outros</b>
Rugosidade e atrito (3)	Ondulação e deformação (4)	Drenagem (9)	Falta de manutenção (2)
Qualidade do material (3)	Afundamento e trilha de roda (3)	Saneamento (1)	Logística do trânsito (1)
Granulometria do pavimento (1)	Desníveis no asfalto (2)	Galerias antigas (1)	Má qualidade dos reparos (1)
Compactação do solo (1)	Desgaste (1)	Tampas de bueiros no asfalto (1)	Poluição (1)
Juntas de dilatação (1)	Desnível pista-acostamento (1)	Recolocação do pavimento após serviços de água e esgoto (1)	

**Fonte:** AUTORA (2019).

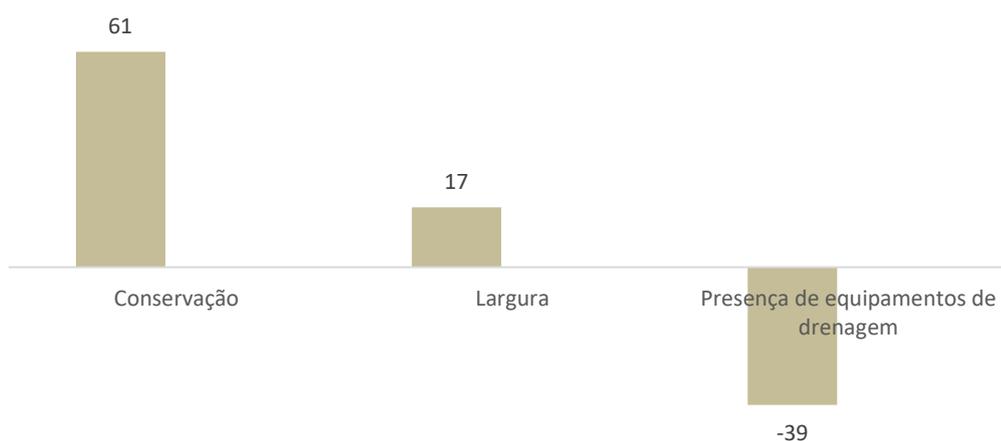
Além de fatores ligados diretamente ao pavimento (colunas “Construção do pavimento” e “Defeitos do pavimento”), foram apontados atributos relacionados ao sistema de transporte como um todo (“Falta de manutenção” e “Logística do trânsito”) ao ambiente (“Poluição”) e à interação entre o pavimento e outros sistemas da infraestrutura. Neste último grupo, inclusive, está o atributo mais citado pelos respondentes: “Drenagem”.

A análise em relação à escolaridade mostrou que todos respondentes da pergunta se encontram entre as classes “Superior incompleto” e “Pós-graduação”. Como explicado anteriormente, o alcance do questionário foi uma das limitações do trabalho, pois o modo de divulgação direcionou o formulário para grupos onde predominam estudantes universitários. Assim, o grau de escolaridade pode ter influenciado as respostas, proporcionando uma percepção mais ampla dos usuários sobre os fatores ligados à conservação do pavimento.

#### 4.1.6.2 Ciclovias

No Gráfico 8, os escores dos três indicadores relacionados à ciclovias são apresentados. O atributo “Conservação” foi considerado o mais importante para a qualidade da ciclovias, enquanto “Presença de equipamentos de drenagem” foi considerado o menos importante.

**Gráfico 8 - Resultados dos indicadores do elemento “Ciclovias”**



**Fonte:** AUTORA (2019).

Investigando as respostas dos usuários com base no meio de transporte utilizado pelos mesmos, a Tabela 12 mostra a relação entre o modo de transporte e os escores dos indicadores.

Tabela 12 - Relação entre os indicadores da ciclovia e os modos de transporte

Modo de transporte	Conservação	Largura	Presença de equipamentos de drenagem
A pé	1	0	-1
Bicicleta	3	0	-3
Motocicleta	4	-4	0
Transporte coletivo	21	-9	-12
Carro	32	-7	-25

Fonte: AUTORA (2019).

Todos as categorias de transporte apresentaram o atributo “Conservação” como o mais importante para a qualidade da ciclovia. Isso mostra que a condição da superfície da ciclovia é, possivelmente, o fator mais observado não só pelos ciclistas, mas também pelos demais usuários das vias urbanas. Por outro lado, ocorreu divergência quanto ao atributo menos importante: caminhantes, ciclistas e usuários de transporte coletivo e carro indicaram “Presença de equipamentos de drenagem”, enquanto os motociclistas apontaram “Largura”.

Tomando como referência os indivíduos que usam diariamente a bicicleta (já que estes utilizam as ciclovias com maior frequência), ainda que os equipamentos de drenagem possam causar interferências no trajeto, se a ciclovia possuir uma largura satisfatória, esses equipamentos podem ser facilmente desviados pelos ciclistas. Esta situação pode explicar a razão do atributo “Largura” ser o segundo mais importante, sob a ótica dos ciclistas.

Para identificar outros atributos importantes, de acordo com a percepção dos respondentes, a pergunta “Além dos três elementos acima, existem outro(s) que você considera que influencia(m) na qualidade da ciclovia?” foi feita. 25 pessoas (aproximadamente 21% do total) responderam à pergunta, e a Tabela 13 mostra quais fatores foram citados, separados em três categorias. Os valores entre parênteses correspondem ao número de vezes que cada fator foi mencionado.

Na análise do questionário, foram identificadas 10 respostas sobre “Sinalização” e duas sobre “Elemento de separação entre faixa exclusiva de bicicleta e faixa para carros”. Como os elementos de segregação de ciclovias e ciclofaixas para o fluxo de veículos também são uma forma de sinalização, as duas respostas que citam esses elementos foram consideradas como “Sinalização”, totalizando 12 respostas.

Tabela 13 - Outros elementos que influenciam na qualidade da ciclovias

<b>Infraestrutura cicloviária</b>	<b>Interação com os veículos motorizados</b>	<b>Outros</b>
Sinalização (12)	Distância ao fluxo de veículos (2)	Arborização e sombreamento (3)
Comprimento e alcance da rota (3)	Localização entre a faixa de veículos e a calçada (1)	Atratividade (1)
Quantidade de ciclovias e ciclofaixas (1)	Via em que se encontra (1)	Presença de pedestres (1)
Ligação com outras ciclovias e ciclofaixas (1)	Qualidade dos cruzamentos (1)	Respeito dos motoristas (1)
Declividade (1)	Visibilidade (1)	Segurança (1)
Manutenção (1)		

**Fonte:** AUTORA (2019).

O principal meio de transporte utilizado pelos indivíduos que indicaram a sinalização foi analisado, mostrando que 10 são usuários de transporte motorizado (carro, transporte público e motocicleta) e dois são usuários de bicicleta. Isso mostra que a sinalização tem um importante papel na relação veículos-bicicleta, de modo que as informações por ela transmitidas podem contribuir na melhoria da qualidade da relação conturbada entre o transporte motorizado e a bicicleta.

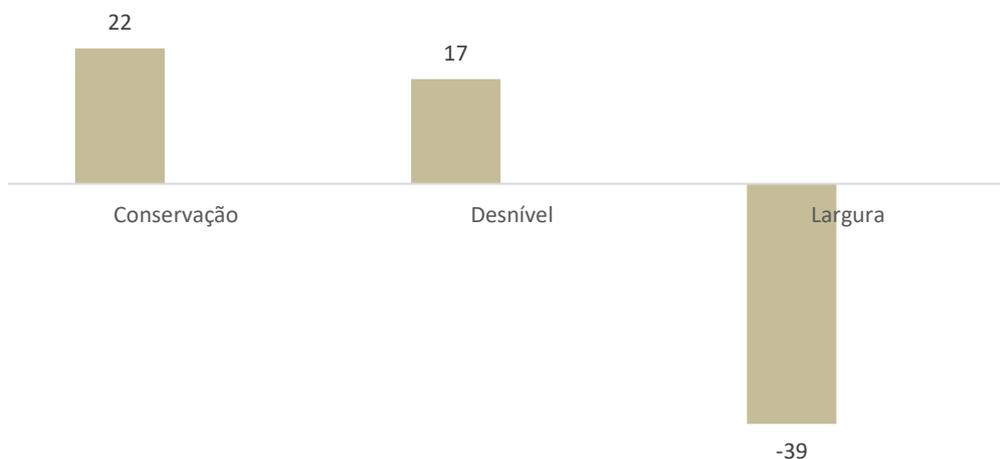
Outros atributos que se destacaram nas respostas foram “Arborização e sombreamento” (mostrando a influência do ambiente sobre as rotas para ciclistas), “Comprimento e alcance das rotas” e “Distância ao fluxo de veículos”. De modo geral, os resultados mostram que, embora os atributos relacionados à infraestrutura cicloviária tenham obtido o maior número de respostas, os aspectos ambientais e o comportamento dos outros agentes do trânsito também são importantes para a qualidade do transporte cicloviário.

#### 4.1.6.3 Calçada

O Gráfico 9 mostra os escores dos três indicadores relacionados à calçada, resultando nos indicadores “Conservação” e “Largura” como o mais e menos importante para a qualidade da calçada, respectivamente. No caso do indicador mais importante, foram identificados escores

próximos para “Conservação” e “Desnível”, mostrando que os respondentes tiveram percepções semelhantes quanto à importância desses dois indicadores.

**Gráfico 9 - Resultados dos indicadores do elemento “Calçada”**



**Fonte:** AUTORA (2019).

A Tabela 14 mostra os escores dos indicadores de acordo com os modos de transporte dos respondentes. Com exceção dos grupos dos usuários da bicicleta e do carro, os demais consideraram o indicador “Conservação” como o mais importante. Ainda, “Largura” foi o indicador menos importante em todos os grupos, exceto para os motociclistas. Esses resultados mostram que, dos quatro elementos analisados, a calçada foi a que apresentou as maiores variações de resultados, em relação ao modo de transporte.

**Tabela 14 - Relação entre os indicadores da calçada e os modos de transporte**

<b>Modo de transporte</b>	<b>Conservação</b>	<b>Desnível</b>	<b>Largura</b>
A pé	1	0	-1
Bicicleta	-1	4	-3
Motocicleta	2	-2	0
Transporte coletivo	9	-1	-8
Carro	11	16	-27

**Fonte:** AUTORA (2019).

A consideração do “Desnível” como o indicador mais importante, por parte dos ciclistas, pode estar relacionada ao fato de alguns ciclistas transitarem pela calçada em locais onde não

existem ciclovia ou ciclofaixa. Esta situação, aliado aos degraus entre as calçadas, proporcionam maior desconforto aos ciclistas, tornando-os mais sensíveis a esses degraus.

Para os usuários do carro, ocorreu uma proximidade entre “Conservação” e “Desnível” como o indicador mais importante para a qualidade da calçada. Nesta categoria, os respondentes podem ser separados em dois grupos, de acordo com a pergunta “Você realiza viagens utilitárias (ir ao trabalho, estudo, compras ou retorno à casa) a pé, em distância superior a um quarteirão, pelo menos três vezes por semana?” do questionário. Um grupo contém os respondentes que utilizam carro, mas eventualmente realizam viagens utilitárias a pé, e o outro grupo contém os que usam apenas o carro para se deslocar. O objetivo é analisar se existem diferenças na percepção dos respondentes de cada grupo, em relação às características das calçadas.

A Tabela 15 mostra a comparação entre os usuários que se deslocam a pé e os usuários do carro, que realizam ou não deslocamentos a pé. Dos 61 respondentes que utilizam o carro como principal meio de transporte, 30 afirmaram realizar viagens a pé. Essa proporção quase igual de respondentes, para os dois tipos de usuários do carro, permitiu uma comparação mais justa entre os escores dos indicadores.

**Tabela 15 – Resultados dos usuários de carro que realizam ou não viagens a pé**

<b>Modo de transporte</b>	<b>Conservação</b>	<b>Desnível</b>	<b>Largura</b>
Carro (realiza viagens utilitárias a pé)	5	8	-13
Carro (não realiza viagens utilitárias a pé)	6	8	-14

**Fonte:** AUTORA (2019).

Analisando a Tabela 15, tem-se que os escores dos indicadores, nos dois grupos, são praticamente iguais. Esse resultado mostra que, embora os usuários do carro que realizam viagens a pé tenham mais contato com as calçadas, comparado aos que não realizam viagens a pé, as percepções desses dois usuários, sobre as calçadas, são equivalentes.

Para registrar outros fatores importantes da calçada, a seguinte pergunta foi realizada: “Além dos três elementos acima, existem outro(s) que você considera que influencia(m) na qualidade da calçada?”. 21 pessoas (aproximadamente 18% do total) responderam à pergunta, e a Tabela 16 mostra os fatores citados pelos respondentes. Os valores entre parênteses correspondem ao número de vezes que cada fator foi citado.

Tabela 16 - Outros elementos que influenciam na qualidade da calçada

<b>Infraestrutura para pedestres</b>	<b>Interação com outros elementos</b>
Obstáculos (7)	Drenagem (2)
Arborização (4)	Acessos e entrada de edifícios (1)
Acessibilidade (3)	Relação estacionamento-calçada (1)
Tipo de revestimento (3)	Visibilidade (1)
Uniformidade do revestimento (3)	
Sinalização para deficientes (1)	
Inclinação (1)	

Fonte: AUTORA (2019).

A análise das respostas mostrou que a maioria dos atributos citados são diretamente relacionados à infraestrutura para os pedestres. Um fato que chamou a atenção foi a percepção dos respondentes em relação às árvores: alguns consideraram a arborização como um fator positivo, que contribui para a melhoria do ambiente onde a calçada está inserida; outros consideraram que as árvores, junto com placas, postes e outros elementos, são obstáculos para os pedestres. Essa ocorrência reitera a importância da construção correta das calçadas, dividindo-a em três faixas para que não ocorra conflitos entre árvores, mobiliários urbanos e pedestres.

Outro atributo que despertou atenção durante a análise das respostas foi “Tipo de revestimento”. Como este fator estava inserido na descrição do indicador “Conservação”, já apresentado no questionário, tal descrição pode não ter ficado clara para os respondentes. Ainda assim, este atributo, junto com “Acessibilidade” e “Uniformidade do revestimento”, foi o terceiro mais citado nas respostas, mostrando que o material utilizado na superfície da calçada é um elemento importante de acordo com os respondentes.

#### 4.1.6.4 Drenagem

No Gráfico 10, os resultados obtidos pelos três indicadores relacionados à drenagem são apresentados. “Conservação” e “Impermeabilização da calçada” foram os indicadores mais e menos importantes, respectivamente. Ainda, apenas o indicador “Impermeabilização da

calçada” obteve escore negativo, apontando a baixa relevância do indicador para os respondentes.

**Gráfico 10 - Resultados dos indicadores do elemento “Drenagem”**



**Fonte:** AUTORA (2019).

A Tabela 17 mostra os escores dos indicadores em relação ao principal modo de transporte usado pelos respondentes. Quase todas as categorias apontaram os mesmos resultados da classificação geral, com “Conservação” e “Impermeabilização da calçada” como os indicadores mais e menos importante para a eficiência da drenagem, respectivamente. As exceções foram as categorias dos usuários do transporte coletivo, que consideraram “Limpeza” como o indicador mais importante, e a dos motociclistas, que apresentou “Limpeza” como o menos importante.

Além de ser o mais importante segundo os usuários do transporte coletivo, o indicador “Limpeza” possui escores próximos ao do indicador “Conservação” nas categorias dos caminhantes e dos usuários de bicicleta e carro. Embora as categorias “A pé” e “Bicicleta” não tenham uma alta significância, devido ao pequeno número de respondentes, é possível que os respondentes tenham uma percepção semelhante sobre a importância dos indicadores “Conservação” e “Limpeza”.

Tabela 17 - Relação entre os indicadores da drenagem e os modos de transporte

<b>Modo de transporte</b>	<b>Conservação</b>	<b>Impermeabilização da calçada</b>	<b>Limpeza</b>
A pé	1	-1	0
Bicicleta	3	-3	0
Motocicleta	7	-3	-4
Transporte coletivo	8	-19	11
Carro	21	-38	17

**Fonte:** AUTORA (2019).

Para registrar outros fatores importantes da drenagem, a seguinte pergunta foi realizada: “Além dos três elementos acima, existem outro(s) que você considera que influencia(m) na eficiência da drenagem?”. Apenas 10 pessoas (cerca de 8% do total) responderam à pergunta, e a Tabela 18 mostra quais fatores foram citados, separados em três categorias. Os valores entre parênteses correspondem ao número de vezes que cada fator foi mencionado.

Tabela 18 - Outros elementos que influenciam na qualidade da drenagem

<b>Fatores ligados ao sistema de drenagem</b>	<b>Fatores ligados às edificações</b>	<b>Outros</b>
Erros de dimensionamento de projeto (1)	Drenagem individual das edificações (2)	Horário da coleta de lixo (1)
Inclinação mínima, transversal e longitudinal, da rua (1)	Impermeabilização dos terrenos (1)	Falta de educação da população (1)
Quantidade de saídas de água na rua (1)	Ausência de árvores nas calçadas (1)	Presença de sujeiras (1)

**Fonte:** AUTORA (2019).

Percebe-se que ocorreu uma grande variação nas respostas, pois apenas o atributo “Drenagem individual das edificações” foi apontado por dois respondentes. Ainda, a maioria dos atributos citados estão relacionados ao próprio sistema de drenagem, tanto na dimensão pública (inclinação das vias e equipamentos de drenagem) e individual (drenagem das edificações). Isso corrobora com o atributo “Conservação” ter resultado como o mais importante entre os três apresentados no questionário, pois a percepção dos respondentes está mais voltada para os elementos que compõem o sistema de drenagem.

A análise dos respondentes em relação à escolaridade mostrou que, assim como visto no elemento “Pavimento”, quase todos os respondentes da pergunta encontram-se entre as classes “Superior incompleto” e “Pós-graduação”. Com isso, o grau de escolaridade pode ter influenciado as respostas, direcionando-as para fatores técnicos que, provavelmente, não seriam facilmente citados por respondentes com escolaridade inferior.

## 4.2 AVALIAÇÃO DAS VIAS

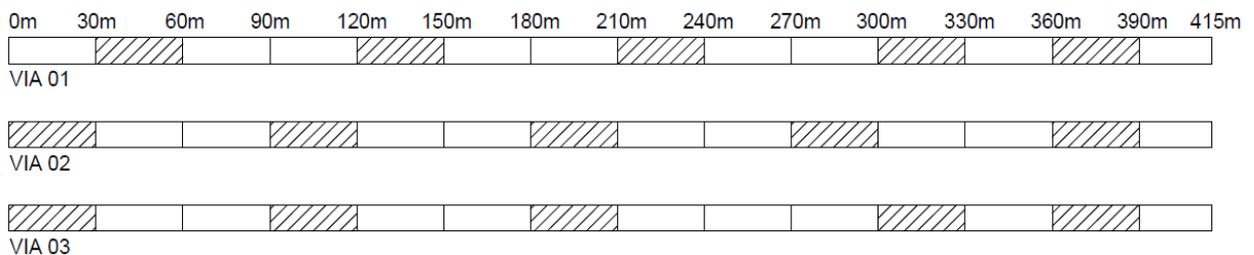
### 4.2.1 Definição da escala para avaliação dos elementos

A partir dos valores de referência e dos parâmetros de avaliação encontrados na literatura, foram definidas as escalas para classificar os indicadores e, assim, avaliar a qualidade dos elementos que compõem as vias urbanas. O Apêndice B apresenta as escalas finais dos indicadores e as referências utilizadas no desenvolvimento de cada uma.

### 4.2.2 Definição da amostra

Conforme citado anteriormente, três vias foram escolhidas para a análise dos elementos do sistema viário. Em cada via, um segmento com 415 metros de extensão foi demarcado, de onde foram retiradas 5 amostras de 30 metros de extensão para avaliação dos elementos. A Figura 14 mostra as amostras selecionadas em cada via.

**Figura 14 - Identificação das amostras selecionadas em cada via**



**Fonte:** AUTORA (2019).

### 4.2.3 Levantamento e análise dos dados

Os tópicos a seguir mostram as considerações feitas durante o levantamento e análise dos dados, desde a atribuição das notas pelos avaliadores até a classificação final das vias.

- 1) Análise das amostras: Em cada via, as 5 amostras foram analisadas por três avaliadores, de acordo com o método apresentado no Apêndice B.
  - a) Análise por sentido/faixa de deslocamento: As três vias escolhidas possuem sentido duplo de deslocamento, portanto, optou-se por avaliar cada um dos sentidos individualmente.
- 2) Nota final dos indicadores, para cada via: A nota final, para cada indicador, foi obtida a partir da média entre as notas das 5 amostras.

Assim, cada sentido/faixa da via, ao final dos cálculos, obteve 36 notas: uma nota para cada um dos 12 indicadores, de cada um dos três avaliadores.

Como o objetivo é analisar a homogeneidade entre as notas e, conseqüentemente, a aplicabilidade do método de avaliação, o desvio padrão e o coeficiente de variação foram calculados sobre os resultados de cada via avaliada.

- Via 01

A Tabela 19 apresenta os valores máximo (coluna MÁX) e mínimo (coluna MÍN) das notas dos três avaliadores, para cada sentido de deslocamento da via, além do desvio padrão (coluna DP) e coeficiente de variação (coluna CV) entre as notas.

O pavimento foi o único dos quatro elementos avaliados que apresentou uma condição muito boa nos três indicadores, oferecendo assim boa qualidade e conforto aos usuários. A calçada foi o elemento mais crítico, onde os indicadores variaram entre as classificações “Regular” e “Muito ruim”. Para a ciclofaixa e a drenagem, foram registradas as maiores variações entre os indicadores, com classificações entre “Bom” e “Muito ruim”.

Na análise estatística dos dados, considerando como aceitável um coeficiente de variação de até 15%, tem-se que, no Sentido 01, dois indicadores do elemento “Calçada” e um do elemento “Drenagem” apresentaram alta variação; no Sentido 2, dois indicadores do elemento “Ciclovias” e um de ambos “Drenagem” e “Calçada” apresentaram resultados satisfatórios. Assim, o único elemento que obteve todos os resultados aceitáveis foi “Pavimento”. Isso se justifica pela baixa presença de defeitos na via, o que contribuiu para uma

melhor correspondência entre as notas, além do fato de os avaliadores possuírem um maior grau de conhecimento para analisar este elemento.

**Tabela 19 - Análise estatística para as notas da Via 01**

		SENTIDO 01				SENTIDO 02			
		MÁX	MÍN	DP	CV	MÁX	MÍN	DP	CV
<b>PAVIMENTO</b>	Panela	5,00	4,66	0,20	4,02%	5,00	4,50	0,29	5,97%
	Remendo	4,60	4,10	0,25	5,75%	4,48	4,10	0,22	5,19%
	Trinca	5,00	4,44	0,32	6,72%	5,00	4,46	0,31	6,47%
<b>CICLOFAIXA</b>	Conservação	-	-	-	-	3,90	3,62	0,14	3,73%
	Largura	-	-	-	-	1,00	0,46	0,27	<b>36,24%</b>
	Eq. Drenagem*	-	-	-	-	5,00	2,70	1,33	<b>31,37%</b>
<b>DRENAGEM</b>	Conservação	3,25	2,96	0,16	5,12%	2,90	2,40	0,25	9,45%
	Imp. Calçada**	2,62	2,24	0,19	7,92%	2,00	1,58	0,21	11,79%
	Limpeza	2,10	1,00	0,57	<b>34,81%</b>	2,38	1,30	0,54	<b>28,97%</b>
<b>CALÇADA</b>	Conservação	1,10	0,60	0,26	<b>33,07%</b>	2,32	1,80	0,26	12,59%
	Desnível	1,58	1,36	0,12	8,10%	2,70	1,80	0,46	<b>19,92%</b>
	Largura	2,66	1,60	0,55	<b>24,74%</b>	2,76	2,60	0,09	3,41%

\*Indicador “Presença de equipamento de drenagem”

\*\*Indicador “Impermeabilização da calçada”

Fonte: AUTORA (2019).

Um indicador que apresentou variações elevadas nos dois sentidos foi “Limpeza”, do elemento “Drenagem”. Tal fato poderia indicar que parâmetros de avaliação não estavam muito claros e, devido a isso, os avaliadores tiveram interpretações consideravelmente diferentes para este indicador. A partir dessa ocorrência e das demais variações observadas, foram feitos alguns ajustes nos parâmetros de avaliação, após a análise dessa via.

- Via 02

A Tabela 20 apresenta os valores máximo (coluna MÁX) e mínimo (coluna MÍN) das notas dos três avaliadores para a Via 02, além do desvio padrão (coluna DP) e coeficiente de variação (coluna CV) entre as notas.

Assim como na Via 01, o pavimento foi o elemento que apresentou a melhor qualidade, considerando os três indicadores avaliados. Com exceção do “Trinca”, que teve um sentido com condição “Muito bom” e outro com condição “Bom”, os outros dois indicadores atingiram a classificação “Muito bom”, em ambos os sentidos de deslocamento. A calçada apresentou resultados semelhantes para os dois sentidos, com os indicadores variando entre “Bom” e “Regular”. Já as maiores variações entre os indicadores foram registradas para a ciclofaixa (com

classificações entre “Muito ruim” e “Muito bom”) e a drenagem (com classificações entre “Ruim” e “Bom”).

**Tabela 20 - Análise estatística para as notas da Via 02**

		SENTIDO 01				SENTIDO 02			
		MÁX	MÍN	DP	CV	MÁX	MÍN	DP	CV
<b>PAVIMENTO</b>	Panela	4,96	4,64	0,16	3,33%	5,00	4,34	0,34	7,18%
	Remendo	5,00	4,64	0,19	3,83%	4,86	4,46	0,22	4,58%
	Trinca	4,64	3,60	0,52	12,61%	3,90	3,10	0,46	12,71%
<b>CICLOFAIXA</b>	Conservação	3,66	3,60	0,03	0,84%	-	-	-	-
	Largura	1,00	0,16	0,43	<b>83,21%</b>	-	-	-	-
	Eq. Drenagem	4,80	3,78	0,54	12,30%	-	-	-	-
<b>DRENAGEM</b>	Conservação	3,80	3,00	0,40	11,88%	3,88	3,00	0,44	12,76%
	Imp. Calçada	3,32	2,00	0,69	<b>24,83%</b>	2,78	0,40	1,21	<b>70,27%</b>
	Limpeza	3,06	2,40	0,38	14,54%	3,46	3,00	0,27	8,42%
<b>CALÇADA</b>	Conservação	3,18	2,60	0,29	10,09%	3,62	3,20	0,21	6,16%
	Desnível	4,04	3,50	0,27	7,17%	3,34	3,10	0,12	3,78%
	Largura	4,20	3,62	0,29	7,48%	3,50	3,10	0,22	6,57%

**Fonte:** AUTORA (2019).

Quanto à análise estatística dos dados, percebe-se que houve uma redução no número de resultados insatisfatórios entre a Via 01 e 02: de 7 para 3, respectivamente. Isso mostra que, após a primeira via analisada, os avaliadores adquiriram experiência sobre o método, o que contribuiu para a atribuição de notas semelhantes. Entretanto, o indicador “Presença de equipamento de drenagem apresentou alta variação de resultados, nos dois sentidos de deslocamento, mostrando que os avaliadores tiveram percepções e interpretações diferentes durante sua avaliação.

O outro indicador que apresentou alta variação foi “Largura”, do elemento “Ciclovias”, e o seu coeficiente de variação foi o maior entre todos os resultados, para as três vias. Analisando as notas máxima e mínima atribuídas pelos avaliadores, percebe-se que, embora os valores pertençam à mesma categoria na escala de avaliação, há uma grande diferença entre as notas. A medição da largura da ciclofaixa dessa via resultou em 1,98 m e, sendo uma ciclofaixa bidirecional, tal largura é inferior à mínima estabelecida nos parâmetros de avaliação. Entretanto, a escala estabelece um valor entre 0,0 e 1,0 para essa situação, e a nota final depende do julgamento dos avaliadores. Essa ocorrência revelou uma deficiência na escala, que é a grande margem de notas entre as categorias de avaliação.

- Via 03

A Tabela 21 apresenta os valores máximo (coluna MÁX) e mínimo (coluna MÍN) das notas dos três avaliadores, além do desvio padrão (coluna DP) e coeficiente de variação (coluna CV) entre as notas.

**Tabela 21 - Análise estatística para as notas da Via 03**

		SENTIDO 01				SENTIDO 02			
		MÁX	MÍN	DP	CV	MÁX	MÍN	DP	CV
<b>PAVIMENTO</b>	Panela	4,94	4,40	0,28	5,89%	5,00	4,64	0,18	3,75%
	Remendo	4,52	3,80	0,37	9,05%	4,70	3,86	0,47	11,41%
	Trinca	4,60	3,56	0,53	13,19%	4,44	3,90	0,27	6,47%
<b>CICLOFAIXA</b>	Conservação	3,02	2,60	0,24	8,57%	-	-	-	-
	Largura	0,60	0,16	0,24	<b>72,34%</b>	-	-	-	-
	Eq. Drenagem	4,70	2,90	0,99	<b>24,46%</b>	-	-	-	-
<b>DRENAGEM</b>	Conservação	3,00	2,20	0,40	<b>15,38%</b>	3,24	2,00	0,66	<b>23,94%</b>
	Imp. Calçada	2,44	2,00	0,25	11,83%	2,68	2,00	0,34	14,89%
	Limpeza	2,60	2,00	0,30	13,04%	2,94	2,20	0,37	14,62%
<b>CALÇADA</b>	Conservação	3,42	2,50	0,46	<b>15,76%</b>	3,66	3,10	0,29	8,59%
	Desnível	3,52	2,94	0,30	9,40%	3,90	3,23	0,36	9,91%
	Largura	3,92	2,90	0,51	14,91%	3,82	2,90	0,50	<b>15,58%</b>

**Fonte:** AUTORA (2019).

Assim como nas vias anteriores, o pavimento apresentou a melhor qualidade entre os quatro elementos avaliados. Todos os indicadores atingiram a condição “Muito bom”, exceto “Trinca”, que apresentou um sentido com condição “Muito bom” e outro com condição “Bom”. A ciclovia foi o elemento com as maiores variações entre os indicadores, com classificações entre “Muito ruim” e “Bom”. Para a calçada, os resultados variaram entre “Regular” e “Bom”, enquanto na drenagem todos os indicadores atingiram a condição “Regular”.

Na análise estatística, 6 resultados insatisfatórios foram identificados, entretanto, 3 apresentaram coeficiente de variação apenas um pouco superior a 15%, o que pode ser considerado aceitável dentro uma margem de erro. Dos outros 3 insatisfatórios, 2 foram de indicadores do elemento “Ciclovias”, e a mesma ocorrência da Via 02 para o indicador “Largura” se repetiu nessa via. Assim, reitera-se a necessidade de ajustar as categorias e os parâmetros de avaliação, de modo a reduzir as variações entre as notas dos respondentes.

Conforme visto nos tópicos acima, o método de avaliação proposto utiliza a média das notas dos avaliadores para classificar a condição dos indicadores. Entretanto, não foram definidos os critérios para a classificação final de pavimentos, ciclovias/ciclofaixas, calçadas e

drenagem, com base nos seus respectivos indicadores. A partir disso, o questionário surge como a ferramenta para definir tais critérios, pois além de apontar os atributos mais e menos importantes de acordo com os usuários, os escores podem ser usados para estabelecer fatores de ponderação para cada um dos indicadores.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi composto por duas partes: a determinação da importância percebida pelos usuários, sobre características dos quatro elementos que compõem as vias urbanas (pavimentos, ciclovias/ciclofaixas, calçadas e drenagem); e o desenvolvimento de um método para avaliar tais elementos.

Na primeira parte, um questionário foi desenvolvido a partir da técnica de preferência declarada *Best-Worst Scaling*, caso 1, sendo sua amostra constituída por 117 residentes de João Pessoa. As respostas do questionário criaram um ranking entre os indicadores apresentados para cada um dos elementos das vias, o qual permitiu a identificação dos indicadores mais ou menos importantes para a qualidade dos elementos. Essa hierarquização pode ser utilizada, pelos tomadores de decisão, como base no planejamento das intervenções a serem feitas nas vias, priorizando os atributos mais importantes sob a ótica dos usuários.

A técnica *Best-Worst Scaling* se mostrou uma ferramenta de grande valor para identificar a importância dos indicadores pois, ao permitir a comparação simultânea dos três indicadores, a análise dos resultados se tornou simples e precisa. Os resultados mostraram que, para ciclovias, calçadas e drenagem, o indicador “Conservação” foi o mais importante segundo os respondentes. Isso mostra que o tipo de material e a condição da superfície, no caso das ciclovias e calçadas, e a condição dos equipamentos, no caso da drenagem, são os atributos que recebem mais atenção dos usuários nas vias urbanas. Ainda, “Buraco/Panela” foi o indicador mais importante para o pavimento, com ampla vantagem sobre os demais, evidenciando o impacto que este defeito tem sobre os usuários.

Na segunda parte do trabalho, o método de avaliação dos elementos das vias foi desenvolvido, com base nos parâmetros encontrados na revisão bibliográfica. A escala de avaliação estabelecida possui cinco níveis, de modo que, com a visita a uma determinada via, seja possível classificar a situação atual de cada um de seus elementos. O método foi utilizado na avaliação de três vias da cidade de João Pessoa (PB), para testar sua aplicação e indicar quais parâmetros deveriam passar por ajustes. A análise estatística das notas dos avaliadores mostrou que, embora se tenha registrado três casos de coeficientes de variação elevados, a maioria dos indicadores obteve resultados satisfatórios, nas três vias.

Com base nas limitações observadas durante o desenvolvimento do trabalho, sugere-se que, em relação à pesquisa de opinião, o questionário seja realizado nas próprias vias urbanas,

abordando assim os mais diferentes usuários. Quanto ao método de avaliação das vias, a sugestão é acrescentar outros indicadores, tendo como base os que foram citados pelos respondentes no questionário e outros identificados durante a coleta de dados, como a declividade transversal das calçadas e a invasão das sarjetas por rampas de acesso às edificações. Assim, seria possível criar um banco de dados diverso sobre as vias urbanas, fornecendo as informações necessárias ao planejamento de intervenções e à criação de diretrizes para a construção dos elementos das vias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, T. P. e. **Índice de condição baseado em defeitos superficiais para gerência de pavimentos urbanos**. 2017. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB. 140p.

ALBUQUERQUE, T. P. e; MELO, R. A de; MORAIS, L. M. B. de; ARAÚJO, L. G. C. de A. e. Análise de avaliações subjetivas para desenvolvimento de índice de condição de pavimentos. **21ª Reunião de Pavimentação Urbana**. São Paulo, SP. 2018.

ALBUQUERQUE, T. P. e, OLIVEIRA, L. Q. L.; MEDEIROS, R. de S.; MORAIS, L. M. B. de; OLIVEIRA, L. M. de; MELO, R. A de. Análise comparativa de índices para avaliação da condição de pavimento urbanos. **Anais do XXXI Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino e Pesquisa em Transporte**. Recife, PE. p. 1176 – 1187. 2017.

BATISTA, B. B. **Hierarquização das características das calçadas de acordo com a percepção dos usuários**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 83p. 2018.

BATISTA, B. B.; SAMIOS, A. A. B. Hierarquização das características das calçadas de acordo com a percepção dos usuários. **Anais do 32º Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino e Pesquisa em Transporte**. Gramado, RS. p. 2701 – 2713. 2018.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G. da; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABEDA. 2006. 504p.

BLAIR, C. W.; BATES JR, E. G.; DREVINSKY, D. M. **Pavement management for low-volume roads**. Transportation Research Record 1106.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**. 1997. Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9503.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503.htm)>. Acesso em: 11/01/19.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal de Saneamento Básico**. 2007. Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm)>. Acesso em: 17/01/19.

\_\_\_\_\_. **Medida Provisória Nº 868**. 2018. Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Mpv/mpv868.htm#art5](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Mpv/mpv868.htm#art5)>. Acesso em: 17/01/19.

\_\_\_\_\_. **Política Nacional de Mobilidade Urbana**. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm)>. Acesso em: 11/01/19.

\_\_\_\_\_. **Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana -Transporte Ativo**. 2017. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/Caderno\\_tecnico\\_Transporte\\_Ativo.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/Caderno_tecnico_Transporte_Ativo.pdf)>. Acesso em: 11/01/19.

DANIELESKI, M. L. **Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos: aplicação à rede viária de Porto Alegre**. 2004. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 187p.

Departamento Nacional de Infraestrutura em Transportes. DNIT 005 – TER. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos**. 2003b.

\_\_\_\_\_. DNIT 006 - PRO. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos**. 2003.

\_\_\_\_\_. DNIT 008 - PRO. **Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis**. 2003.

\_\_\_\_\_. DNIT 009 - PRO. **Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos**. 2003a.

\_\_\_\_\_. **Manual De Gerência De Pavimentos**. (2011).

FERNANDES, F. M. L. da S. **Software de gerenciamento de pavimentos aplicado a vias urbanas de cidades de pequeno a médio porte**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 106p.

FERREIRA, M. A. G.; SANCHES, S da P. Índice de qualidade das calçadas - IQC. **Revista dos Transportes Públicos, ANTP**. São Paulo, p. 47 – 60. 2001.

FHWA. **Distress Identification Manual for the Long-term Pavement Performance Program**. 5. ed. McLean, VA. 2014.

FLYNN, T. N.; MARLEY, A. A. J. **Best Worst Scalling: Theory and Methods**. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/9ee7/513116a8fa37c4bc7ff2e5b904117695aa23.pdf>> Acesso em: 22/01/19.

FONSECA, N. F. da S.; MANZATO, G. G.; TEIXEIRA, I. P.; SILVA, A. N. R. da. Um índice para a caracterização da oferta de infraestrutura cicloviária. **Anais do 32º Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino e Pesquisa em Transporte**. Gramado, RS. p. 2630 – 2641. 2018.

FREIRE, R. A. **Infraestrutura urbana**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A. 2017. 200p.

GEIPOT. **Manual de Planejamento Cicloviário**. Brasília: GEIPOT. 2001. 126p.

HAAS, R.; HUDSON, R. W.; ZANIEWSKI, J. P. **Modern pavement management**. Melbourne, Fl. 1994. 604p.

ITDP BRASIL. **Índice de Caminhabilidade: Ferramenta**. 2018. v. 2, n. 2. 66p. Disponível em: <<https://itdpbrasil.org/icam2/>>. Acesso em: 11/01/19.

LOUVIERE, J.; LINGS, I.; ISLAM, T.; GUDERGAN, S.; FLYNN, T. An introduction to the Application of (Case 1) Best-Worst Scalling in Marketing Research. **International Journal of Research in Marketing**. n. 30, p. 292 – 303. 2016.

LUZ, L. C. da; TRICHÊS, G. Avaliação do desempenho do segmento monitorado de Itapoá. **Anais do XXX Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino e Pesquisa em Transporte**. Rio de Janeiro, RJ. 2016.

MAGALHÃES, J. R. L.; CAMPOS, V. B. G.; BANDEIRA, R. A. de M. Análise de variáveis para estimativa de viagens por bicicletas: um estudo no município do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Transportes**. v. 26, n. 4, p. 30 – 46. 2018.

MAROVIĆ, I.; ANDROJIĆ, I.; JAJAC, N.; HANÁK, T. Urban road infrastructure maintenance planning with application of neural networks. **Complexity**. v. 2018. 10p. 2018.

MASCARÓ, J. L. **Loteamentos urbanos**. 1. ed. Porto Alegre: L, Mascaró. 2003. 210p.

MEDEIROS, R. de S.; ALBUQUERQUE, T. P. e; MORAIS, L. M. B. de; ARAÚJO, L. G. C. de A e; MELO, R. A de. Avaliação das condições de conservação de pavimentos, drenagem e calçadas em vias da cidade de João Pessoa. **Anais do 32º Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino e Pesquisa em Transporte**. Gramado, RS. p. 1297 – 1308. 2018b.

MEDEIROS, R. de S.; Silva, L. F da; FIDELIS, M. M. C.; ARAÚJO, V. B. de O.; MELO, R. A. de. Análise comparativa entre métodos de avaliação subjetiva e objetiva em pavimentos urbanos. **21ª Reunião de Pavimentação Urbana**. São Paulo, SP. 2018a.

MELO, R. A.; PEREIRA, H. L. Avaliação da condição dos pavimentos, drenagem e calçadas da cidade do Recife. **Anais da 35ª Reunião Anual de Pavimentação**. Rio de Janeiro, RJ. 2004.

Observatório das Metrôpoles. **IBEU Municipal – Índice de Bem-Estar Urbano dos Municípios Brasileiros**. Rio de Janeiro. 2018.

PIRES, I. B.; MAGAGNIN, R. C. Elaboração de índice de caminhabilidade sob a percepção de especialistas. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**. v. 6, n. 38, p. 44 – 59. 2018.

PRASTACOS, P.; LAGARIAS, A. Urban form and transportation infrastructure in European cities. **4th Conference on Sustainable Urban Mobility**. Skiathos Island. 2018.

ROMANO, A. B.; TACO, P. W. G.; MARIANO, A. M.; FEITOSA, Z. O. Revisão bibliométrica dos fatores que influenciam o uso de bicicleta fazendo uso da teoria do enfoque meta analítico consolidado (TEMAC). **Anais do 32º Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino e Pesquisa em Transporte**. Gramado, RS. p. 2726 – 2737. 2018.

SANTOS JÚNIOR, V. J. dos. Avaliação da fragilidade no sistema de drenagem pluvial urbana: o caso da bacia hidrográfica do córrego das Melancias em Montes Claros – MG. **Revista Monografias Ambientais**. v. 13, n. 5, p. 3986 – 3997. 2014.

SILVA, C. M.; MATSUNAGA, L. H.; GUNTHER, H.; NETO, I. L. A cidade convida para caminhar? Um estudo sobre a percepção de caminhabilidade no Distrito Federal. **Anais do XXXI Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino e Pesquisa em Transporte**. Recife, PE. p. 2463 – 2473. 2017.

SILVA, C. P. **Desenvolvimento de um sistema de gerência de pavimentos aplicado ao Campus I da Universidade Federal da Paraíba**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB. 85p. 2018.

SILVA, E. M.; PEREIRA, L. V. S. L.; PINTO, I. C. M. de S. Análise qualitativa do conforto e segurança em vias de acesso à cidade de Palmeira dos Índios – AL. **21ª Reunião de Pavimentação Urbana**. São Paulo, SP. 2018.

SILVA JÚNIOR, M. A. B. da; SANTOS, C. P. dos; FONSECA NETO, G. C. da; CABRAL, J. J. da S. P. Avaliação dos indicadores de fragilidade do sistema de drenagem urbana de m bairro em Olinda-PE. **Anais do XII Encontro Nacional de Águas Urbanas**. 2018.

SILVEIRA, M. O. da; MAIA, M. L. A. Variáveis que influenciam no uso da bicicleta e as crenças da teoria do comportamento planejado. **Revista Transportes**. v. 23, n. 1, p. 24-36. 2015.

VARGAS, J. C. B.; URIARTE, A. M. L.; CYBIS, H. B. B. Explorando as viagens a pé: estrutura urbana e sensação de segurança. **Anais do XXX Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino e Pesquisa em Transporte**. Rio de Janeiro, RJ. p. 1847 – 1859. 2016.

WATANABE, R. M. **Boca de lobo**. 2018. Disponível em:  
<<http://www.ebanataw.com.br/drenagem/bocadelobo.htm>>. Acesso em: 13/01/19.

WRI BRASIL. **8 Princípios da Calçada**. 2017. 134. p. Disponível em:  
<<http://wricidades.org/research/publication/8-principios-da-calcada>>. Acesso em: 11/01/19.

ZMITROWICZ, W.; ANGELIS NETO, G. de. **Infra-Estrutura Urbana**. Universidade de São Paulo. 1997. 36p. Disponível em:  
<[http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT\\_00017.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00017.pdf)>. Acesso em 08/01/19.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A** – QUESTIONÁRIO

**APÊNDICE B** – MODELO DE AVALIAÇÃO PARA O SISTEMA VIÁRIO URBANO

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

## Percepção dos usuários sobre elementos relacionado a pavimentos, ciclovias, calçadas e drenagem pluvial

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar a importância de indicadores relacionados a pavimentos, ciclovias, calçadas e drenagem de águas de chuva, elementos que compõem as vias urbanas. A pesquisa faz parte de um trabalho de conclusão de curso do curso de Engenharia Civil da UFPB, desenvolvido por Rafaela de Sousa Medeiros.

O questionário é totalmente anônimo, sem respostas certas ou erradas. Leia as questões com atenção e responda conforme indicado.

Dúvidas e/ou informações sobre a pesquisa, bem como se desejar obter os resultados da mesma, pode contatar a pesquisadora responsável a partir do e-mail: [imrafaela@hotmail.com](mailto:imrafaela@hotmail.com)

Obrigada pela participação!

\* Required

Você concorda em participar dessa pesquisa? \*

Sim

Não

1 - Qual é o seu sexo? \*

Feminino

Masculino

2 - Qual é a sua faixa etária? \*

Menos de 20 anos

Entre 20 e 30 anos

Entre 31 e 40 anos

Entre 41 e 50 anos

Entre 51 e 60 anos

Mais de 60 anos

3 - Qual a sua escolaridade? \*

- Ensino fundamental incompleto
- Ensino fundamental completo
- Ensino médio incompleto
- Ensino médio completo
- Ensino superior completo
- Ensino superior incompleto
- Pós-graduação

4 - Se possuir ou estiver cursando ensino superior, especifique o curso

Your answer

---

5 - Qual é sua ocupação? (Se estiver trabalhando e também estudando, marque a opção "Empregado") \*

- Empregado
- Desempregado
- Autônomo
- Aposentado
- Estudante
- Outro

6 - Se respondeu "Outro" na questão anterior, especifique aqui

Your answer

---

7 - Em qual cidade você mora atualmente? \*

Your answer

---

8 - Qual é o PRINCIPAL meio de locomoção que você utiliza para se locomover diariamente? \*

- Carro (pessoal, compartilhado, táxi ou Uber)
- Motocicleta
- Transporte coletivo (ônibus ou trem)
- Bicicleta
- A pé

Sobre o asfalto das ruas, considere os seguintes elementos:

**BURACOS:** presença de área(s) com aberturas na superfície do asfalto;

**REMENDOS:** presença de área(s) onde foi aplicado um novo material sobre o asfalto que já existia;

**TRINCAS:** presença de área(s) com rachaduras ligadas umas às outras no asfalto.

**9 - Dentre os três elementos apresentados, assinale qual você considera MAIS influente em relação à conservação do asfalto \***

- Buracos
- Remendos
- Trincas

**10 - Dentre os três elementos apresentados, assinale qual você considera MENOS influente em relação à conservação do asfalto \***

- Buracos
- Remendos
- Trincas

**11 - Além dos três elementos acima, existem outro(s) que você considera que influencia(m) na conservação do asfalto? Se sim, escreva aqui.**

Your answer

---

Sobre as cicloviás (espaços para circulação de bicicletas) considere os seguintes elementos:

**CONSERVAÇÃO:** tipo de material usado e condição da superfície da ciclovia;

**LARGURA:** espaço efetivo para a circulação dos ciclistas, levando em conta as obstruções e os obstáculos presentes;

**PRESENÇA DE EQUIPAMENTOS DE DRENAGEM:** presença de sarjetas e bocas-de-lobo no caminho dos ciclistas.

**12 - Dentre os três elementos apresentados, assinale qual você considera MAIS influente em relação à qualidade da ciclovia \***

- Conservação
- Largura
- Presença de equipamentos de drenagem

**13 - Dentre os três elementos apresentados, assinale qual você considera MENOS influente em relação à qualidade da ciclovia \***

- Conservação
- Largura
- Presença de equipamentos de drenagem

**14 - Além dos três elementos acima, existem outro(s) que você considera que influencia(m) na qualidade das cicloviás? Se sim, escreva aqui.**

Your answer

---

Sobre a calçada, considere os seguintes elementos:

CONSERVAÇÃO: tipo de material usado e condição da superfície da calçada;

DESNÍVEL: diferença de altura/degraus entre calçadas consecutivas;

LARGURA: espaço efetivo para a circulação de pedestres, levando em conta as obstruções e obstáculos presentes na calçada;

15 - Dentre os três elementos apresentados, assinale qual você considera MAIS influente em relação à qualidade da calçada \*

- Conservação
- Desnível
- Largura

16 - Dentre os três elementos apresentados, assinale qual você considera MENOS influente em relação à qualidade da calçada \*

- Conservação
- Desnível
- Largura

17 - Além dos três elementos acima, existem outro(s) que você considera que influencia(m) na qualidade da calçada? Se sim, escreva aqui.

Your answer

---

Sobre a drenagem de água da chuva, considere os seguintes elementos:

CONSERVAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE COLETA: condição e funcionamento das sarjetas e bocas-de-lobo;

IMPERMEABILIZAÇÃO DA CALÇADA: calçadas sem grama, árvores, canteiros e outras áreas verdes;

PRESENÇA DE SUJEIRA NAS RUAS: presença e acúmulo de areia, folhas e outros resíduos nas ruas.

18 - Dentre os três elementos apresentados, assinale qual você considera MAIS influente em relação à eficiência do sistema de drenagem \*

- Conservação dos equipamentos de coleta
- Impermeabilização das calçadas
- Presença de sujeira nas ruas

19 - Dentre os três elementos apresentados, assinale qual você considera MENOS influente em relação à eficiência do sistema de drenagem \*

- Conservação dos equipamentos de drenagem
- Impermeabilização das calçadas
- Presença de sujeira nas ruas

20 - Além dos três elementos acima, existem outro(s) que você considera que influencia(m) na qualidade da drenagem? Se sim, escreva aqui.

Your answer

---

21 - Você realiza viagens utilitárias (ir ao trabalho, estudo, compras ou retorno à casa) a pé, em distância superior a um quarteirão, pelo menos três vezes por semana? \*

- Sim
- Não

22 - Você utiliza bicicleta para realizar viagens utilitárias (ir ao trabalho, estudo, compras ou retorno à casa) ou para lazer? \*

- Sim
- Não

BACK

SUBMIT

## APÊNDICE B – MODELO DE AVALIAÇÃO PARA O SISTEMA VIÁRIO URBANO

### PAVIMENTO

#### Trinca por fadiga

<i>Muito ruim (0,0-1,0)</i>	Trecho com muito alta quantidade de trincas (acima de 75% de sua área)
<i>Ruim (1,1-2,0)</i>	Trecho com alta quantidade de trincas (entre 50% e 75% de sua área)
<i>Regular (2,1-3,0)</i>	Trecho com quantidade moderada de trincas (entre 25% e 50% de sua área)
<i>Bom (3,1-4,0)</i>	Trecho com baixa quantidade de trincas (entre 10% e 25% de sua área)
<i>Muito bom (4,1-5,0)</i>	Trecho com muito baixa quantidade de trincas (menos de 10% de sua área)

Base: Manual SHRP (FHWA, 2014)

#### Panela

<i>Muito ruim (0,0-1,0)</i>	Trecho com muito alta quantidade de panelas (acima de 75% de sua área)
<i>Ruim (1,1-2,0)</i>	Trecho com alta quantidade de panelas (entre 50% e 75% de sua área)
<i>Regular (2,1-3,0)</i>	Trecho com quantidade moderada de panelas (entre 25% e 50% de sua área)
<i>Bom (3,1-4,0)</i>	Trecho com baixa quantidade de panelas (entre 10% e 25% de sua área)
<i>Muito bom (4,1-5,0)</i>	Trecho com muito baixa quantidade de panelas (menos de 10% de sua área)

Base: Manual SHRP (FHWA, 2014)

#### Remendo

<i>Muito ruim (0,0-1,0)</i>	Trecho com muito alta quantidade de remendos (acima de 75% de sua área)
<i>Ruim (1,1-2,0)</i>	Trecho com alta quantidade de remendos (entre 50% e 75% de sua área)
<i>Regular (2,1-3,0)</i>	Trecho com quantidade moderada de remendos (entre 25% e 50% de sua área)
<i>Bom (3,1-4,0)</i>	Trecho com baixa quantidade de remendos (entre 10% e 25% de sua área)
<i>Muito bom (4,1-5,0)</i>	Trecho com muito baixa quantidade de remendos (menos de 10% de sua área)

Base: Manual SHRP (FHWA, 2014)

### CICLOVIA

#### Conservação

<i>Muito ruim (0,0-1,0)</i>	Pavimentação com material inadequado, em condição muito ruim, apresentando irregularidades e defeitos em quase todo o trecho.
<i>Ruim (1,1-2,0)</i>	Pavimentação com material inadequado, em condição ruim, apresentando irregularidades e defeitos em diversos pontos.
<i>Regular (2,1-3,0)</i>	Pavimentação com material adequado, em condição regular, apresentando irregularidades e defeitos pontuais.
<i>Bom (3,1-4,0)</i>	Pavimentação com material adequado, em boa condição, com poucas irregularidades ao longo de sua extensão.
<i>Muito bom (4,1-5,0)</i>	Pavimentação com material adequado, em ótima condição e sem irregularidades.

Base: Caderno Transporte Ativo (Brasil, 2017)

#### Largura

<i>Muito ruim (0,0-1,0)</i>	Ciclovia/ciclofaixa com largura inferior à mínima (unidirecional < 2,0m; bidirecional < 2,5m), independente do tráfego horário.
<i>Ruim (1,1-2,0)</i>	Ciclovia/ciclofaixa com largura mínima (unidirecional ≈ 2,0m; bidirecional ≈ 2,5m) e com tráfego acima de 1000 bicicletas/hora.
<i>Regular (2,1-3,0)</i>	Ciclovia/ciclofaixa com largura mínima (unidirecional ≈ 2,0m; bidirecional ≈ 2,5m) e com tráfego de até 1000 bicicletas/hora.
<i>Bom (3,1-4,0)</i>	Ciclovia/ciclofaixa com largura superior à mínima (unidirecional > 2,0m; bidirecional > 2,5m) e com tráfego acima de 1000 bicicletas/hora.
<i>Muito bom (4,1-5,0)</i>	Ciclovia/ciclofaixa com largura superior à mínima (unidirecional > 2,0m; bidirecional > 2,5m) e com tráfego de até 1000 bicicletas/hora.

Base: GEIPOT (2001); Fonseca *et al.* (2018)

#### Presença de equipamentos de drenagem

<i>Muito ruim (0,0-1,0)</i>	Existência de equipamentos de drenagem em condições muito ruins ou quebrados, oferecendo risco aos ciclistas
<i>Ruim (1,1-2,0)</i>	Existência de equipamentos de drenagem em condições ruins, obrigando os ciclistas a realizar desvios
<i>Regular (2,1-3,0)</i>	Existência de equipamentos de drenagem na faixa, em condições regulares, que provocam desconforto aos ciclistas.
<i>Bom (3,1-4,0)</i>	Existência de equipamentos de drenagem na faixa, em boas condições, sem provocar desconforto aos ciclistas.
<i>Muito bom (4,1-5,0)</i>	Sem equipamentos de drenagem na faixa de circulação.

Base: Caderno Transporte Ativo (Brasil, 2017); Fonseca *et al.* (2018)

## DRENAGEM

## Limpeza

<i>Muito ruim (0,0-1,0)</i>	Presença de areia, resíduos sólidos, folhas, e acúmulo de materiais em toda a sarjeta; ou despejo de esgoto na sarjeta.
<i>Ruim (1,1-2,0)</i>	Presença de areia, resíduos sólidos, folhas, e acúmulo de materiais em muitos pontos da sarjeta.
<i>Regular (2,1-3,0)</i>	Presença de areia, resíduos sólidos, folhas, e acúmulo de materiais em certos pontos da sarjeta.
<i>Bom (3,1-4,0)</i>	Presença de areia, resíduos sólidos, folhas em pontos isolados da sarjeta.
<i>Muito bom (4,1-5,0)</i>	Pouca ou nenhuma presença de areia, resíduos sólidos, folhas, entre outros.

Base: Melo e Pereira (2004)

## Conservação

<i>Muito ruim (0,0-1,0)</i>	Dispositivos altamente danificados, inviabilizando a drenagem da água; reabilitação ou troca são necessárias.
<i>Ruim (1,1-2,0)</i>	Dispositivos com defeitos mais severos, necessitando conserto imediato.
<i>Regular (2,1-3,0)</i>	Dispositivos com poucos defeitos, sendo necessários reparos pontuais.
<i>Bom (3,1-4,0)</i>	Sarjeta e bocas-de-lobo bem conservadas, com defeitos pouco severos.
<i>Muito bom (4,1-5,0)</i>	Sarjeta e bocas-de-lobo novas ou bem conservadas, sem defeitos.

Base: Melo e Pereira (2004)

## Impermeabilização da calçada

<i>Muito ruim (0,0-1,0)</i>	Calçadas construídas com material impermeável e sem áreas para infiltração da água.
<i>Ruim (1,1-2,0)</i>	Calçadas construídas com material impermeável, com algumas plantas que permitem a infiltração da água.
<i>Regular (2,1-3,0)</i>	Calçadas não pavimentadas, com superfície de terra ou grama, permitindo a infiltração da água.
<i>Bom (3,1-4,0)</i>	Calçadas construídas com material permeável, com algumas plantas que permitem a infiltração da água.
<i>Muito bom (4,1-5,0)</i>	Calçadas construídas com material permeável e com áreas para infiltração da água.

Base: Silva Júnior *et al.* (2018)

## CALÇADA

## Largura

<i>Muito ruim (0,0-1,0)</i>	Faixa livre totalmente obstruída, com pedestres sendo obrigados a transitar pelo leito da rua.
<i>Ruim (1,1-2,0)</i>	Faixa livre bastante reduzida, com largura inferior a 1,2m, obstruída pela ocupação de bancas de jornal, ambulantes, entre outros
<i>Regular (2,1-3,0)</i>	Faixa livre com largura em torno de 1,2m, apresentando pequenas obstruções devido a equipamentos urbanos
<i>Bom (3,1-4,0)</i>	Faixa livre com largura entre 1,2m e 2,0m, sem obstruções.
<i>Muito bom (4,1-5,0)</i>	Faixa livre com largura acima de 2,0m, sem obstruções.

Base: Ferreira e Sanches (2001), ABNT (2015)

## Conservação

<i>Muito ruim (0,0-1,0)</i>	Calçada inexistente, coberta por mato e restos de construção, sem qualquer condição de uso, obrigando os pedestres a transitar pelo leito da rua
<i>Ruim (1,1-2,0)</i>	Calçada não pavimentada, com superfície em terra ou grama, impossibilitando o trânsito de dispositivos com rodas.
<i>Regular (2,1-3,0)</i>	Pavimentação com material inadequado, com superfície em condições regulares, causando trepidações para dispositivos com rodas.
<i>Bom (3,1-4,0)</i>	Pavimentação com material adequado, com superfície em boas condições e confortável para dispositivos com rodas.
<i>Muito bom (4,1-5,0)</i>	Pavimentação com material adequado, com superfície em ótimas condições e confortável para dispositivos com rodas.

Base: Ferreira e Sanches (2001), ABNT (2015)

## Desnível

<i>Muito ruim (0,0-1,0)</i>	Desníveis entre calçadas e nas rampas de acesso à garagem acima de 2,0cm.
<i>Ruim (1,1-2,0)</i>	Desníveis entre calçadas e nas rampas de acesso à garagem entre 0,5cm e 2,0cm.
<i>Regular (2,1-3,0)</i>	Desníveis entre calçadas entre 0,5cm e 2,0cm, sem rampas de acesso à garagem.
<i>Bom (3,1-4,0)</i>	Desníveis entre calçadas de até 0,5cm, sem rampas de acesso à garagem.
<i>Muito bom (4,1-5,0)</i>	Calçadas niveladas ou com desníveis insignificantes, sem rampas de acesso à garagem.

Base: ABNT (2015)