



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica
Programa de Engenharia Urbana

JESSICA VENEL ALVES

**INTEGRAÇÃO DA BICICLETA COM A ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DE BANGU:
uma avaliação multicriterial de rotas no município do Rio de Janeiro.**

Rio de Janeiro

2024



UFRJ

JESSICA VENEL ALVES

**INTEGRAÇÃO DA BICICLETA COM A ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DE BANGU:
uma avaliação multicriterial de rotas no município do Rio de Janeiro.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientadora: Rosane Martins Alves

Rio de Janeiro

2024

CIP - Catalogação na Publicação

A474i Alves, Jessica Venel
 INTEGRAÇÃO DA BICICLETA COM A ESTAÇÃO
 FERROVIÁRIA DE BANGU: uma avaliação multicriterial
 de rotas no município do Rio de Janeiro. / Jessica
 Venel Alves. -- Rio de Janeiro, 2024.
 163 f.

 Orientadora: Rosane Martins Alves.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
 Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Pós
 Graduação em Engenharia Urbana, 2024.

 1. mobilidade sustentável. 2. integração de
 infraestrutura cicloviária. 3. rotas cicláveis. 4.
 análise multicritério. 5. AHP. I. Alves, Rosane
 Martins, orient. II. Título.



UFRJ

JESSICA VENEL ALVES

**INTEGRAÇÃO DA BICICLETA COM A ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DE BANGU:
uma avaliação multicriterial de rotas no município do Rio de Janeiro.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Aprovada pela Banca:

Presidente, Prof^a. Rosane Martins Alves, D.Sc., PEU/POLI/UFRJ

Prof. Fernando Rodrigues Lima, D.Sc. PEU/POLI/UFRJ

Eng. Marcelo Prado Sucena, D.Sc., FGV TRANSPORTES, RJ

Rio de Janeiro

2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero deixar um agradecimento especial a todos os amigos que formaram uma “força tarefa” para me ajudar, seja com a coleta de dados ou com as tarefas do dia a dia para que eu pudesse me dedicar a pesquisa;

A Vanessa, minha psicóloga, que me ajuda a equilibrar todas as demandas internas e externas sem surtar;

A minha família que, mesmo sem entender os “cálculos complicados”, se esforçou para contribuir de alguma forma e investir na minha evolução acadêmica;

Ao Sucena, professor e amigo desde a graduação, que me incentivou a iniciar e permanecer no mestrado;

A orientadora Rosane, pelos ensinamentos e paciência durante todos esses anos;

Ao Fernando, por sua participação na banca e dicas enriquecedoras;

Aos especialistas, usuários e policiais que reservaram um tempo para responder às perguntas;

Ao meu gato, que fiscalizava calmamente o processo durante o tempo no computador e ainda aguentava ser agarrado por uma tutora cansada.

A todos, meu obrigada!

RESUMO

ALVES, Jessica Venel. **INTEGRAÇÃO DA BICICLETA COM A ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DE BANGU: uma avaliação multicritério de rotas no município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2024. 163 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

A integração da bicicleta com o transporte público é uma estratégia essencial na redução dos impactos ambientais causados pelo uso excessivo de veículos motorizados e na promoção da mobilidade sustentável. Este trabalho apresenta uma pesquisa aplicada e descritiva a partir do levantamento de infraestruturas pré-existentes no bairro de Bangu, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, identificando possíveis desconexões a pontos de interesse. Tem como objetivo principal eleger a melhor rota ciclável para integrar uma dessas infraestruturas à estação ferroviária local com auxílio de um método multicritério (AHP). Foram identificados critérios e subcritérios utilizados no modelo, infraestruturas cicláveis na área de estudo e rotas possíveis entre a infraestrutura desconectada e a rede ferroviária. Foi aplicado questionário com ciclistas e profissionais de segurança pública, consulta a especialistas. Foram identificadas três rotas potenciais: A, B e C. As duas primeiras com previsão de implantação pela Prefeitura do RJ, e a terceira, de integração à estação ferroviária, sendo esta uma proposta da autora. A estrutura hierárquica foi composta por 5 critérios (Segurança, Conforto, Tráfego, Infraestrutura e Ambiente) e 19 subcritérios, todos selecionados da literatura. Ao aplicar o método AHP, a Rota A foi considerada a melhor seguida da Rota C, e por último a Rota B. Observa-se um olhar mais técnico por parte dos especialistas que priorizaram o critério “Infraestrutura”, enquanto os ciclistas voltados para o uso da bicicleta, priorizaram o critério "Segurança Pública". Tal fato reforça a relevância do envolvimento de todas as partes envolvidas no processo de decisão, visto que possuem vivências e conhecimentos complementares, podendo oferecer contribuições relevantes. A mobilidade urbana é um tema que envolve processos decisórios complexos e a metodologia multicritério permite a combinação de diferentes variáveis, conciliando possíveis conflitos de interesse de acordo com o tratamento dado a cada um desses critérios, favorecendo resultados mais assertivos, íntegros e transparentes, proporcionando uma base mais sólida para a formulação de políticas públicas.

Palavras-chave: mobilidade sustentável; integração de infraestrutura cicloviária; rotas cicláveis; análise multicritério; AHP.

ABSTRACT

ALVES, Jessica Venel. **BICYCLE INTEGRATION WITH THE BANGU RAILWAY STATION: a multi-criteria assessment of routes in the city of Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2024. 163 p. Dissertation (Master) – Urban Engineering Program, Polytechnic School, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Integrating cycling with public transport is an essential strategy for reducing environmental impacts caused by excessive use of motorized vehicles and promoting sustainable mobility. This work presents applied and descriptive research based on a survey of pre-existing infrastructures in the neighborhood of Bangu, in the West Zone of the city of Rio de Janeiro, identifying possible disconnections to points of interest. Its main objective is to choose the best cycling route to integrate one of these infrastructures with the local railway station with the help of a multi-criteria method (AHP). Criteria and sub-criteria used in the model, cycling infrastructure in the study area and possible routes between the disconnected infrastructure and the railway network were identified. A questionnaire was administered to cyclists and public safety professionals and consultation with experts. Three potential routes were identified: A, B and C. The first two are expected to be implemented by the RJ City Hall, and the third, to be integrated with the railway station, this being a proposal by the author. The hierarchical structure was composed of 5 criteria (Safety, Comfort, Traffic, Infrastructure and Environment) and 19 sub-criteria, all selected from the literature. When applying the AHP method, Route A was considered the best followed by Route C, and finally Route B. A more technical view was observed on the part of the experts who prioritized the “Infrastructure” criterion, while cyclists focused on the bicycle use, prioritized the "Public Safety" criterion. This fact reinforces the relevance of the involvement of all parties involved in the decision-making process, as they have complementary experiences and knowledge and can offer relevant contributions. Urban mobility is a topic that involves complex decision-making processes and the multi-criteria methodology allows the combination of different variables, reconciling possible conflicts of interest according to the treatment given to each of these criteria, favoring more assertive, honest and transparent results, providing a more solid basis for formulating public policies.

Keywords: sustainable mobility; integration of cycling infrastructure; cycling routes; multi-criteria analysis; AHP.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Síntese do processo metodológico | 20 |
| Figura 2 - Características da mobilidade sustentável | 24 |
| Figura 3 - Princípios e objetivos da PNMU | 25 |
| Figura 4 - Estrutura organizacional da gestão da mobilidade urbana sustentável | 26 |
| Figura 5 – Dados gerais por modo de transporte | 27 |
| Figura 6 – Vantagens da integração da bicicleta com o transporte público | 30 |
| Figura 7 – Determinantes da ocorrência de acidentes e quase acidentes no trânsito. | 32 |
| Figura 8 – Espaço útil do ciclista (em centímetros) | 34 |
| Figura 9 - Sinalização da ciclorrota | 35 |
| Figura 10 – Parâmetros para faixas compartilhadas em pista de rolamento | 36 |
| Figura 11 – Medidas para faixas compartilhadas na calçada (em metros) | 37 |
| Figura 12 – Ciclofaixa bidirecional com e sem estacionamento lateral de veículos | 38 |
| Figura 13 - Ciclovias | 39 |
| Figura 14 – Modelo padrão de ciclovia bidirecional na cidade do Rio de Janeiro..... | 40 |
| Figura 15 – Modelos recomendados de paraciclos..... | 44 |
| Figura 16 – Modelos não recomendados | 44 |
| Figura 17 – Paraciclos mais utilizados em bicicletários..... | 45 |
| Figura 18 – Estação de compartilhamento de bicicleta | 46 |
| Figura 19 – Infraestrutura cicloviária em pontos de ônibus | 49 |
| Figura 20 – Perfil sociodemográfico | 51 |
| Figura 21 - Preferência modal por faixa etária | 51 |
| Figura 22 – Consórcios para operação de ônibus na cidade..... | 52 |
| Figura 23 – Mapa cicloviário do Rio de Janeiro (2024)..... | 55 |
| Figura 24 – Renda <i>per capita</i> no Rio de Janeiro (R\$)..... | 56 |
| Figura 25 - Sistematização da análise multicritério..... | 60 |
| Figura 26 – Fluxograma para aplicação do AHP | 65 |
| Figura 27 – Estrutura hierárquica básica do AHP | 69 |
| Figura 28 – Relação critérios x subcritérios | 70 |
| Figura 29 – Normalização da matriz de julgamento..... | 76 |
| Figura 30 – Áreas de planejamento e regiões administrativas | 78 |
| Figura 31 – Abrangência da Região Administrativa XVII..... | 79 |

| | |
|--|-----|
| Figura 32 – Seleção dos setores censitários no centro de Bangu | 81 |
| Figura 33 – Delimitação da área de estudo..... | 82 |
| Figura 34 – Seleção dos setores censitários no entorno da Av. Eng. Pires Rabelo | 83 |
| Figura 35 – Infraestruturas cicláveis disponíveis na área de estudo..... | 84 |
| Figura 36 – Trechos da ciclovia bidirecional da rua Coronel Tamarindo | 85 |
| Figura 37 – Trechos da ciclovia uni/bidirecional na rua da Feira e rua Francisco Real..... | 86 |
| Figura 38 – Trechos da ciclovia bidirecional na av. Eng. Pires Rabelo | 87 |
| Figura 39 – Frequência etária dos participantes | 89 |
| Figura 40 – Escolaridade dos participantes | 90 |
| Figura 41 – Rendimentos dos participantes..... | 90 |
| Figura 42 – Uso semanal de bicicleta como meio de transporte | 91 |
| Figura 43 – Destinos para o uso da bicicleta | 91 |
| Figura 44 – Tempo de ciclismo | 92 |
| Figura 45 – Motivos que levam ao uso da bicicleta (múltiplas respostas)..... | 93 |
| Figura 46 – Acidentes sofridos | 93 |
| Figura 47 – Infraestruturas cicláveis disponíveis e previstas na área de estudo..... | 95 |
| Figura 48 – Rotas cicláveis propostas. | 96 |
| Figura 49 – Trechos com maior número de estacionamentos laterais..... | 99 |
| Figura 50 – Perfis de elevação das rotas estudadas. | 102 |
| Figura 51 – Caracterização da infraestrutura das rotas analisadas. | 104 |
| Figura 52 – Arborização nas rotas..... | 106 |
| Figura 53 – Ranqueamento dos critérios segundo os ciclistas | 107 |
| Figura 54 – Respostas agrupadas dos <i>stakeholders</i> | 108 |
| Figura 55 – Hierarquização com PML dos critérios e subcritérios | 132 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 – Fatores de influência na escolha de transportes..... | 28 |
| Quadro 2 – Ações geradoras de acidentes | 31 |
| Quadro 3 – Sinalização horizontal e vertical segundo a tipologia da via. | 41 |
| Quadro 4 – Atributos das rotas cicláveis | 47 |
| Quadro 5 – Políticas públicas entre 2013 e 2016. | 53 |
| Quadro 6 – Medidas de integração | 55 |
| Quadro 7 – Características que devem ser consideradas no planejamento de rotas cicláveis.. | 57 |
| Quadro 8 – Quadro conceitual de métodos multicritérios | 61 |
| Quadro 9 – Critérios e subcritérios para escolha de rotas cicláveis | 67 |
| Quadro 10 – Especialistas participantes da coleta de dados..... | 73 |
| Quadro 11 – Formulário de ponderação dos critérios e subcritérios | 74 |
| Quadro 12 – Quantitativo de vagas por estacionamento para bicicletas | 88 |
| Quadro 13 – Alternativas de rotas cicláveis | 97 |
| Quadro 14 – Análise do tráfego nas alternativas de rotas | 100 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1- Integração intermodal com trem..... | 29 |
| Tabela 2 – Resultados do desafio intermodal na cidade de São Paulo | 30 |
| Tabela 3 – Escala Fundamental de Saaty | 75 |
| Tabela 4 – Matriz de julgamento | 76 |
| Tabela 5 – Índice de consistência aleatória | 77 |
| Tabela 6 – Análise da segurança nas alternativas de rotas | 98 |
| Tabela 7 – Análise do conforto nas alternativas de rotas | 101 |
| Tabela 8 – Análise da infraestrutura nas alternativas de rotas | 103 |
| Tabela 9 – Arborização por trecho das rotas cicláveis | 105 |
| Tabela 10 – Ranqueamento dos critérios segundo os especialistas | 107 |
| Tabela 11 – Matriz de julgamento dos critérios à luz do objetivo | 109 |
| Tabela 12 – Cálculo da Prioridade Média Local | 109 |
| Tabela 13 – Matriz de julgamento dos subcritérios à luz do critério Segurança..... | 110 |
| Tabela 14 – PML dos subcritérios de Segurança | 111 |
| Tabela 15 – Matriz de julgamento dos subcritérios à luz do critério Conforto | 111 |
| Tabela 16 – PML dos subcritérios de Conforto..... | 112 |
| Tabela 17 – Matriz de julgamento dos subcritérios à luz do critério Tráfego..... | 113 |
| Tabela 18 – PML dos subcritérios de Tráfego | 113 |
| Tabela 19 – Matriz de julgamento dos subcritérios à luz do critério Infraestrutura..... | 114 |
| Tabela 20 – PML dos subcritérios de Infraestrutura | 114 |
| Tabela 21 – Matriz de julgamento dos subcritérios à luz do critério Ambiente..... | 115 |
| Tabela 22 – PML dos subcritérios de Ambiente | 115 |
| Tabela 23 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Policiamento | 116 |
| Tabela 24 – PML das alternativas para o subcritério Policiamento | 116 |
| Tabela 25 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Desertificação | 117 |
| Tabela 26 – PML das alternativas para o subcritério Desertificação | 117 |
| Tabela 27 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Cruzamentos e Interseções | 118 |
| Tabela 28 – PML das alternativas para o subcritério Cruzamentos e Interseções..... | 118 |
| Tabela 29 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Garagens e Estacionamentos | 118 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 30 – PML das alternativas para o subcritério Garagens e Estacionamentos | 119 |
| Tabela 31 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Ponto de Ônibus..... | 119 |
| Tabela 32 – PML das alternativas para o subcritério Ponto de Ônibus..... | 120 |
| Tabela 33 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Velocidade | 120 |
| Tabela 34 – PML das alternativas para o subcritério Velocidade | 120 |
| Tabela 35 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Volume | 121 |
| Tabela 36 – PML das alternativas para o subcritério Volume | 121 |
| Tabela 37 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Veículos Pesados ... | 122 |
| Tabela 38 – PML das alternativas para o subcritério Veículos Pesados | 122 |
| Tabela 39 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Relevô | 122 |
| Tabela 40 – PML das alternativas para o subcritério Relevô | 123 |
| Tabela 41 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Tempo | 123 |
| Tabela 42 – PML das alternativas para o subcritério Tempo | 123 |
| Tabela 43 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Continuidade..... | 124 |
| Tabela 44 – PML das alternativas para o subcritério Continuidade..... | 124 |
| Tabela 45 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Linearidade | 125 |
| Tabela 46 – PML das alternativas para o subcritério Linearidade | 125 |
| Tabela 47 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Pavimento | 126 |
| Tabela 48 – PML das alternativas para o subcritério Pavimento | 126 |
| Tabela 49 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Drenagem Urbana.. | 126 |
| Tabela 50 – PML das alternativas para o subcritério Drenagem Urbana..... | 127 |
| Tabela 51 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Iluminação | 127 |
| Tabela 52 – PML das alternativas para o subcritério Iluminação | 127 |
| Tabela 53 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Sinalização | 128 |
| Tabela 54 – PML das alternativas para o subcritério Sinalização | 128 |
| Tabela 55 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Largura das vias | 129 |
| Tabela 56 – PML das alternativas para o subcritério Largura das vias..... | 129 |
| Tabela 57 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Arborização..... | 130 |
| Tabela 58 – PML das alternativas para o subcritério Arborização..... | 130 |
| Tabela 59 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Uso do Solo..... | 130 |
| Tabela 60 – PML das alternativas para o subcritério Uso do Solo..... | 131 |
| Tabela 61 – Síntese das PMLs das alternativas em relação aos subcritérios | 133 |
| Tabela 62 – Cálculo das prioridades globais | 134 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 63 – Comparação entre as opiniões de ciclistas e especialistas sobre Segurança | 135 |
| Tabela 64 – Comparação entre as opiniões de ciclistas e especialistas sobre Tráfego | 136 |
| Tabela 65 – Comparação entre as opiniões de ciclistas e especialistas sobre Conforto | 136 |
| Tabela 66 – Comparação entre as opiniões de ciclistas e especialistas sobre Infraestrutura . | 137 |
| Tabela 67 – Comparação entre as opiniões de ciclistas e especialistas sobre Ambiente | 138 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------------|---|
| AHP | <i>Analytic Hierarchy Process</i> |
| ANP | <i>Analitic Networking Process</i> |
| AP | Áreas de Planejamento |
| BRT | <i>Bus Rapid Transit</i> |
| CAPES | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| Contran | Conselho Nacional de Trânsito |
| CPIB | Companhia Progresso Industrial do Brasil |
| CTB | Código Brasileiro de Trânsito |
| <i>ELECTRE</i> | <i>Elimination et choix tradus à int la réalité</i> |
| IC | Índice de consistência |
| IPHAN | Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional |
| IPS | Índice de Progresso Social |
| ITDP | Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento |
| MACBETH | <i>Measuring attractiveness by a categorical based evaluation technique</i> |
| ODS | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PGV | Polo de geração de viagem |
| PML | Prioridades Locais Médias |
| PMUS | Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da cidade |
| PNMU | Política Nacional de Mobilidade Urbana |
| PROMETHÈE | <i>Preference ranking organization method for enrichment evaluation</i> |
| RA | Regiões Administrativas |
| RC | Razão da Consistência |
| RI | Índice randômico |
| RNA | Redes Neurais Artificiais |
| SAW | <i>Simple additive weighting</i> |
| SIG | Sistemas de Informação Georeferenciadas |
| SMAC | Secretaria Municipal do Meio Ambiente |
| TOPSI | <i>Technique order preference by similarity to ideal solution</i> |
| UFRJ | Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| VLT | Veículo Leve sobre Trilhos |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 17 |
| 1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS | 17 |
| 1.2. RELEVÂNCIA | 18 |
| 1.3. OBJETIVOS | 19 |
| 1.3.1. Objetivo geral | 19 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 19 |
| 1.4. METODOLOGIA ADOTADA NA DISSERTAÇÃO | 20 |
| 1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO | 21 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 23 |
| 2.1. MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL | 23 |
| 2.2. A BICICLETA COMO MEIO DE TRANSPORTE | 26 |
| 2.2.1. Participação na mobilidade urbana brasileira | 26 |
| 2.2.1. Integração com transporte público | 28 |
| 2.2.2. Acidentes com ciclistas | 31 |
| 2.3. SISTEMA CICLOVIÁRIO | 33 |
| 2.3.1. Espaço útil do ciclista | 33 |
| 2.3.2. Vias de circulação | 34 |
| 2.3.2.1 Vias compartilhadas | 34 |
| 2.3.2.2 Vias parcialmente segregadas | 37 |
| 2.3.2.3 Vias totalmente segregadas | 39 |
| 2.3.3. Pavimento, iluminação, drenagem e sinalização | 40 |
| 2.3.4. Estacionamentos | 43 |
| 2.3.4.1 Paraciclos | 43 |
| 2.3.4.2 Bicicletários | 45 |
| 2.3.5. Compartilhamento de bicicletas | 46 |
| 2.4. ROTAS CICLÁVEIS | 47 |
| 2.4.1. Atributos | 47 |
| 2.4.2. Exemplos nacionais e internacionais | 48 |
| 2.5. A CIDADE DO RIO DE JANEIRO | 50 |
| 2.5.1. Características sociodemográficas | 50 |
| 2.5.2. Rede de transportes | 52 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.5.3. | Mobilidade por bicicleta | 53 |
| 2.6. | ESTUDOS SOBRE A PERCEPÇÃO DOS STAKEHOLDERS..... | 57 |
| 2.7. | ANÁLISE MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO..... | 59 |
| 2.7.1. | Considerações iniciais | 59 |
| 2.7.2. | Métodos multicritérios e escolha do método a ser utilizado | 61 |
| 3. | METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO DO AHP | 65 |
| 3.1. | ANÁLISE..... | 65 |
| 3.2. | HIERARQUIZAÇÃO | 69 |
| 3.3. | COLETA DE DADOS | 71 |
| 3.3.1. | Coleta de dados com os usuários | 71 |
| 3.3.2. | Coleta de dados com os especialistas | 73 |
| 3.4. | PROCESSAMENTO | 75 |
| 4. | ÁREA DE ESTUDO | 78 |
| 4.1. | BREVE HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 80 |
| 4.2. | INFRAESTRUTURAS CICLÁVEIS EXISTENTES NA REGIÃO | 84 |
| 5. | RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO | 89 |
| 5.1. | PERFIS DOS USUÁRIOS DE BICICLETA DA REGIÃO..... | 89 |
| 5.2. | ROTAS CICLÁVEIS POTENCIAIS | 94 |
| 5.2.1. | Segurança | 97 |
| 5.2.2. | Tráfego | 100 |
| 5.2.3. | Conforto | 101 |
| 5.2.4. | Infraestrutura | 102 |
| 5.2.5. | Ambiente | 105 |
| 5.3. | COLETA, TRATAMENTO E PROCESSAMENTO DE DADOS | 107 |
| 5.3.1. | Entrada | 107 |
| 5.3.2. | Julgamento dos critérios à luz do objetivo | 108 |
| 5.3.3. | Julgamento dos subcritérios à luz dos critérios | 110 |
| 5.3.4. | Julgamento das alternativas | 116 |
| 5.4. | ANÁLISE DA MELHOR ROTA CICLÁVEL | 133 |
| 5.5. | DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS NA PERSPECTIVA DOS STAKEHOLDERS | 135 |
| 5.6. | CONTRIBUIÇÕES PARA A ASSERTIVIDADE DE POLÍTICAS PÚBLICAS.... | 138 |

| | |
|--|------------|
| 6. CONCLUSÕES..... | 139 |
| 6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 139 |
| 6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 140 |
| REFERÊNCIAS..... | 141 |
| APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE CONSULTA A CICLISTAS | 150 |
| APÊNDICE B – CONSULTA A ESPECIALISTAS EM TRANSPORTES | 155 |
| APÊNDICE C – INSTRUMENTO DE CONSULTA A POLICIAIS..... | 157 |
| APÊNDICE D – ÁREA DE ESTUDO (VISUALIZAÇÃO POR SATÉLITE)..... | 159 |
| ANEXO A – SINALIZAÇÃO, SIGNOS E SIGNIFICADOS..... | 160 |
| ANEXO B - MAPA METROPOLITANO DE TRANSPORTES DO RIO DE JANEIRO . | |

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Durante os anos 1960, o Brasil passou por intenso processo de expansão das cidades, que ocorreu de forma desordenada e impactou setores socioeconômicos, políticos e imobiliários. Estima-se que hoje cerca de 85% da população reside em áreas urbanas (Fundação Konrad Adenauer, 2014).

A concentração das atividades de trabalho em regiões centrais e subcentros acarretou aumento da especulação imobiliária nessas proximidades e levou as pessoas economicamente vulneráveis a migrarem para as zonas periféricas da cidade, tendo como consequência o maior número de deslocamentos e tempo de percurso (ITDP, 2019).

A insuficiência de medidas políticas para mobilidade aumentou o investimento em veículos particulares que, além de conflitantes com outros modos de transporte, pioram a qualidade de vida devido ao alto número de congestionamentos, poluições atmosférica e sonora, número de acidentes e dificuldade de acessibilidade (IPEA, 2016; Correia; Galves, 2019; Rezende; De Aro, 2019). Aliado a isto, Motta, Silva e Brasil (2012) destacam que os transportes públicos coletivos são ineficientes e suas tarifas aumentam acima da inflação, culminando em exclusão social da população mais pobre.

Diante deste cenário, a busca por sustentabilidade em transportes tornou-se pauta em evidência e, segundo Correia e Galves (2019), para atingi-la o planejamento de transportes deve reconhecer as potencialidades dos diferentes modos de transporte existentes na cidade e valorizar os coletivos e os não os individuais motorizados.

Dentre eles, o relatório *Global Outlook on Walking and Cycling*, elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU), apresenta a bicicleta como um meio de transporte com características que impactam direta e indiretamente em múltiplos objetivos do desenvolvimento sustentável como a não emissão de poluentes, a promoção de saúde, a qualidade de vida e a redução das desigualdades (ONU, 2016).

Mais recentemente, os meios de transporte mais sustentáveis se evidenciam como relevantes, a fim de atender aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU na Agenda 2030. Este tema está alinhado ao objetivo ODS 11, que aborda a importância do desenvolvimento de cidades e comunidades mais sustentáveis. Especificamente, alinhado ao item 11.2 da Agenda, que tem como meta até 2030 melhorar a segurança viária e o acesso à cidade por sistemas de mobilidade urbana mais sustentáveis, inclusivos, que sejam

mais eficientes e justos, priorizando o transporte público coletivo e o transporte ativo (os não motorizados, como caminhar e bicicleta), com atenção especial às necessidades de pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, idosos e pessoas com deficiência (IPEA, 2018).

1.2. RELEVÂNCIA

A Política Nacional de Mobilidade Urbana prevê o incentivo a modos de transporte não motorizados e coletivos. Ainda assim, percebe-se grande adesão ao uso do transporte individual motorizado (automóveis e motos), o que aumenta o número de congestionamentos, acidentes e ruídos no ambiente urbano.

A bicicleta pode ser utilizada tanto como meio individual de deslocamento quanto integrada aos demais modos de transporte público, para médias e curtas distâncias. Trata-se de um modo de baixo custo que utiliza energia limpa sem agredir ao meio ambiente e, por ter deslocamento independente das condições de trânsito, pode oferecer acesso facilitado ao transporte público, melhorando a acessibilidade, mobilidade e o tempo total de deslocamento diário, principalmente no trajeto casa-trabalho por parte da população de menor renda. O seu uso em curtas distâncias pode reduzir significativamente o tempo de deslocamento até a estação de transporte público. Por exemplo, um percurso de 30 minutos percorrido a pé, pode ser realizado em 10 min de bicicleta (ITDP, 2016).

Estes fatos colocam a bicicleta como fator de estímulo e valorização aderentes à Política Nacional de Mobilidade Urbana, explicitando a relevância do transporte ativo na promoção de sistemas de transporte inclusivos e sustentáveis, o que já é reconhecido pelos documentos oficiais do Ministério das Cidades e por órgãos internacionais como a Organização Mundial de Saúde e UN Habitat.

Entretanto, percebe-se a persistência do desequilíbrio entre os meios de transportes. Apesar de a bicicleta ser considerada pela ONU como o transporte mais sustentável, no Brasil há poucos investimentos para disponibilização de infraestrutura apropriada para os ciclistas, o que prejudica a adesão das pessoas (Motta, Silva; Brasil, 2012). Sendo esta a problemática central desta pesquisa.

Como forma de estímulo e equalização de interesses na mobilidade urbana ao uso da bicicleta e do transporte coletivo, preconizados na citada Política, concebe-se então que os Planos Diretores, que são sustentados pelo planejamento de transportes, devem considerar a expansão da malha cicloviária, integrando-a ao transporte público coletivo.

A cidade do Rio de Janeiro possui uma extensa rede cicloviária, sem integração a outros meios de transporte e com diversas desigualdades. Assim, entendendo que a mobilidade urbana é um tema que envolve processos decisórios complexos, Rezende e De Aro (2019) recomendam o uso da metodologia multicritério, que permite a combinação de diferentes variáveis, conciliando possíveis conflitos de interesse de acordo com o tratamento dado a cada um desses critérios, favorecendo resultados mais assertivos, íntegros e transparentes na gestão pública, para auxiliar a identificação de áreas mais favoráveis para implantação de rotas cicláveis para integração ao transporte público coletivo. Ao apresentar resultados mais exatos, esta metodologia ajuda a otimização dos recursos públicos, diminuindo desperdícios em critérios de menor peso.

O foco deste trabalho é utilizar um método multicritério para identificar a melhor escolha entre as possibilidades de rotas cicláveis para ligar uma estrutura cicloviária pré-existente a estação ferroviária, considerando critérios considerados importantes por ciclistas e especialistas e tendo como delimitação uma área em recorte no bairro de Bangu, dentro da XVII Região Administrativa, Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro (ligar infraestrutura ciclável localizada na rua Pires Rabelo, altura do número 1100 à estação ferroviária do bairro).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo geral

A partir de um levantamento de infraestruturas pré-existentes no bairro de Bangu, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro e da identificação de possíveis desconexões a pontos de interesse, o objetivo geral deste trabalho é eleger a melhor rota ciclável para integrar uma dessas infraestruturas à estação ferroviária com auxílio de um método multicritério.

1.3.2. Objetivos específicos

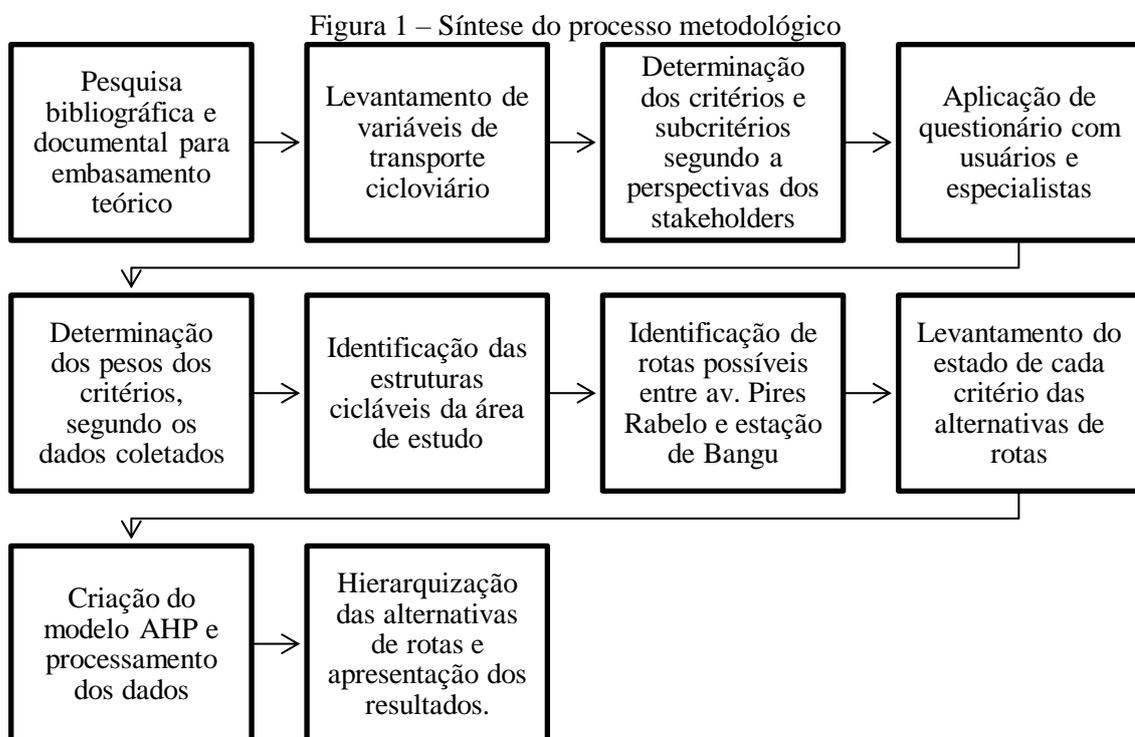
Para atender ao objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os principais problemas de acessibilidade por bicicleta, na área de estudo;
- Realizar o levantamento das infraestruturas cicloviárias existentes na área de estudo com o auxílio dos bancos de dados do Google Maps e Data Rio;
- Fornecer subsídios para melhoria de assertividade das políticas públicas;

- Sugerir uma rota ciclável que integre a infraestrutura escolhida à estação ferroviária do bairro;
- Analisar diferentes rotas selecionadas, de acordo com o modelo proposto, levando em consideração a relevância dos critérios ponderados pelo AHP (especialistas e usuários).

1.4. METODOLOGIA ADOTADA NA DISSERTAÇÃO

A presente pesquisa classifica-se como aplicada e descritiva. As etapas do procedimento metodológico adotado, constam na Figura 1, a seguir.



Fonte: Autora (2024).

Inicialmente apresenta-se a pesquisa bibliográfica realizada no Portal Periódico CAPES e no Google Scholar para construção do referencial teórico. Os critérios de busca da pesquisa adotam filtros alinhados às palavras-chave relacionadas ao tema da pesquisa com seleção de artigos indexados, monografias, dissertações, teses e livros publicados entre 2010 e 2023, cujas temáticas abordavam assuntos como: mobilidade sustentável transporte ativo, deslocamento por bicicleta, método de apoio multicritério à decisão. Selecionam-se dados documentais como legislação e características das infraestruturas cicloviárias coletados junto à Prefeitura do Rio de Janeiro.

Posteriormente, é realizada a formulação do modelo matemático proposto, através do levantamento das variáveis relacionadas ao transporte cicloviário, consideradas relevantes na literatura em consonância aos pilares do desenvolvimento sustentável. Tais variáveis são usadas como critérios no método de apoio multicritério adotado neste trabalho, o AHP (*Analytic Hierarchy Process*), para resolver problemas com múltiplos critérios. De modo a considerar as perspectivas dos diferentes *stakeholders* envolvidos, ele apresenta como vantagem a facilidade de implementação e o uso intuitivo, sendo utilizado neste trabalho para avaliar e ponderar os critérios relevantes na seleção das rotas cicláveis.

A aplicação dos questionários online com usuários de bicicleta da região de estudo e a consulta aos especialistas em transportes é um instrumento utilizado para ponderação dos pesos dos critérios e cumprimento das etapas do método AHP, a saber: (i) Definição dos critérios relevantes na temática; (ii) Avaliação das alternativas; (iii) Hierarquização dos critérios, alternativas e propriedades; (iv) Atribuição da importância relativa de cada critério; (v) Apresentação e classificação dos valores de avaliação de cada alternativa. Para auxílio nos cálculos utiliza-se a calculadora AHP online, criada em 2018 por Klaus D. Goepel e atualizada em 2022, que realiza a análise par a par de todos os critérios, e ao completar checa as consistências retornando às prioridades. Mais informações sobre os métodos de coleta e os passos de aplicação do AHP podem ser encontrados no Capítulo 3.

O levantamento das infraestruturas pré-existentes na região e das alternativas cicláveis viáveis de ranqueamento é feito em paralelo a aplicação do questionário com auxílio do Google Maps e Data.Rio para consultar as rotas, mapas, extrair imagens, traçar distâncias, identificar cruzamentos e interseções, além do *software* ArcGis para mapeamento e apresentação Região Administrativa XVII.

Na etapa de levantamento das características das alternativas de rotas cicláveis, devido a indisponibilidade de dados de segurança pública com detalhamento por ruas, foi realizada consulta pessoal a policiais do “Bangu Presente” e ao inspetor da Delegacia Civil, responsável pela região, sobre a segurança em relação às alternativas de rotas cicláveis. O questionário aplicado aos policiais está disponível no Apêndice C.

1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está dividida em 6 (seis) capítulos. No Capítulo 1, denominado Introdução, são feitas considerações iniciais sobre o tema com um resgate histórico sobre o crescimento desordenado das cidades, a necessidade de mobilidade sustentável e o potencial da bicicleta como meio de transporte. Também são apresentados os objetivos gerais e específicos da pesquisa e os passos da metodologia adotada na dissertação, no que compete a busca bibliográfica e coleta de dados. Mostra também a estrutura da dissertação contendo uma síntese de cada capítulo.

O Capítulo 2 traz a sustentação teórica do trabalho com conceitos sobre mobilidade sustentável, dados sobre o uso de bicicleta, estruturas e legislações referentes ao sistema cicloviário, principais atributos considerados pelos ciclistas e usuários, tipos de análises multicritérios e caracterização da cidade do Rio de Janeiro.

O Capítulo 3 dedica-se unicamente a descrever a metodologia para aplicação do AHP, sendo dividido em análise, hierarquização, coleta de dados e processamento. Ele apresenta o detalhamento dos critérios e subcritérios selecionados para o modelo, a hierarquia adotada, coleta com ciclistas e especialistas e os passos necessários para os cálculos de processamento.

No Capítulo 4 são encontradas informações sobre a área de estudo, com o histórico do bairro e as infraestruturas cicláveis existentes na região retratando as condições em que se encontram.

O Capítulo 5 traz nos resultados o perfil dos usuários de bicicleta no bairro e as propostas de rota que serão comparadas no AHP. Neste capítulo são apresentadas as condições de cada critério e subcritério nas alternativas estudadas. Ele apresenta os cálculos de julgamento à luz dos objetivos, dos critérios e dos subcritérios elencando ao fim a melhor alternativa de rota ciclável para interligar uma das infraestruturas existentes (av. Pires Rabelo, altura do número 1100) a estação ferroviária do bairro. Além disto, também analisa as diferenças e semelhanças identificadas nas perspectivas dos ciclistas e dos especialistas em mobilidade sustentável.

Por fim, o Capítulo 6 conclui a pesquisa com as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

Apresenta-se as Referências Bibliográficas, Apêndices e Anexos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

As discussões sobre desenvolvimento sustentável surgiram entre 1980 e 1990 associadas às preocupações de ordem ambiental e, por conseguinte, abordando também a influência do setor de transportes na atmosfera, responsável por 25% da emissão de gases nocivos e no cenário brasileiro, por taxa de emissão três vezes maior que a média das Américas (Freitas *et al.*, 2015; Correia; Galves, 2019).

Mota, Silva e Brasil (2012) destacam que não há uma definição universalmente aceita para sustentabilidade e que, com o tempo, passou a ser associada também a aspectos sociais e econômicos. Quando inserida no contexto de mobilidade urbana, Freitas *et al.* (2015) afirmam que os índices de mobilidade e acessibilidade são mais baixos para populações mais pobres e, devido a falta de deslocamento, afeta também a produção de riquezas.

Rezende e De Aro (2019) afirmam que a mobilidade sustentável deve estimular o acesso universal e coletivo aos meios de transporte, aumentar a eficiência do transporte público e priorizar modais de transportes não motorizados. Santos (2016) complementa essa afirmação ao dizer que o conceito de mobilidade urbana foi redefinido e atualmente “incide sobre a melhoria da mobilidade e acessibilidade, buscando proporcionar condições que visem a uma melhor qualidade de vida aos cidadãos urbanos, alcançando-se o que é atualmente chamado de mobilidade urbana sustentável”. Sendo assim, entende-se que a sustentabilidade em transportes visa não comprometer a mobilidade das gerações futuras, seja promovendo melhorias no sistema atual ou, no mínimo, não agravando este cenário (Oliveira, Silva, 2015).

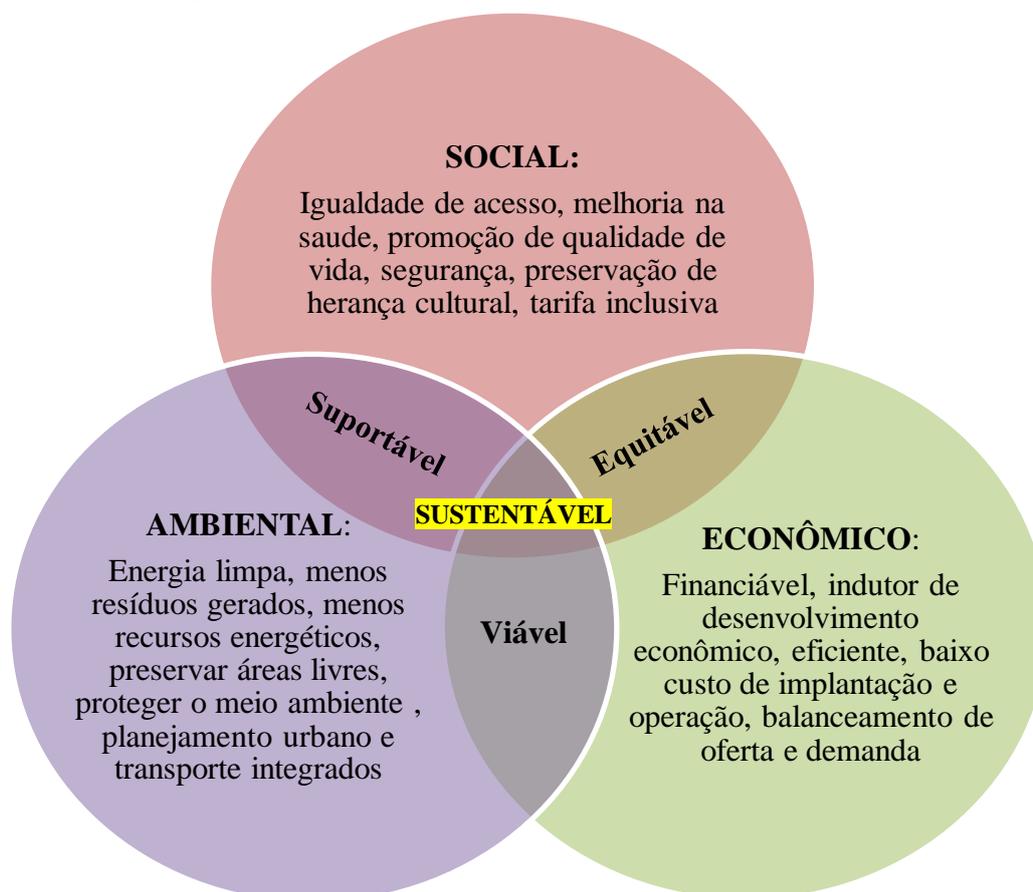
Como pilar operacional da mobilidade, pode-se também abordar Correia e Galves (2019), que descrevem o transporte como sustentável, aquele inserido no contexto da mobilidade, como “transporte e sistemas de planejamento que são coerentes com as preocupações mais amplas de sustentabilidade”.

As cidades cresceram baseadas em um modelo insustentável que impactou negativamente na qualidade de vida da sociedade. Como reflexos disso há congestionamentos, falta de integração entre os meios de transporte, dificuldade de mobilidade e acessibilidade, degradação ambiental e poluição, além do aumento no número de acidentes. Essas consequências são ainda mais notáveis nos países subdesenvolvidos (Fundação Konrad Adenauer, 2014).

O modo como esse crescimento ocorreu provocou um desordenamento do território urbano, visto que a maior parte da população reside distante dos grandes polos econômicos. A mobilidade é um desafio que envolve questões complexas em áreas ambientais, econômicas, sociais e comportamentais e que precisa ser repensada de forma a promover o acesso da população periférica às áreas de lazer e dinamismo econômico conservando a integridade dos ecossistemas (IPEA, 2016).

Da mesma forma que o desenvolvimento sustentável, para tratar essa problemática, a mobilidade deve ser pautada nos pilares: social, ambiental e econômico (Oliveira; Silva, 2015). A Figura 2, a seguir, discrimina as características associadas à mobilidade sustentável conforme os pilares mencionados.

Figura 2 - Características da mobilidade sustentável



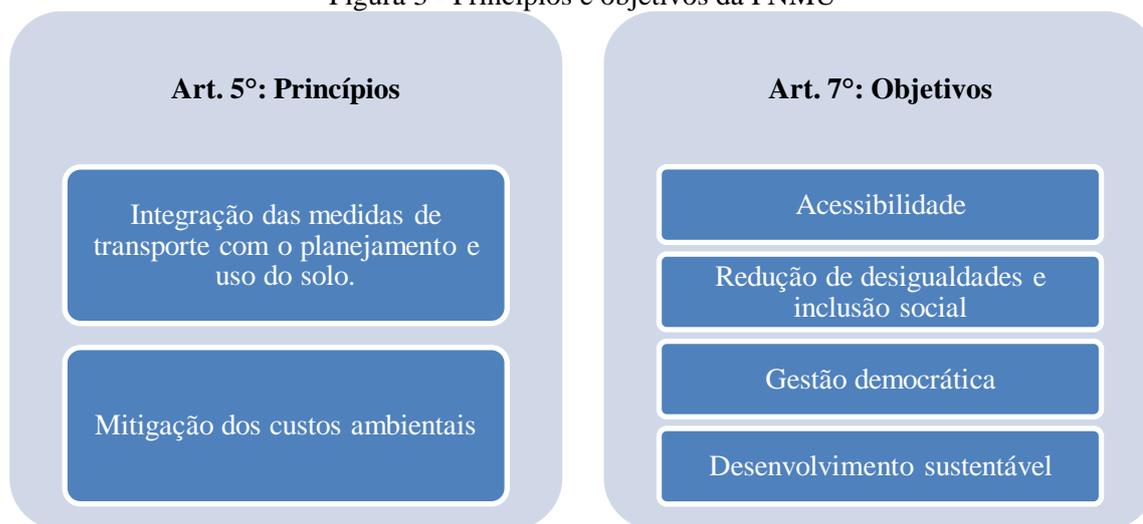
Fonte: Motta, Silva e Brasil (2012); IPEA (2016); Correia e Galves (2019).

No Brasil, o transporte passou a ser considerado um direito social em 2015, por meio da emenda constitucional nº 90, onde passou a vigorar o seguinte texto:

Art. 6º - São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, **o transporte**, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição (Brasil, 2015).

O país ainda conta com a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), instituída pela Lei nº 12.587/12. Trata-se de um instrumento de desenvolvimento urbano que estabelece diretrizes para “melhoria da acessibilidade e mobilidade de pessoas e cargas no território nacional” (Brasil, 2012). A Figura 3 sintetiza os objetivos e princípios da PNMU.

Figura 3 - Princípios e objetivos da PNMU



Fonte: Brasil (2012).

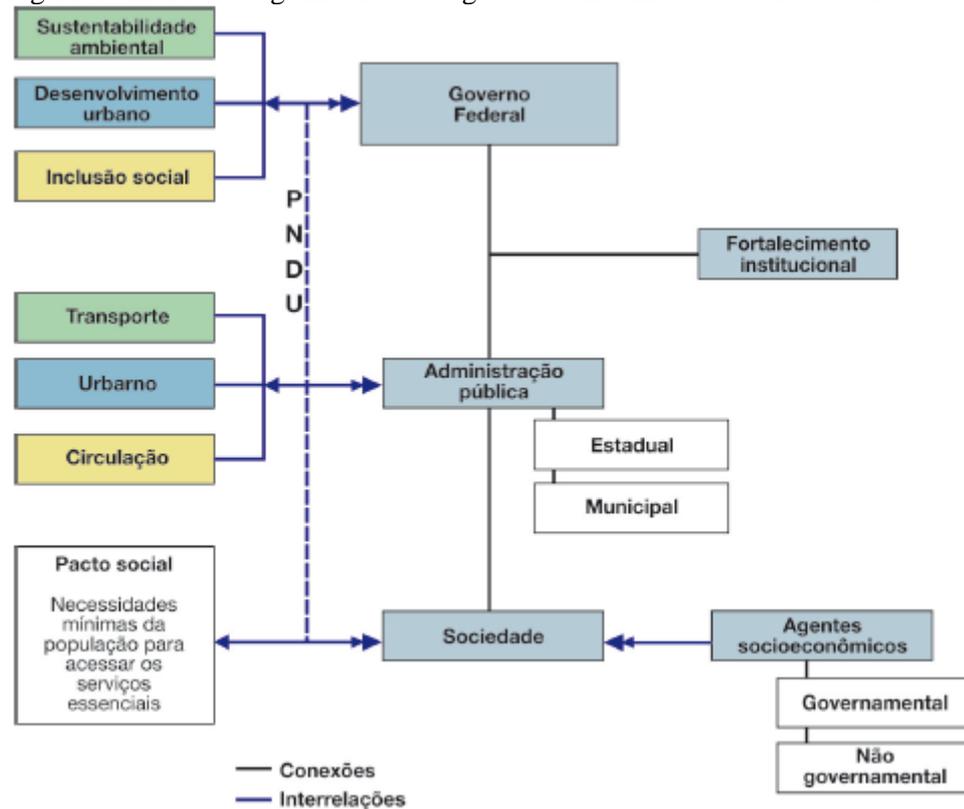
Para atingir a sustentabilidade dos transportes e fazer um planejamento urbano integrado, a PNMU definiu como instrumento de gestão o Plano Municipal de Mobilidade. O plano é obrigatório para cidades com população superior a 20 mil habitantes, que integrem a zona metropolitana, tenham interesse turístico ou possam sofrer ações naturais de grandes proporções, como as hidrológicas e geológicas.

Uma boa gestão pública deve somar as ações governamentais com a participação colaborativa da administração pública, agentes socioeconômicos e população, considerando as conexões e particularidades de cada agente envolvido para tomada de decisões em prol da mobilidade sustentável.

A sociedade atua como cogestora das políticas urbanas responsáveis por alterações nos padrões de produção e consumo e uso consciente dos transportes. Os agentes socioeconômicos são atores relevantes com capacidade de influenciar, direta ou indiretamente, no conteúdo, nos resultados na política pública e no processo de tomada de decisões. De um modo geral, o sentido do processo de decisões nos níveis de gestão é dado pela conexão existente entre os componentes, e são diretamente interdependentes (Seabra; Taco; Dominguez, 2013).

A fim de ilustrar essas instituições e suas respectivas responsabilidades, os mesmos autores elaboraram o esquema apresentado na Figura 4 a seguir.

Figura 4 - Estrutura organizacional da gestão da mobilidade urbana sustentável



Fonte: Seabra; Taco; Dominguez (2013).

Na Figura 4, nota-se que o Governo Federal é o responsável por estabelecer as diretrizes orientadoras para Estados e Municípios, pautadas no desenvolvimento urbano, sustentabilidade e inclusão social. Por sua vez, a administração pública nas esferas estaduais e municipais é responsável direto e indireto na gestão dos serviços para atendimento à demanda da população, tais como transporte, planejamento urbano e circulação de pessoas e cargas. Os agentes socioeconômicos envolvidos neste processo são advindos do serviço público ou da iniciativa privada, valorizando essas relações.

O fortalecimento institucional é uma peça fundamental para atingir os objetivos propostos na sustentabilidade dos meios de transporte e na condução das discussões. Falhas nas conexões entre esses agentes podem afetar negativamente o cumprimento das metas.

2.2. A BICICLETA COMO MEIO DE TRANSPORTE

2.2.1. Participação na mobilidade urbana brasileira

O Código de Trânsito Brasileiro define a bicicleta como [...] veículo de propulsão humana, dotado de duas rodas, não sendo [...] similar à motocicleta, motoneta ou ciclomotor” (Brasil, 1997). Dentro do contexto da mobilidade sustentável, apresenta inúmeros benefícios à

sociedade e ao meio ambiente, tais como: qualidade de vida, baixo custo para circulação, rapidez, equidade de acesso, pouca utilização de espaço público e outros (Filho, 2017; Avelar *et al.*, 2019).

A Figura 5 destaca a participação do transporte não motorizado com 42% das viagens de curta distância, denotando a não geração de impactos negativos causados pela poluição, acidentes e ruídos, com base em 2017.

Figura 5 – Dados gerais por modo de transporte

| Modo | Viagens (bilhões) | Distância (bilhões de km) | Tempo (bilhões de horas) | Energia (milhões de TEP) | Poluição | | Custo da mobilidade ¹ (bilhões R\$) | Custo dos impactos ^{1,2} (bilhões R\$) |
|---------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|---|
| | | | | | Locais (milhões de t) | Estufa (milhões de t) | | |
| Transporte coletivo | 18,5 | 212 | 13,6 | 4,0 | 0,1 | 9,3 | 61,3 | 18,9 |
| Transporte individual | 19,6 | 148 | 7,7 | 7,8 | 0,1 | 23,1 | 286,1 | 123,5 |
| Transporte não motorizado | 28,0 | 40 | 9,0 | | | | | |
| Total | 66,1 | 400 | 30,2 | 11,8 | 0,1 | 32,3 | 347,4 | 142,4 |

Fonte: ANTP (2020).

A partir dos dados da Figura 5 é possível inferir outras vantagens dos modos não motorizados, como a independência energética, não emissão de gases de efeito estufa e maior economia financeira. Além disso, colabora para a democratização da mobilidade e redução dos congestionamentos (Silveira, 2010).

Apesar de ser considerado pela ONU como o modo de transporte mais sustentável e de todas as políticas de mobilidade sustentável, o uso do sistema ciclovitário ainda possui baixa representatividade na mobilidade urbana brasileira. Para se ter ideia, em 2017 a divisão percentual de viagens foi de 3% para sistema ciclovitário, contra 29% de transporte individual motorizado, 28% de transporte coletivo e 40% a pé. Quando feito recorte de acordo com o porte do município, observa-se maior uso de transportes motorizados em cidades maiores e mais viagens a pé e de bicicleta nas menores (ANTP, 2020).

O *Transit Oriented Development* (TOD), em português: desenvolvimento orientado ao transporte, é um termo geral que reúne conceitos e abrange diversos elementos que visam coordenar o uso do solo ao transporte público para captar mais usuários (Senna, 2020). De acordo com o ITDP (2017), para aumentar a adesão ao ciclismo como transporte é preciso adotar algumas estratégias de redução de uso de automóveis, redistribuição do espaço urbano, compartilhamento de bicicletas e integração com outros meios de transporte.

A pluralidade de opções é uma das características da mobilidade urbana. Dentro das premissas de sustentabilidade, esses modos devem ser integrados e articulados explorando suas

respectivas potencialidades e buscando diminuir o uso de meios de transportes individuais motorizados (Freitas *et al.*, 2015).

2.2.1. Integração com transporte público

Em distâncias até 7.5 km, o sistema cicloviário possui potencial competitivo para substituir outros modos, como caminhadas que podem levar cerca de 30 minutos. Ele pode ser usado como transporte único em viagens ponta a ponta ou associada a outros modos de transporte (Costa *et al.*, 2019; Avelar *et al.*, 2019).

Os fatores que influenciam a escolha de um modo de transporte podem ser objetivos, quando podem ser mensuráveis ou subjetivos, quando inerentes às preferências e necessidades dos usuários, conforme exemplos listados no Quadro 1.

Quadro 1 – Fatores de influência na escolha de transportes

| | | |
|-------------------------------|--|--|
| FATORES SUBJETIVOS | Comprimento da viagem, segurança no tráfego, conveniência, custo da viagem, valor atribuído ao tempo, valorização de exercícios físicos, condições físicas, circunstâncias familiares, hábitos cotidianos, atitudes de valores sociais, aceitabilidade social. | |
| FATORES OBJETIVOS | Fatores Ambientais | Clima, relevo |
| | Características da infraestrutura | Infraestrutura adequada para bicicleta, acessibilidade e continuidade das rotas, alternativas de transporte. |

Fonte: Dias (2017).

De acordo com Silva (2019), o ciclismo tem surtido efeito na diminuição do uso de automóveis particulares, mas possui limitações ao uso, como distância e condicionamento físico do condutor e, devido a isso, a intermodalidade também é um fator de influência na decisão do usuário.

Intermodalidade, ou integração modal, é entendida como o uso de dois ou mais modos de transportes em uma viagem e possui potencial para aumentar o número de usuários de bicicleta, estimular o uso de transporte público e aumentar a acessibilidade e mobilidade das pessoas. Silveira, Balassiano e Maia (2011) afirmam que “a integração é capaz de ordenar a ocupação do solo urbano, de estabelecer prioridades no uso do sistema viário e de fiscalizar e reorganizar a operação do sistema de transporte público”.

Sua ausência leva a uma rede de transportes desarticulada, onde a distância percorrida é aumentada prejudicando a ampliação da mobilidade dos ciclistas e a adesão de novos usuários ao ciclismo e ao transporte público (Silva, 2019). Sendo assim, o planejamento de transportes deve ser equacionado com o planejamento da cidade para otimizar os recursos de transporte e não agravar o crescimento urbano desordenado (Silveira, 2010).

O transporte público sozinho não é um bom substituto para os automóveis, uma vez que boa parte dos modos disponíveis não possibilita a viagem porta a porta e, por esse motivo, sua combinação com a bicicleta pode ser alternativa, mas de duas formas: com o carregamento dela nos veículos públicos ou, no caso da impossibilidade deste, a disponibilização de bicicletários, paraciclos e programas de compartilhamento de bicicletas (Riccardi, 2010; Brito *et al.*, 2018). Dias (2017) recomenda a manutenção de um local destinado a “guarda em segurança da bicicleta, equipamento de apoio, banheiros, bebedouros e outros elementos que gerem atratividade pelo uso desses espaços”.

Para analisar o funcionamento da integração, Silveira (2010) sugere o comparativo entre diferentes modos de transporte com a rede ferroviária, considerando um tempo aceitável de 15 minutos até a estação de trem e a velocidade média trafegada em meio urbano, a fim de estimar as áreas de abrangências para cada modal (Tabela 1).

Tabela 1- Integração intermodal com trem

| Modal | Velocidade média | Área de Abrangência |
|-------------------|-------------------------|----------------------------|
| A pé | 5 km/h | 1,25 km |
| Bicicleta | 15 km/h | 3,75 km |
| Ônibus | 20 km/h | 5 km |
| Automóvel ou moto | 40 km/h | 10 km |

Fonte: Silveira (2010).

Na Tabela 1 é possível verificar que a área de abrangência de determinada estação varia de acordo com o modo que faz a integração. Destacadamente, com a bicicleta, a área chega a ser três vezes maior que o trajeto a pé. Os ônibus, automóveis e motos tiveram maior abrangência, entretanto, o cálculo não considerou os congestionamentos no trajeto e, no caso do ônibus, também não considerou o percurso caminhado até as paradas e o tempo de espera.

Outras comparações modais foram feitas em diferentes cidades do país no denominado “Desafio Modal”, onde foi simulado o desempenho de cada modo em uma cidade de grande porte. A Tabela 2 a seguir retrata o resultado apresentado para a cidade de São Paulo.

Tabela 2 – Resultados do desafio intermodal na cidade de São Paulo

| Modal | Tempo | Distância (km) |
|--------------|-----------|----------------|
| Moto | 44'32" | 15 |
| Bicicleta 1 | 48'20" | 13 |
| Bicicleta 2 | 52'15" | 18 |
| Ônibus | 1h 06'00" | 10,9 |
| Carro | 1h 16'00" | 11 |
| Trem/Metrô | 1h 23'50" | 29 |
| Ônibus/Metrô | 1h 39'23' | 12 |

Fonte: Riccardi (2010).

Tanto para a cidade de São Paulo, quanto para outras cidades participantes do desafio, o automóvel atingiu tempos de trajeto superiores aos da bicicleta, isso pode ser atribuído ao fato da bicicleta não sofrer alterações no tempo de percurso, pois é capaz de continuar seu trajeto em ritmo constante independente do fluxo do trânsito (Riccardi, 2010), reafirmando seu potencial na redução de tempo de viagem, tanto como único modo de transporte, como dentro de uma integração.

A Figura 6 a seguir apresenta um compilado das vantagens oferecidas pela integração da bicicleta com o transporte público.

Figura 6 – Vantagens da integração da bicicleta com o transporte público

| Integração entre transporte público de média e alta capacidade e bicicletas | |
|---|---|
|  | Redução do tempo de viagem porta-a-porta, fazendo com que seja tão atrativo quanto o automóvel particular ou táxi. |
|  | Melhor acesso ao transporte público para os usuários |
|  | Aumento do volume dos usuários de transporte público por que a zona de captação é aumentada, já que a bicicleta é de três a quatro vezes mais rápida que caminhar |
|  | Diminui a necessidade de transporte motorizado alimentador, como ônibus e vans. |

Fonte: ITDP (2017).

Na Figura 6, subentende-se que o ITDP (2017) defende a hierarquia de modos, onde a bicicleta é utilizada em trechos complementares integrando a rede tronco-alimentada de

transportes. Seu uso em pequenas e médias distâncias expande a área alcançada pelos transportes em massa (Silveira; Balassiano; Maia, 2011).

Ao mesmo tempo que potencializa o uso do transporte público, a integração expande a área de atuação da bicicleta (Avelar *et al.*, 2019). A conectividade entre modos facilita a chegada ao destino, pode reduzir os custos do deslocamento e diminuir os impactos na rede viária, a bicicleta proporciona economia onde os modais não fazem integração tarifária, favorecendo principalmente pessoas com menor renda (Castro; Barbosa; Oliveira, 2013).

2.2.2. Acidentes com ciclistas

Os acidentes de trânsito são responsáveis por cerca de 1.3 milhão de mortes por ano, sendo a nona maior causa de mortalidade no mundo. É nesse cenário que entra em pauta a segurança dos ciclistas, visto que são mais vulneráveis e propensos a sofrer lesões mais graves do que ocupantes de automóveis (Diniz; Ferreira, 2020).

O aumento no tráfego de automóveis representa risco à segurança viária do ciclista e eleva a probabilidade de ocorrência de acidentes. No Brasil, a expansão da frota motorizada provocou aumento de 246% na mortalidade de ciclistas entre os anos de 1997 e 2011 (IPEA, 2016).

Em países em desenvolvimento, as principais vítimas são pedestres e ciclistas atribuindo-se, em parte, à velocidade superior do automóvel, ao aumento das vendas de motocicletas, que são atribuídas a maior parcela das ocorrências (Riccardi, 2010). Os principais conflitos geradores de acidentes com ciclistas estão relacionados a não perceber a presenças ou interpretações errôneas de manobra. Riccardi (2010) divide as motivações por responsável, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Ações geradoras de acidentes

| Responsabilidade do motorista | Responsabilidade do ciclista |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Abertura da porta do veículo | Velocidade imprudente |
| Conversão imprudente à esquerda | Ultrapassagem a direita |
| Entrada sem sinalização | Desobediência ao semáforo vermelho |
| Velocidade perigosa | Utilização de calçada para tráfego |
| Desobediência ao semáforo vermelho | |

Fonte: baseado em Riccardi (2010) e Dias (2017).

Além das motivações listadas, Dias (2017) agrega outras causas potenciais para acidentes como a invasão de pedestres na pista de ciclistas, a concorrência de ciclistas com ônibus e pedestres em pontos de parada e com veículos estacionados no meio fio.

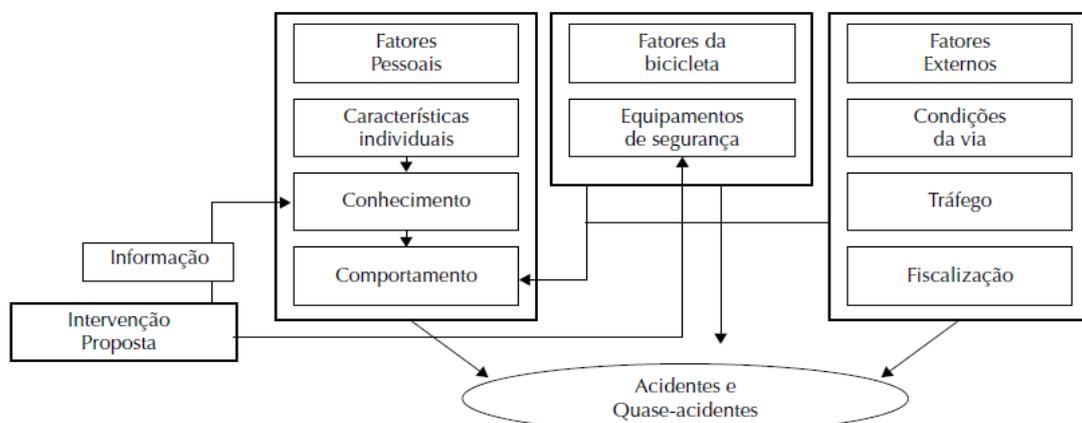
Tisher (2017) relata que em 40% das mortes de ciclistas houve colisão traseira em vias arteriais de fluxo intenso e que a sinalização tem grande influência no comportamento do ciclista, onde somente minoria ultrapassa o sinal vermelho.

Em um estudo realizado por Bacchieri *et al.* (2010), cerca de 88% dos entrevistados sofreram um “quase acidente”, ou seja, tiveram que realizar manobras ou freadas bruscas na iminência de uma colisão e outros 9% chegaram a sofrer um acidente. Os autores atribuem o número expressivo de ocorrências à grande utilização da bicicleta contrastante com a infraestrutura ciclovária insuficiente.

Tisher (2017) e Diniz e Ferreira (2020) colaboram com essa ideia ao apresentarem estatísticas que comprovam a redução significativa dos números de acidente em vias com estruturas como ciclofaixas e ciclovias e reforçam que a infraestrutura ciclovária é essencial para a sensação de segurança e conforto do usuário, contribuindo para adesão a esse meio de transporte.

Riccardi (2010) alerta para possível subnotificação dos casos, visto que nem todos os acidentes envolvem um veículo motorizado e 70% estão relacionados a má conservação das vias. Além dos deslocamentos de ar dos automóveis, as deformidades e água acumulada no pavimento ou sua obstrução física, podem afetar o equilíbrio dos ciclistas (Leão, 2016). Sendo assim, são diversos os determinantes de ocorrência de acidentes (Figura 7).

Figura 7 – Determinantes da ocorrência de acidentes e quase acidentes no trânsito.



Fonte: Bacchieri *et al.* (2010).

Desta forma, pode-se notar que as intervenções devem abranger desde o tráfego de veículos automotores e educação dos condutores à infraestrutura das vias, a informação serve de subsídio para geração de conhecimento, formando o comportamento adequado no trânsito. O modelo apresentado na Figura 7 visa a efetividade de políticas de intervenção com base nos diferentes fatores geradores de acidentes e quase acidentes.

2.3. SISTEMA CICLOVIÁRIO

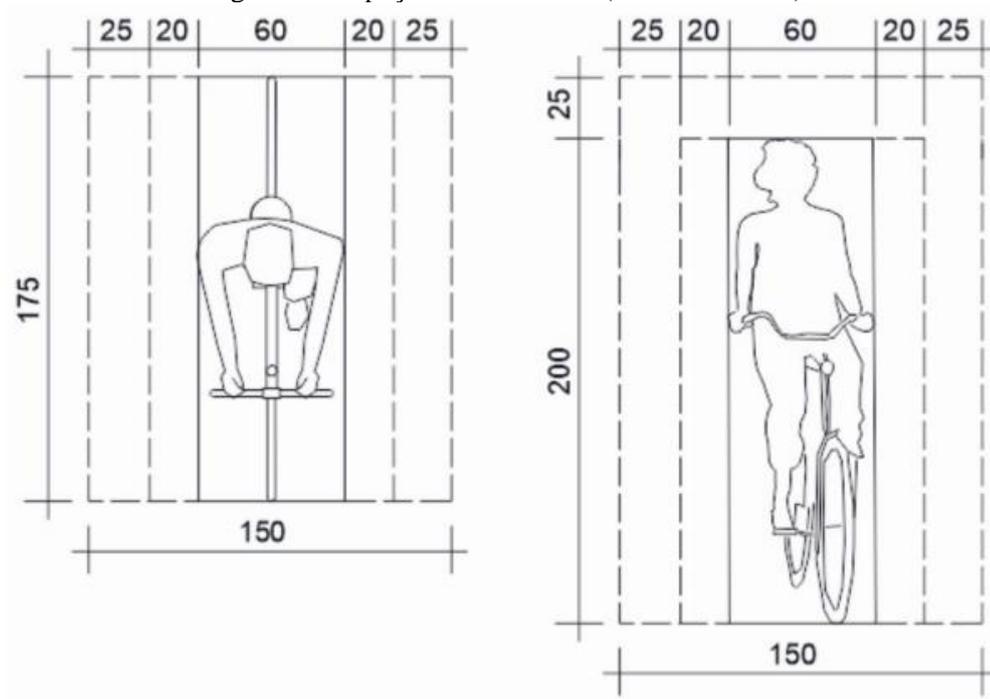
Em meados da década de 1990, após anos de valorização do automóvel, as políticas públicas mudaram em prol da bicicleta para garantir a segurança dos ciclistas e planejar sua circulação nas vias. O Código de Trânsito Brasileiro (Lei n. 9.503/1997) definiu como prioritária a circulação das bicicletas e estabeleceu os direitos e deveres de seus usuários (Leão, 2016).

O sistema cicloviário consiste em uma rede integrada cujos componentes devem atender a uma série de características que garantam a segurança e o conforto dos usuários de bicicleta no ambiente urbano (Leão, 2016). Para funcionamento desta rede é necessário fazer a interface com outras influentes, como a rede de transportes e a de urbanismo integrando o transporte público, proporcionando a urbanização da área, a arborização das vias e disponibilização de infraestrutura de suporte como banheiros e estacionamento (Silva, 2014).

2.3.1. Espaço útil do ciclista

O espaço útil consiste nas dimensões verticais e horizontais mínimas ocupadas pelo ciclista para circulação e manobra, prezando por equilíbrio e comportando as dimensões da bicicleta. São elas: 1,00m de largura, 1,75m de comprimento e 2,25m de altura. No Brasil são adotados 0,25m a mais em cada lateral, conforme consta na Figura 8 (Monari, 2016; Dias, 2017).

Figura 8 – Espaço útil do ciclista (em centímetros)



Fonte: Monari (2018).

2.3.2. Vias de circulação

Quanto à infraestrutura, para Riccardi (2010) as vias podem ser compartilhadas, parcialmente segregadas ou totalmente segregadas. Dentro destas tipologias, o Código de Trânsito Brasileiro não reconhece vias compartilhadas como as vias cicláveis e ciclorrotas, somente a ciclofaixa (parcialmente segregada) e a ciclovia (totalmente segregada). Mas conforme destacado pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP), os municípios possuem algum grau de autonomia no gerenciamento do tráfego no território e podem implementar essas estruturas (ITDP, 2015).

Desta forma, as seções a seguir destinam-se a apresentar seus conceitos e as dimensões de infraestruturas previstas na legislação municipal da cidade do Rio de Janeiro.

2.3.2.1 Vias compartilhadas

Vias compartilhadas são aquelas em que um ou mais modos de transporte compartilham o mesmo espaço, podendo ser “calçadas, passarelas, passagens subterrâneas, vias de pedestres ou pistas de rolamento” (Silva, 2017). Monari (2018) destaca que este tipo de via não exige grandes modificações em estruturas existentes e que a prioridade de tráfego é do pedestre e depois do ciclista. São compartilhadas as vias cicláveis e as ciclorrotas.

As vias cicláveis são vias secundárias onde o volume de tráfego é baixo e de velocidades semelhantes às vias residenciais, são comumente adotadas pelos ciclistas na ausência de ciclofaixas ou ciclovias e padecem de sinalização (Chapadeiro; Antunes, 2012; Monari, 2018).

De características semelhantes às vias cicláveis, mas com sinalização para segurança do ciclista, as chamadas ciclorrotas interligam pontos de interesse e trechos de ciclovias e ciclofaixas (Figura 9) (Silva, 2017).

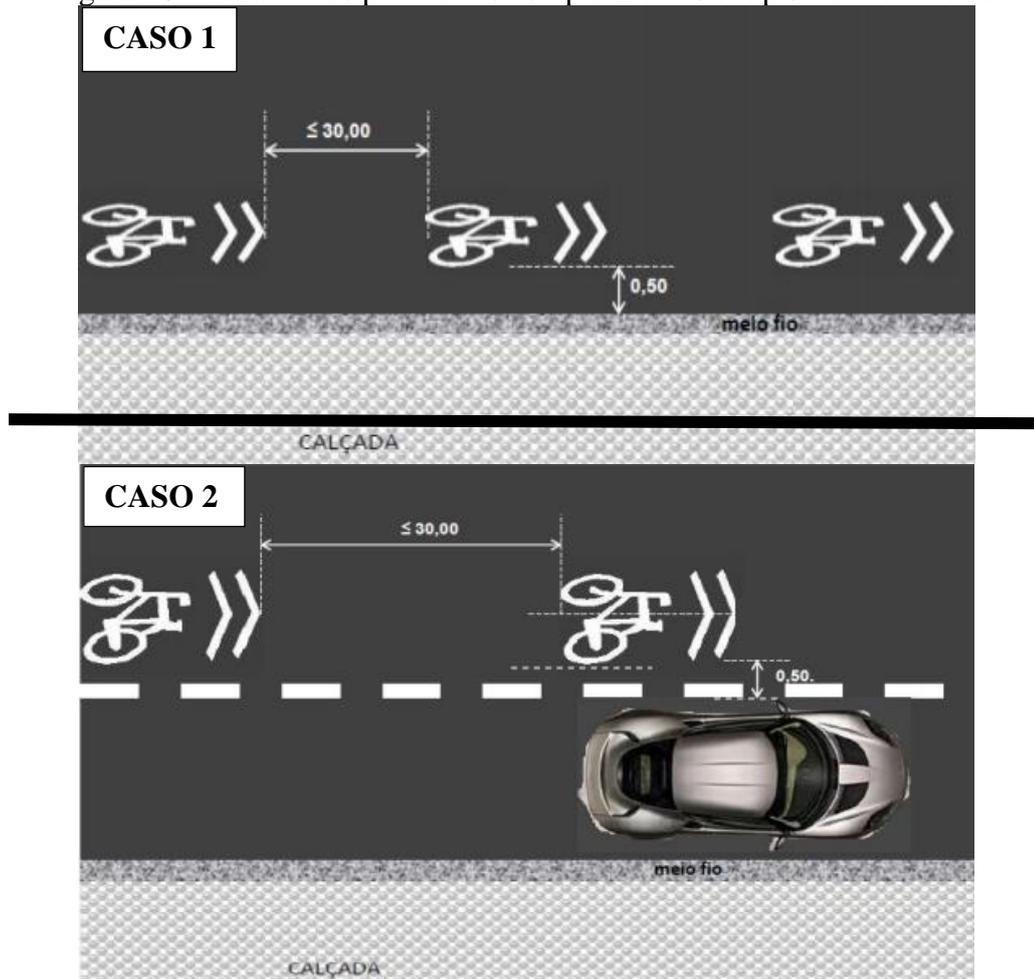
Figura 9 - Sinalização da ciclorrota



Fonte: Leão (2016).

Conforme ilustrado na Figura 9, a sinalização da ciclorrota é horizontal e vertical, no pavimento e em placas indicativas, indicando que no compartilhamento da via a preferência de tráfego é do ciclista. A Prefeitura do Rio de Janeiro assume a denominação “faixa compartilhada” para os espaços onde os ciclistas transitam com pedestres ou automóveis. Quando compartilhadas na pista de rolamento, são equivalentes às ciclorrotas (Figura 10).

Figura 10 – Parâmetros para faixas compartilhadas em pista de rolamento

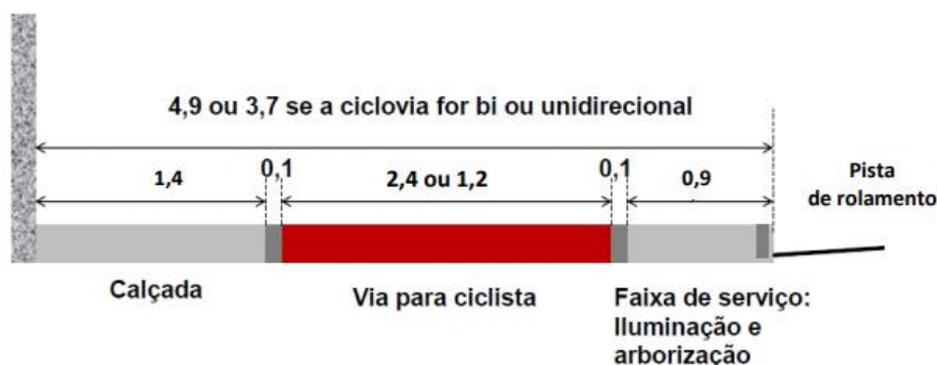


Fonte: Rio de Janeiro (2014).

Os motoristas de veículos motorizados devem manter distância de 1,5m do ciclista (caso 1). Nas vias onde há permissão para estacionamento, a faixa dista 0,50m da demarcação e na ausência desta, a 2,30m do meio fio (caso 2).

Para os compartilhamentos feitos em calçadas, a sinalização deve ser clara sobre a presença de ciclistas para evitar acidentes e a largura mínima recomendada pelo município é de 1,2m para faixas unidirecionais e 2,4m para bidirecionais (Figura 11).

Figura 11 – Medidas para faixas compartilhadas na calçada (em metros)



Fonte: Rio de Janeiro (2014).

Conforme a Figura 11, calçada deve ter largura mínima de 3,7m para comportar a faixa. Medidas mais estreitas que estas não têm delimitação de espaço e devem ser usadas em último caso, quando não há alternativas para continuidade do trecho, visto que o compartilhamento é total.

2.3.2.2 Vias parcialmente segregadas

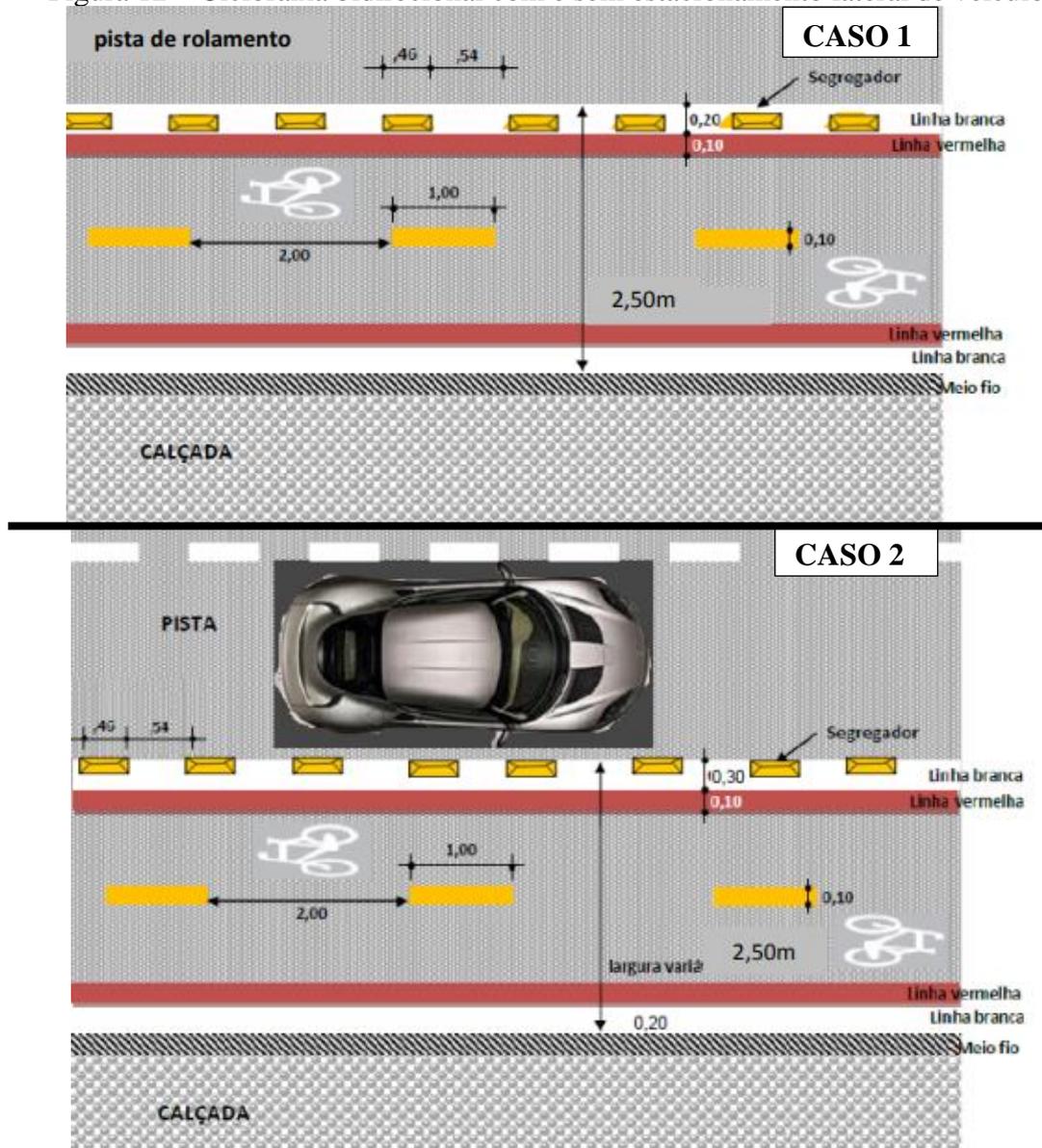
As vias são parcialmente segregadas quando o espaço é delimitado por sinalizações e diferenciação no pavimento, sem obstáculos físicos. Como representante desta classificação pode-se citar as ciclofaixas (Riccardi, 2010).

Define-se ciclofaixa como um espaço exclusivo à circulação de ciclista junto a pista de veículos motorizados, com as devidas identificações e delimitações, mas se bloqueadores físicos para segregação total. Podem ser uni ou bilaterais, sendo esta última menos frequente (Chapadeiro; Antunes, 2012; Silva, 2014; Leão, 2016; Monari, 2018).

Podem se localizar em calçadas, canteiros centrais ou junto às pistas de rolamento. Sua demarcação normalmente é feita por pintura de linhas separadoras no solo ou piso diferenciado em cor ou rugosidade para destacá-lo de outras vias de tráfego que estejam no mesmo nível (Silva, 2017). Este tipo de infraestrutura é recomendado em vias de médio a alto volume de tráfego (Diniz, 2019).

No Brasil, o Conselho Nacional de Trânsito (Contran) tornou obrigatória a sinalização horizontal com a cor vermelho com linhas brancas nas bordas. A Prefeitura do Rio de Janeiro segue os parâmetros estabelecidos pelo Contran logo, as medidas-padrão para ciclofaixas são: 2.5m de largura para faixas bidirecionais, 1.5m para unidirecionais, 0.20m de largura da linha branca, 0.10m para a linha vermelha interna. Tal qual apresentado na ilustração da Figura 12.

Figura 12 – Ciclofaixa bidirecional com e sem estacionamento lateral de veículos



Fonte: Rio de Janeiro (2014).

Quando permitido o estacionamento de carros na mesma via, a ciclofaixa deve estar entre o meio fio e a pista do estacionamento (Rio de Janeiro, 2014). Além da sinalização horizontal, conta com semáforos de placas indicativas (Silva, 2017).

2.3.2.3 Vias totalmente segregadas

Consideram-se vias totalmente segregadas aquelas em que são utilizados obstáculos para dividir o espaço destinado às bicicletas. Oferece mais segurança aos ciclistas, entretanto, exige maior largura da via para não prejudicar o trânsito de veículos e pedestres (Riccardi, 2010).

É dentro desta qualificação que se encontram as ciclovias, conceituadas por Silva (2014) como espaços destinados a circulação exclusiva de bicicletas, podendo ser uni ou bilateral localizadas em canteiros centrais ou laterais às calçadas (Figura 13).

Figura 13 - Ciclovias



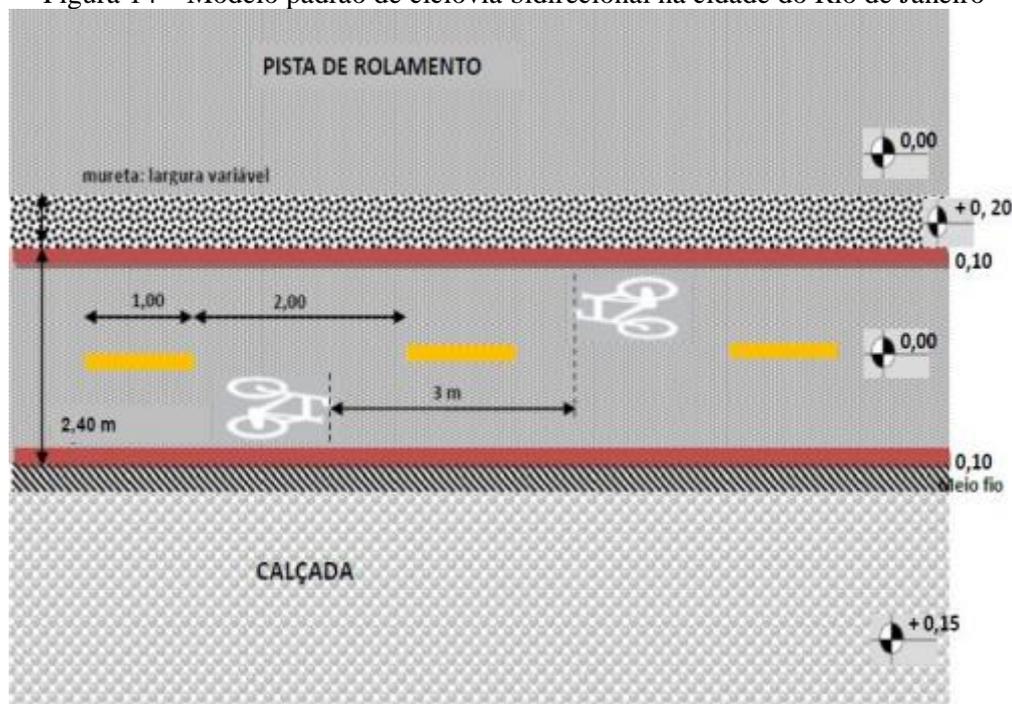
Fonte: Silva (2017).

Por serem segregadas das vias de tráfego comuns, as ciclovias oferecem mais segurança e conforto ao ciclista, tal separação é feita por desnível do solo ou barreiras físicas como blocos pré-moldados, muretas, calçadas ou áreas verdes. Diniz (2019) recomenda o uso de ciclovias em vias de alto volume de tráfego, mas alerta que podem ser desfavoráveis em trechos com interseções, pois dependendo da barreira física adotada, podem criar um ponto cego para o ciclista favorecendo acidentes.

A infraestrutura de uma ciclovia requer mais investimentos e espaço físico que as demais. Normalmente é encontrada em espaços urbanos planejados que dispõem de espaço para malha viária. Em cidades já estruturadas, mesmo que haja alta demanda de ciclistas, essas características dificultam sua implantação (Chapadeiro; Antunes, 2012; Silva, 2017). A Figura

14, a seguir, apresenta o modelo adotado pela cidade do Rio de Janeiro para ciclovias bidirecionais.

Figura 14 – Modelo padrão de ciclovia bidirecional na cidade do Rio de Janeiro



Fonte: Rio de Janeiro (2014).

As dimensões adotadas na cidade são de 2,40m de largura para ciclovias bidirecionais e 1,2m para unilaterais. Os elementos segregantes devem medir no mínimo 0,30m de largura, sendo recomendado 0,50m, e 0,20m de altura.

2.3.3. Pavimento, iluminação, drenagem e sinalização

Pavimento, iluminação e sinalização são elementos que impactam diretamente na percepção sobre a segurança da infraestrutura cicloviária. O pavimento deve atender a alguns requisitos mínimos para o bem-estar do ciclista, como a superfície regular, antiderrapante, impermeável e que permita o escoamento de águas pluviais para evitar o seu acúmulo em poças. Essas características afetam a atratividade do percurso e a velocidade com que os ciclistas trafegam nele, visto que pavimentos irregulares como o paralelepípedo geram grande desconforto (Dias, 2017; ITDP, 2017).

Quanto à iluminação das vias, Dias (2017) afirma que sua importância está relacionada tanto à prevenção da criminalidade quanto ao aumento da visibilidade do ciclista em situações

de risco como no caso dos cruzamentos. São em trechos de interseção, cruzamentos e rotatórias que acontece a maior parte dos acidentes com ciclistas e por isso devem ser bem iluminados e sinalizados (Silva, 2014b). Ainda segundo o ITDP (2017), “o desenho das ciclovias sobre canteiros e calçadas pré-existentes deve ser evitado, pois há maior dificuldade em garantir espaço seguro para os ciclistas em interseções e para os pedestres em cruzamentos” e além da sinalização adequada e da iluminação, sugere a redução de distância de travessia, velocidade e tempo de espera como medidas preventivas ao risco de acidentes.

As sinalizações viárias são definidas pelo Conselho Nacional de Trânsito e implementadas pelos municípios. Nas vias cicloviárias, é feita a sinalização horizontal, vertical e semaforica por meio de placas, dispositivos auditivos e/ou luminosos com sinais claros sobre os deveres de ciclistas, pedestres e motoristas e a prioridade de circulação. O Quadro 3 apresenta as diretrizes de sinalização estabelecidas para cada tipo de via.

De acordo com Carvalho (2016), é fundamental que haja um sistema adequado de drenagem para regulação e manutenção da via. As grelhas devem estar seguras e estar em perfeito estado para os ciclistas. A importância dos dispositivos de drenagem também é reforçada por Freitas, Tonetti e Faria (2019) e Cardoso e Campos (2016).

Quadro 3 – Sinalização horizontal e vertical segundo a tipologia da via.

| Tipologia | Sinalização horizontal | Sinalização vertical |
|--|--|---|
| Ciclovias unidirecional ou de traçado independente | Regulamentação da circulação de bicicletas e proibição de motocicletas. Indicação de rotas e destinos. | Delimitação no pavimento por linha de bordo contínua na cor branca; segunda linha de bordo ou pintura na cor vermelha; elementos de segregação física; símbolo “SIC de bicicleta” no pavimento; marcas no pavimento indicando áreas de amortecimento quando houver faixa de estacionamento adjacente (canteiro central fictício). |
| Ciclovias bidirecional | Regulamentação da circulação de bicicletas e proibição de motocicletas. Indicação de rotas e destinos. | Delimitação no pavimento por linha de bordo contínua na cor branca; segunda linha de bordo ou pintura na cor vermelha; elementos de segregação física; símbolo “SIC de bicicleta” no pavimento; linha tracejada de divisão de fluxos opostos; marcas no pavimento indicando áreas de amortecimento quando houver faixa de estacionamento adjacente (canteiro central fictício). |

Quadro 3 – Sinalização horizontal e vertical segundo a tipologia da via (continuação).

| Tipologia | Sinalização horizontal | Sinalização vertical |
|--|--|---|
| Ciclofaixa unidirecional | Regulamentação da circulação de bicicletas e proibição de motocicletas. Indicação de rotas e destinos. | Delimitação no pavimento por linha de bordo contínua na cor branca; segunda linha de bordo ou pintura na cor vermelha; símbolo “SIC de bicicleta” no pavimento; marcas no pavimento indicando áreas de amortecimento quando houver faixa de estacionamento adjacente (canteiro central fictício). |
| Ciclofaixa bidirecional | Regulamentação da circulação de bicicletas e proibição de motocicletas. Indicação de rotas e destinos. | Delimitação no pavimento por linha de bordo contínua na cor branca; segunda linha de bordo ou pintura na cor vermelha; símbolo “SIC de bicicleta” no pavimento; linha tracejada de divisão de fluxos opostos; marcas no pavimento indicando áreas de amortecimento quando houver faixa de estacionamento adjacente (canteiro central fictício). |
| Ciclorrota | Advertência da circulação de bicicletas e regulamentação de velocidade máxima. Indicação de todas e destinos para ciclistas. | Símbolo “bicicleta com seta dupla” em intervalos regulares no pavimento; linha de bordo não contínua na cor branca delimitando a área de estacionamento na via (quando existir). |
| Faixas compartilhadas com transporte público | Advertência da circulação de bicicletas e regulamentação de velocidade máxima no corredor compartilhado e proibição de motocicletas. | Símbolo “bicicleta com seta dupla” em intervalos regulares no pavimento. |

Fonte: ITDP (2017).

O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito define os sinais de trânsito também para vias cicloviárias nos volumes 1, 2 e 4. Os símbolos utilizados e seus respectivos significados são apresentados no Anexo A do trabalho.

2.3.4. Estacionamentos

Os estacionamentos de bicicleta têm potencial para estimular o uso deste meio de transporte, principalmente quando disponíveis em locais de grande circulação de pessoas, como centros comerciais, e integrados ao transporte público. Uma forma de identificar as zonas de interesse é observar pontos onde há estacionamento informal de bicicleta em diferentes dias e horários.

Para projetar e definir qual infraestrutura será adotada, deve-se considerar a localização, segurança, número de vagas, tempo de permanência e horário de funcionamento. Dependendo das características da demanda local, o estacionamento pode ser paraciclo ou bicicletário, detalhados nas seções a seguir conforme as informações constantes no “Guia do planejamento cicloinclusivo” do ITDP (2017).

2.3.4.1 Paraciclos

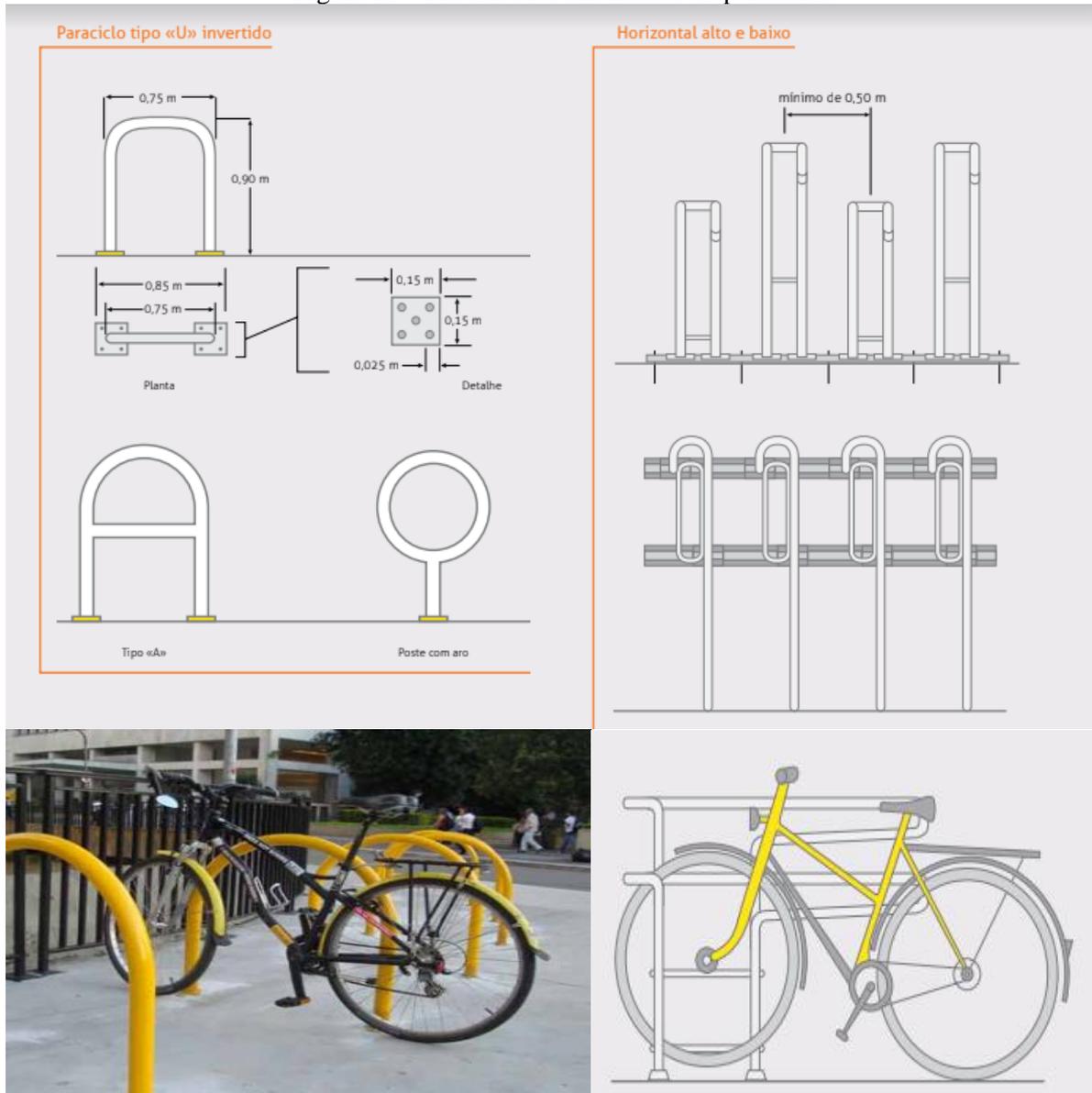
Os paraciclos são mobiliários instalados em vias públicas para prender as bicicletas. Devem ser dispostos em locais iluminados para o uso em horário noturno e não podem impedir a circulação de pedestres. Para isso, são definidos os seguintes parâmetros de posicionamento: longitudinal à calçada, 0.8m de distância de outros mobiliários (inclusive, outros paraciclos) e 1.2m de distância do meio fio e de linhas de parada, caso próximos a esquinas.

O *design* do mobiliário deve permitir que o quadro e uma das rodas da bicicleta sejam presos em conjunto e oferecer um espaço confortável para alocar e manobrar a bicicleta. Dentre os modelos mais comuns estão:

- U invertido: Modelo popular de uso intuitivo permite prender duas bicicletas de pé por divisão. Altamente recomendado para vias públicas, dentre suas vantagens destaca-se a facilidade de construção e instalação;
- Alto e baixo: Utilizado em locais onde a demanda é alta para o mobiliário U invertido, permite estacionar até 3 bicicletas por metro.

Tais modelos são demonstrados na Figura 15.

Figura 15 – Modelos recomendados de paraciclos



Fonte: ITDP (2017).

Além dos modelos citados, há outros disponíveis, porém, são inadequados por não atender aos requisitos de segurança e conforto (Figura 16).

Figura 16 – Modelos não recomendados



Fonte: ITDP, 2017.

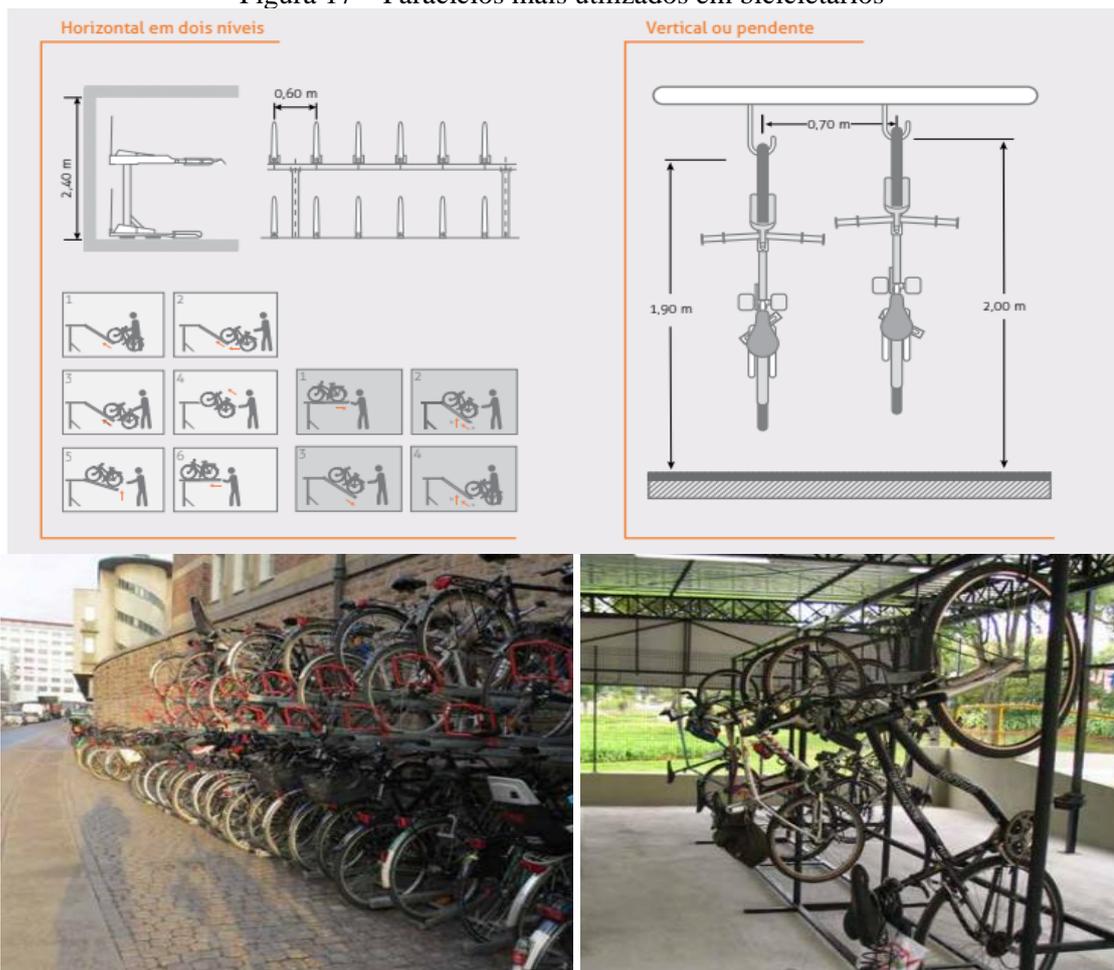
Os modelos “escova” e “torradeira” não permitem prender a roda e o quadro concomitantemente, oferecendo baixa resistência a roubos. Já o modelo onda, além de não oferecer tanta segurança, dispõe as bicicletas de forma desconfortável ao usuário.

2.3.4.2 Bicicletários

Bicicletários são estacionamentos recomendados para permanência de longa duração, onde é comum os horários de maior movimentação coincidirem com o início e fim do horário comercial (Dias, 2017).

O espaço destinado à sua construção comporta um grande número de vagas e dispõe de paraciclos e infraestruturas de suporte para oferecer mais segurança e conforto aos usuários, como banheiros, bebedouros e controle de acesso. Para otimizar o espaço é comum o uso de mobiliários do tipo “horizontal em dois níveis” ou do tipo “vertical ou pendurado” (Figura 17).

Figura 17 – Paraciclos mais utilizados em bicicletários



Fonte: ITDP (2017).

O mobiliário em 2 níveis permite duplicar o número de vagas, mas exige que o usuário empurre a bicicleta por uma canaleta para o nível superior, o que pode gerar algum desconforto. Entretanto, seu uso é ainda mais fácil que o mobiliário vertical, que exige o levantamento completo da bicicleta para prendê-la ao gancho.

2.3.5. Compartilhamento de bicicletas

O *bike sharing* surgiu em 1965, em Amsterdã, e se popularizou no mundo inteiro. Em programas deste tipo, o ciclista faz uso de uma bicicleta alugada sem se preocupar com local de estacionamento ou roubos e atrai tanto ciclistas habituais quanto quem não possui bicicleta própria (Silva, 2019b).

Quando o sistema ciclovitário não dispõe de espaço apropriado para alocar as bicicletas, o compartilhamento pode ser a solução (Castro; Barbosa; Oliveira, 2013). As estações de compartilhamento (Figura 18) são localizadas em pontos estratégicos de maior demanda tanto para origem quanto para destino e a disponibilidade de veículos e vagas disponíveis pode ser consultada por aplicativo pelo celular com pagamento do aluguel feito via cartão de crédito (Silva, 2019).

Figura 18 – Estação de compartilhamento de bicicleta



Fonte: ITDP (2019).

2.4. ROTAS CICLÁVEIS

2.4.1. Atributos

Rota ciclável pode ser descrita como

um caminho que promove a ligação entre um par origem-destino de maneira segura aos ciclistas, isto é, por meio de sinalização adequada e do tratamento de interseções. Esta ligação pode ser feita de maneira compatível com o sistema viário ou possuir traçado independente (Monari, 2018).

Pitilin e Sanches (2016) relatam que as características da rota influenciam na decisão do ciclista e podem ser divididas em aspectos físicos e operacionais. Dentro dos físicos, o planejamento de uma rota ciclável deve considerar o esforço físico estudando o declive e velocidade e priorizando rotas retas e curtas (Silva, 2019).

Sousa e Penha-Sanches (2019) compilaram uma série de estudos sobre a infraestrutura cicloviária e constataram que as preferências podem mudar de acordo com a idade e gênero do ciclista, mas que, além de rotas curtas sem muitos declives. Sobre as variações topográficas, Caetano (2022) afirma que os ciclistas não são afetados significativamente por declives inferiores até 3%, sendo recomendada a implantação de uma infraestrutura em variação até 5%, acima disto, a circulação torna-se difícil com alto esforço e em 8% é nula.

Há consenso também sobre a continuidade da infraestrutura, vias sem estacionamentos de automóveis, baixo volume de tráfego e com redução de velocidade. O Quadro 4 apresenta alguns atributos que devem orientar a definição de rotas cicloviárias, conforme relatado em Silva (2014), ITDP (2017) e Pereira (2018).

Quadro 4 – Atributos das rotas cicláveis

| Atributos | Descrição |
|-----------------------|--|
| Continuidade | Trajetos contínuos em tempo e distância, sem interrupções para chegar ao destino, com minimização de interseções e paradas obrigatórias; |
| Conectividade | Interatividade com percursos de interesse, tais como grandes centros e polos geradores de viagem; intermodalidade com modos de transporte de média ou alta capacidade. |
| Hierarquização viária | Compatibilidade da rota com a velocidade da via, visando minimizar a diferença de velocidade entre o ciclista e os motoristas de veículos automotores. |
| Linearidade | Menor distância de percurso possível. |

Quadro 4 – Atributos das rotas cicláveis (Continuação)

| | |
|--------------|---|
| Segurança | Poucos cruzamentos, redução de velocidade nos pontos de conflito, segregação dos ciclistas em caso de altas diferenças de velocidade, sinalização adequada. |
| Atratividade | Demanda de alta densidade na área de abrangência, segurança pública, iluminação adequada. |
| Conforto | Sem muitos aclives (em média 10%), sinalização de orientação, preferência por locais arborizados, facilidade de criar mapas mentais por meio de marcos urbanos. |

Fonte: Silva (2014), ITDP (2017) e Pereira (2018).

Alguns estudos relatam que a continuidade e conectividade tornam a rede coerente. Uma rede completa possui em média de 500 a 1000m e sua infraestrutura absorve pelo menos 70% das viagens de bicicleta (ITDP, 2017). Majoritariamente, os trabalhos de identificação de rotas optam por pesquisas de opinião, porém seus resultados tendem a ser insatisfatórios visto que se baseiam em cenários internacionais para aplicabilidade no Brasil, que ainda possui baixa qualidade das vias para expansão da malha cicloviária (Monari, 2018).

2.4.2. Exemplos nacionais e internacionais

A mobilidade pode ser medida pelo número de viagens diárias por bicicleta, por indivíduo, sendo a taxa europeia de 3 a 4 viagens por dia enquanto no Brasil, esse valor cai para 2,5 viagens (Motta; Silva; Brasil, 2012; Fundação Konrad Adenauer, 2014).

Na Europa têm-se criado cultura de valorização da bicicleta como meio de transporte com fortes investimentos em infraestrutura e medidas de integração ao transporte público, como forma de redução da poluição gerada pelos veículos motorizados (Dias, 2017).

A Dinamarca é um dos países que lideram o *ranking* de ciclo inclusão. Após a crise do Petróleo em 1970 ela reestruturou o seu espaço urbano e expandiu a malha cicloviária, além de arborizar o espaço urbano a fim de torná-lo mais agradável, dispondo de mobiliários para estimular o uso intensivo de bicicletas (Dias; Esteves Junior, 2017). Como resultado, sua capital possui aproximadamente 400 km de vias cicláveis e cerca de 50% da população faz uso diário da bicicleta como meio de transporte para trabalho ou estudos e relatam praticidade e rapidez como benefícios principais (Franco; Campos, 2014).

A coexistência de diferentes modos de transporte é possível graças a um sistema de redução de velocidade para garantir a segurança das vias. Para solucionar os problemas com

locais de guarda foram instalados 3300 estacionamentos e, além disso, toda a infraestrutura possui sinalização específica para o ciclista e pavimento diferenciado para caracterizar a tipologia da ciclovia (Silva, 2019), conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19 – Infraestrutura cicloviária em pontos de ônibus



Fonte: ITDP (2017).

O ITDP (2017) destaca que uma das medidas de priorização de espaço utilizadas no país é a faixa compartilhada. Para impedir a invasão de veículos automotores neste espaço, foi feito um sistema que alia as paradas de ônibus às ciclovias com desvios de percurso para bicicletas, principalmente em pontos de interseção e estacionamentos de automóveis. Esta solução também foi adotada em países como Alemanha, França e Reino Unido e apresenta bons resultados com relação à segurança.

Outro país que disputa a liderança da mobilidade ciclável na Europa é a Holanda. A topologia plana e menores distâncias a percorrer favorecem o uso da bicicleta, mas não é um fator determinante, visto que as cidades mais cicloamigáveis possuem características diversificadas entre si, em cidades onde os subúrbios e grandes centros são distantes a solução é a integração com o transporte público e a conectividade das redes cicloviárias (Vale, 2016; Silva, 2019).

Na Holanda as ciclovias possuem pavimento vermelho e sinalização própria para garantir a segurança e tranquilidade dos ciclistas. O país obteve melhoras na qualidade de vida

da população e redução de congestionamentos atingindo metade dos deslocamentos da cidade feitos por bicicleta. Para Picanço e Callil (2016) isto demonstra a viabilidade do modo de transporte e seu potencial para favorecer a expansão urbana (Franco; Campos, 2014). Para Castro, Barbosa e Oliveira (2013) e ITDP (2017) o modelo holandês pode inspirar outros países nas medidas pró mobilidade ciclável, incluindo a adoção de bicicletas compartilhadas em destinos de áreas centrais e outras mudanças no padrão de mobilidade e uso de solo.

Na Espanha, a cidade de Barcelona passou por processo de remodelagem do espaço urbano com demolição de prédios desocupados e expansão do sistema cicloviário, adotaram-se medidas de proibição de automóveis, criação de vias exclusivas e aluguel público de bicicletas. O ciclismo revitalizou a cidade e o índice de uso cresceu 6.6% em 5 anos (Franco; Campos, 2014).

No Brasil, este modo de transporte ainda se encontra em expansão e algumas políticas públicas de incentivo e melhoria de mobilidade foram adotadas como o Programa Bicicleta Brasil, instituído pela Lei 13.724/18. Nele é previsto o aumento da malha cicloviária urbana e implantação de sistemas de bicicleta compartilhada.

Dias (2017) relata que a infraestrutura insuficiente e inadequada leva à baixa adesão a bicicleta tanto quanto o ambiente ao redor, a falta de estacionamentos e de integração. Algumas cidades têm se destacado nas mudanças deste contexto, como Curitiba, em que a rede cicloviária é articulada com áreas verdes e São Paulo, onde houve grande expansão da malha entre 2013 e 2016, totalizando 484 km de ciclovia em parte integrada ao metrô paulistano (Dias; Esteves Junior, 2017). Apesar destas medidas, alguns pontos ainda carecem de melhorias como a manutenção das vias, o tratamento dos pontos de interseção e sinalização (Silva, 2014).

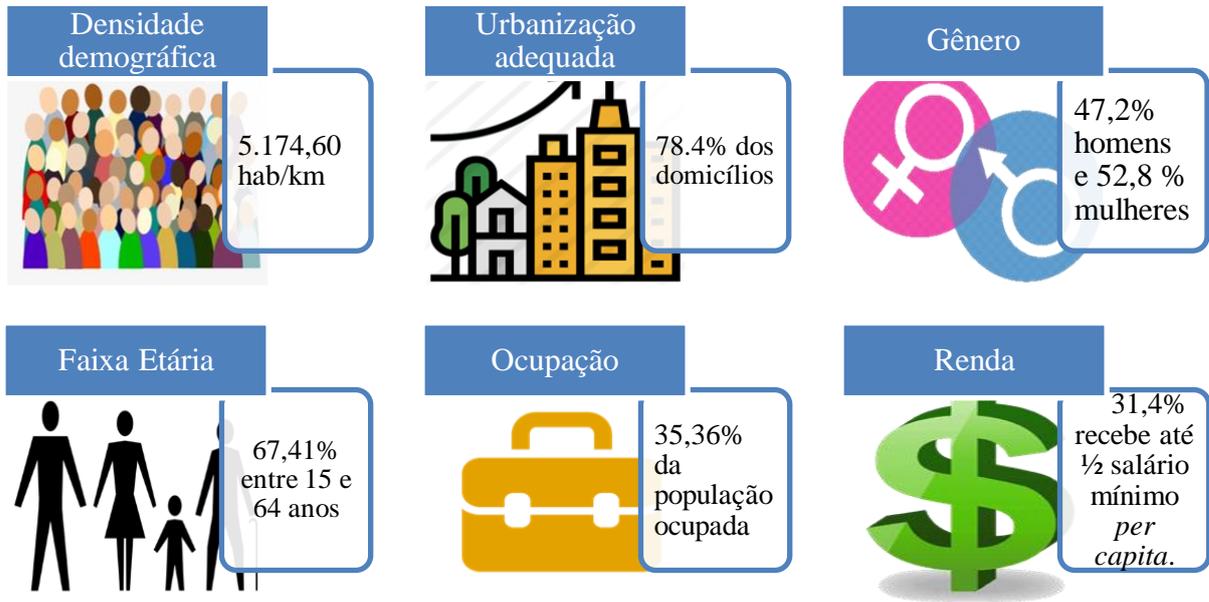
2.5. A CIDADE DO RIO DE JANEIRO

2.5.1. Características sociodemográficas

O Rio de Janeiro conta com população de 6.211.223 residentes (IBGE, 2022). Para subsidiar a elaboração de políticas públicas efetivas e atender corretamente as demandas sociais, é preciso conhecer o perfil sociodemográfico destas pessoas (IDTP, 2019).

A Figura 20 apresenta dados como densidade demográfica, faixa etária, gênero, emprego, renda e taxa de urbanização adequada do município do Rio (domicílios em vias com pavimentação, drenagem urbana, iluminação pública e outros).

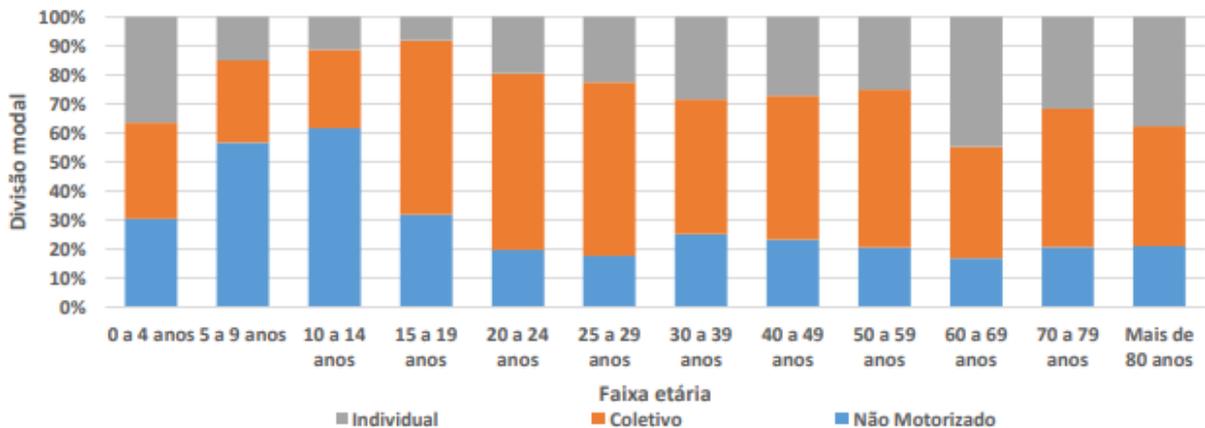
Figura 20 – Perfil sociodemográfico



Fonte: IBGE, 2022.

No Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da cidade (PMUS), a Prefeitura do Rio de Janeiro relaciona essas variáveis socioeconômicas com os deslocamentos para criar indicadores de mobilidade (Figura 21) (Rio de Janeiro, 2016).

Figura 21 - Preferência modal por faixa etária



Fonte: Rio de Janeiro (2016).

Na ilustração percebe-se que a preferência da população carioca pelo transporte individual motorizado tende a aumentar com a idade, enquanto a população na faixa de 15 a 59 anos em idade ativa para trabalho, tende a preferir mais o transporte coletivo. A prefeitura considerou todas as faixas etárias a partir de 0 a 4 anos, onde se percebe, na Figura 21, que os meios não motorizados são escolhas majoritárias somente na idade entre 5 e 14 anos, levantando a hipótese que para essa faixa etária sejam mais associados a lazer ou deslocamentos em curta

distância. Entretanto, quando feito recorte por renda, há maior adesão de indivíduos de renda de até 2 salários-mínimos. Conforme esta aumenta, menor o uso de modais não motorizados. O transporte motorizado segue lógica diferente, onde a relação de preferência é diretamente proporcional ao poder aquisitivo (Rio de Janeiro, 2016).

2.5.2. Rede de transportes

Dentre os modais disponíveis na cidade encontram-se os transportes coletivos: ônibus, metrô, trem, barcas, *Bus Rapid Transit* (BRT), Veículo Leve sobre Trilhos (VLT); os individuais motorizados: motocicletas e automóveis; complementares de locomoção: bicicleta, vans, táxi e transporte por aplicativo. Ao todo, os percentuais de deslocamento na cidade são de 47,33% para transporte coletivo, 22,74% para carros, 27,24% a pé, 1,02% de bicicleta, 0,67% de moto, 0,99% outros (Rio de Janeiro, 2016).

No Anexo B consta um trecho do mapa metropolitano de transportes do Rio de Janeiro correspondente à cidade do Rio. Nele é possível ver a disposição da malha disponível para os transportes públicos coletivos, exceto ônibus. O transporte rodoviário opera por concessão dividida em quatro áreas: Consórcio Santa Cruz, Transcarioca, Internorte e Intersul (Figura 22).

Figura 22 – Consórcios para operação de ônibus na cidade



Fonte: Rio de Janeiro (2020).

No contexto dos transportes coletivos, o ônibus é o responsável 37,10% dos deslocamentos, representando a maior parte deles (Rio de Janeiro, 2016). Em média, a 40% população tende a gastar mais de 1h com o trajeto casa-trabalho em regiões metropolitanas, no Rio de Janeiro. Ainda assim, a cidade está entre os melhores casos no Brasil com relação ao

transporte de média e alta capacidade e cerca de 30% da população carioca tem acesso a eles (ITDP, 2019).

2.5.3. Mobilidade por bicicleta

O marco dos primeiros 27,4 km de infraestrutura cicloviária foram construídos em 1991 na Zona Sul e Barra da Tijuca sob influência da Confederação das Nações Unidas Eco-92. Em 1994, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAC) foi criada e um dos seus objetivos consistia em implantar ciclovias na cidade. Em 2009, o programa Rio Capital da Mobilidade por Bicicleta visou dobrar a meta de infraestruturas disponíveis até o ano de 2012 (Picanço; Callil, 2019).

A malha cicloviária da cidade expandiu de 302,51 km em 2013 para 457,58 km em 2018. O Quadro 5 os instrumentos de políticas públicas entre 2013 e 2016 que culminaram nessa expansão, com a política voltada à mobilidade por bicicleta variando de acordo com o governo em exercício.

Quadro 5 – Políticas públicas entre 2013 e 2016.

| Programas e políticas | Legislações ou ações amparadas por instrumentos legais | Campanhas ou ações pontuais |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Programa de expansão da malha cicloviária e “zonas 30” • Elaboração e finalização do PMUS • Expansão do Bike Rio (sistema de bicicletas compartilhadas) | <ul style="list-style-type: none"> • Lei nº 5.936 – Programa Adote um Bicicletário • Portaria MA/SUB nº 05 – Acompanhamento Programa de Ciclovias • Decreto nº 40.626 – Ações para Dia Mundial sem carro • Decreto nº 41.574 – Grupo de Trabalho para criação do Plano Diretor Cicloviário | <p>4º Fórum Internacional de Mobilidade por Bicicleta – BiciRio</p> |

Fonte: Picanço; Callil (2019).

Apesar dos incentivos e das metas de infraestrutura, Transporte Ativo (2015) destaca que os dados para um bom planejamento são escassos. Essa informação é reafirmada por Mesquita *et al.* (2018) que relata a falta de indicadores para bicicleta na cidade, tais como número de viagens, índice de acidentes e matriz O/D, o que pode prejudicar a análise favorecendo regiões menos prioritárias em detrimento das mais necessitadas.

As consequências disto são apresentadas no estudo de Picanço e Callil (2019), onde tanto o planejamento quanto a fiscalização de projetos cicloviários são de incumbência da Secretaria do Meio Ambiente (SMAC), que conta com especialistas no setor. Porém, para atender as metas quantitativas estabelecidas, a Secretaria de Obras iniciou construções sem consultar a SMAC e sem deter o conhecimento necessário, resultando em desconexão entre as rotas, falta de integração com o transporte público, gerando retrabalho para atender a estes critérios.

O ressignificado das infraestruturas existentes está previsto no Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS), onde é considerada a integração de rotas e com o transporte de média e alta capacidades, além da manutenção com melhorias na iluminação, sinalização, pavimento e disponibilização de estacionamentos (Mesquita *et al.*, 2018).

De acordo com relatório sobre o perfil do ciclista apresentado pelo Transporte Ativo (2018) em colaboração com o Laboratório de Mobilidade Sustentável da UFRJ, na cidade do Rio de Janeiro, a disponibilização de infraestrutura cicloviária apropriada (50,4%) e melhoria na segurança e educação no trânsito (29,9%) são apontadas como potenciais fatores de incentivo ao uso de bicicleta.

A maior parte dos usuários de bicicleta possui entre 25 e 34 anos (27,6%) e há baixa adesão dos idosos, que representam menos que 3% do total. Aproximadamente metade dos entrevistados usa como meio de transporte há mais de 5 anos, com frequência entre 5 e 7 dias na semana (74,7%). Os destinos mais citados são: trabalho (77,3%), encontros sociais/lazer (56,9%) e compras (53,7%) demandando tempo médio de trajeto entre 10 e 30 minutos, entretanto, 66% não integram a bicicleta com outro modo de transporte. As principais motivações dos cariocas para o uso da bicicleta são a rapidez/praticidade (54,4%) e baixo custo (24,3%). Dentre os problemas enfrentados pelos ciclistas destacam-se a falta de infraestrutura apropriada (43,6%) e falta de segurança no trânsito (38,6%).

A pesquisa feita pela Transporte Ativo em 2015, contava com outras variáveis como renda e escolaridade, onde a maior parte dos ciclistas possuíam renda entre um e dois salários-mínimos (30,7%) e ensino médio completo (37,8%) e cerca de 74,9% já se envolveram em algum acidente de trânsito (Transporte Ativo, 2015).

Segundo informação no site da Prefeitura da Cidade do RJ em relação ao sistema de bicicletas compartilhadas, a cidade tem 310 estações restritas ao bairro da Barra da Tijuca e bairros da Zona Sul e do Centro, sem oferta em outras regiões da cidade. Em novembro de 2022, a Prefeitura do Rio de Janeiro autorizou uma nova concessão do sistema de

compartilhamento de bicicletas na cidade (Bike Rio), que previa um aumento de 45% em relação ao sistema existente, passando para 520 estações e até 5.200 bicicletas distribuídas na região central e nas zonas norte, sul e oeste da cidade (Rio de Janeiro, 2022).

No entanto, o mapa de estações disponibilizado pelo Bike Rio mostra a instalação de duas estações próximas a Honório Gurgel e a continuidade do predomínio de estações nas regiões centrais, Barra da Tijuca e Zona Sul (Bike Rio, 2024). A Figura 23 apresenta a rede cicloviária disponível na cidade do Rio de Janeiro.

Figura 23 – Mapa cicloviário do Rio de Janeiro (2024)



Fonte: Data Rio (2024).

Quanto à integração, as concessionárias de transporte público fornecem algumas comodidades aos usuários, retratadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Medidas de integração

| Modos | Medidas de integração |
|-------|---|
| Metrô | <p>35 estações</p> <p>14 bicicletários</p> <p>226 vagas (100 na estação Pavuna)</p> <p>Embarque com bicicleta na composição após as 21h nos dias úteis e Sábados, Domingos e Feriados durante todo o dia.</p> |

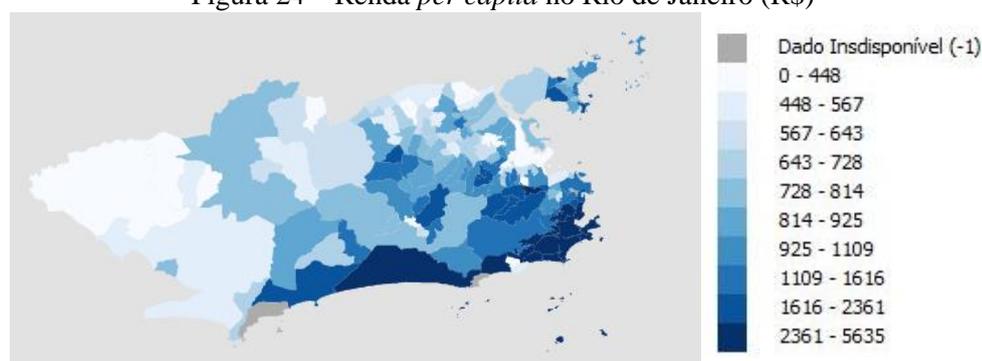
Quadro 6 – Medidas de integração (continuação).

| Modos | Medidas de integração |
|--------|--|
| Trem | 6 bicicletários com funcionamento de 4h às 0h em dias úteis e 4h às 23h nos Sábados. Domingos e feriados fechados. Infraestrutura com bebedouro, bombas e ar e oficina para reparos simples Embarque com bicicleta permitido após as 21h nos dias úteis e Sábados, Domingos e Feriados durante todo o dia. |
| Barcas | Embarque com bicicleta permitido Disponibilização de algumas barcas com bicicletário. |
| BRT | 65 estações com bicicletário nos BRTs TransOeste e TransCarioca 1420 vagas Embarque com bicicleta não permitido |

Fonte: Binatti (2016).

Estima-se que o número de domicílios com renda *per capita* acima de 3 salários-mínimos próximos a uma estação de transporte de média e alta capacidades seja duas vezes maior que os com renda *per capita* abaixo de meio salário. A baixa cobertura e desigualdade de acesso se repetem ao analisar a proximidade de redes cicloviárias (ITDP, 2019).

É possível perceber, por meio de comparação, como a das Figuras 23 e 24, que a maior parte das infraestruturas, assim como das estações de aluguel de bike estão concentradas em bairros da Zona Sul, Norte (próximo ao Centro), Centro e Barra da Tijuca, que detém as maiores rendas da cidade (FGV/CPS, 2020).

Figura 24 – Renda *per capita* no Rio de Janeiro (R\$)

Fonte: FGV/CPS, 2020.

Ou seja, a maior parte dos usuários de bicicleta como transporte não dispõe de estrutura apropriada para tráfego. Regiões como as áreas de planejamento 03 (Zona Norte) e 05 (Zona Oeste) possuem as maiores demandas de bicicleta da cidade e pouca infraestrutura, para elas o

PMUS prevê maior quantidade de malha cicloviária e prioridade na implantação de bicicletas compartilhadas, estacionamentos e terminais de transporte coletivo (Mesquita *et al.*, 2018).

2.6. ESTUDOS SOBRE A PERCEPÇÃO DOS *STAKEHOLDERS*

Stakeholders é o termo utilizado para descrever as partes interessadas em determinado projeto ou negócio. Dentro do contexto da promoção de mobilidade sustentável por bicicleta, o grupo de interesse envolve os órgãos públicos, ciclistas e agentes socioeconômicos.

Os órgãos públicos, em diferentes níveis hierárquicos, são responsáveis por estabelecerem as diretrizes de mobilidade e uso do solo além de garantirem a segurança, direitos e deveres dos cidadãos. Normalmente trabalham com orçamento limitado e devem buscar a otimização e eficiência de suas soluções.

O ciclista é o que vivencia mais ativamente todas as medidas de gestão pública e sofre em caso de ineficiência. Sendo assim, é capaz de oferecer *feedbacks* positivos e negativos sobre atuação do poder público que auxiliam no diagnóstico do ambiente e na elaboração de soluções efetivas e fornecer subsídios para mapear os fatores que estimulam e desestimulam o uso da bicicleta como meio de transporte no ambiente urbano. Por fim, com o crescimento dos aplicativos de entrega, percebe-se o interesse de diferentes agentes socioeconômicos neste modo de transporte.

Cardoso e Campos (2016) afirmam que as falhas no planejamento de um sistema cicloviário desestimulam o crescimento da demanda por bicicleta. A literatura científica dispõe de diversos estudos que mapeiam os aspectos que devem ser considerados no planejamento de rotas cicláveis segundo as óticas dos diferentes *stakeholders* envolvidos, sendo essas características apresentadas no Quadro 7 a seguir.

Quadro 7 – Características que devem ser consideradas no planejamento de rotas cicláveis.

| Autores | Aspectos a considerar |
|---------------------------|--|
| Castro e Kanashiro (2015) | Relevo, fluxo de veículos, fluxo de pedestres, pontos de acidentes com ciclistas, rota usada atualmente, integração com transporte público, estacionamento para bicicletas. |
| Dias e Magagnin (2016) | Continuidade da via, atratividade e conveniência da rota, segurança, conforto, distância de percurso, estacionamentos de bicicleta, largura e pavimento adequados das vias cicláveis, sinalização, proteção lateral, velocidade de veículos motorizados em cruzamentos perigosos, paisagem, integração com transporte público. |

Quadro 7 – Características que devem ser consideradas no planejamento de rotas cicláveis (cont.).

| Autores | Aspectos a considerar |
|---------------------------------|--|
| Cardoso e Campos (2016) | Presença de garagens residenciais e comerciais, velocidade dos automóveis, volume médio de tráfego, presença de veículos pesados, distância de visibilidade, largura da faixa na via, excesso de detritos na via, pontos de ônibus, trechos de compartilhamento com carros, nº de acidentes, aclave, distância percorrida, estacionamentos de bicicletas, integração com transporte público, arborização, tempo de espera em cruzamentos, tempo de viagem, presença de dispositivos de drenagem urbana, acostamento, qualidade do pavimento, cruzamentos com ferrovias, sinalização. |
| Caetano (2022) | Iluminação, sinalização, proteção da infraestrutura, declividade (menor que 4%), volume do tráfego, velocidade da via, dimensão da via. |
| Freitas, Tonetti e Faria (2019) | Largura da via, presença de obstáculos, sistema de drenagem urbana, iluminação, sinalização, continuidade da rota. |
| Monteiro e Campos (2011) | Pavimento, geração de movimento transversal à via (entradas de garagens, estacionamentos e faixas de conversão), declividade, distância de visibilidade, uso do solo, arborização, iluminação, largura efetiva da via, bicicletários, travessias seguras em cruzamentos, distância do fluxo de veículos, número de acidentes, velocidade do tráfego, policiamento, número de assaltos. |
| Sousa e Penha-Sanches (2019) | Continuidade da via, ausência de garagens e estacionamentos de automóveis, volume e velocidade de tráfego, distância e tempo de trajeto, aclives, sinalização, conservação do pavimento, barreiras e obstáculos, largura da via, composição do tráfego, iluminação, arborização, uso do solo, segurança (segurança pessoal). |
| Providelo e Sanches (2010) | Distância percorrida, tempo de viagem, segurança no tráfego, conveniência da rota, topografia, acessibilidade e continuidade das rotas, integração com transporte público, uso do solo, estacionamento para bicicletas. |
| Silva (2017) | Relevo, fluxo e velocidade de veículos, paisagem urbana, presença de bicicletários, entrada e saída de estacionamentos de veículos, distância e tempo de percurso, acessibilidade da rota, presença de cruzamentos e interseções. |
| Silva (2014) | Velocidade e volume tráfego, presença de veículos pesados, estacionamento lateral, rotatória, iluminação, policiamento, desertificação das ruas, qualidade do pavimento, saneamento, continuidade das rotas, largura das vias, presença de bicicletários, topografia, arborização, zonas de conflito entre ciclistas e automóveis, zonas de conflito entre ciclistas e pedestres. |

Fonte: Autora (2024).

Os estudos apontam que a sensação de segurança é um aspecto importante no estímulo ao uso de bicicleta, além da disponibilização de infraestrutura adequada, essa sensação é correlacionada à educação e ao respeito no trânsito e à impunidade de infratores (Dias; Magagnin, 2016; Silva, 2017).

Da mesma forma, a existência de garagens e estacionamento de automóveis deve ser considerada no planejamento, pois pode gerar conflitos entre ciclistas e condutores de veículos motorizados devido à movimentação transversal à via. Cabe ressaltar que para coleta dessas variáveis priorizou-se a busca por estudos que consultassem diretamente a opinião de ciclistas ou especialistas.

2.7. ANÁLISE MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO

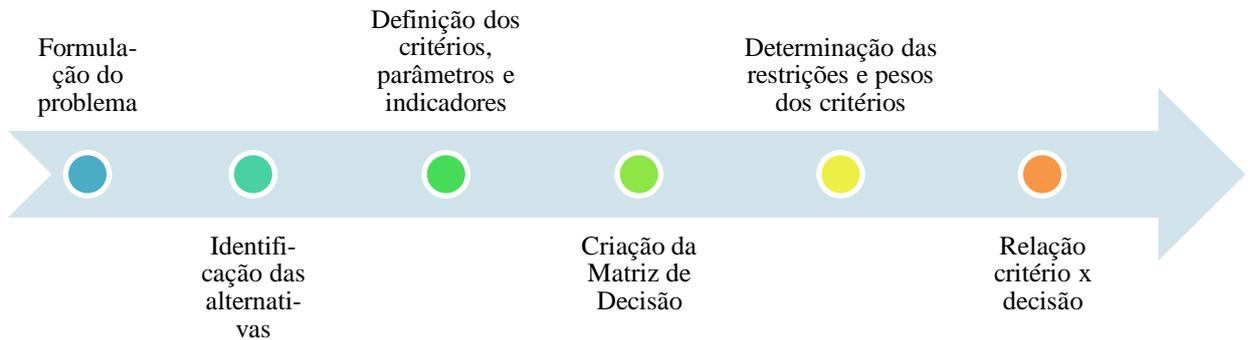
2.7.1. Considerações iniciais

A 2ª Guerra Mundial impulsionou o uso de modelos matemáticos em processos decisórios, que podem ser influenciados por aspectos psicológicos, financeiros e preferências pessoais. Quanto mais influentes esses fatores, mais complexas as decisões, cabendo ao responsável por elas a análise e classificação das diferentes alternativas para conciliar as zonas de conflito da melhor maneira possível (Bagnaschi, 2012).

Os métodos de Análise Multicritério surgiram nas décadas de 70 e 80, consistindo em um conjunto de técnicas de auxílio ao agente decisor, dirigentes, comitês técnicos, acerca de um problema complexo, para avaliar e escolher alternativas com objetivo de solucioná-lo segundo diferentes critérios e pontos de vista. Para tal, leva em conta determinados critérios e prioridades de acordo com os objetivos da aplicação onde o método possa ser utilizado. O objetivo da Análise Multicritério é auxiliar pessoas e/ou organizações em situações em que se faz necessário identificar prioridades, considerando-se, ao mesmo tempo, diversos aspectos (Carvalho, 2016).

A utilização de métodos multicritérios pode auxiliar na resolução de problemas quando os grupos de interesse possuem perspectivas conflitantes. Eles consideram diferentes espaços e analisam as possibilidades frente a critérios pré-estabelecidos, permitindo que seja escolhida a alternativa que melhor os atenda, de forma sistematizada e transparente, conforme exposta na Figura 25 (Lima, Inácio, Lima, 2016; Azevedo, 2019).

Figura 25 - Sistematização da análise multicritério



Fonte: Bagnaschi (2012).

Os métodos multicritérios são divididos em duas escolas: a americana (AHP, SMART, TODIM e outros) e a francesa (Electre, Macbeth, Promethee, SAW, TOPSI e outros) e podem ser classificados em três abordagens (Silva, 2014; Guarnieri, 2015; Barbieri; Inácio; Lima, 2016):

- I. **Teoria da Utilidade Multiatributo ou do Critério Único de Síntese:** esta teoria é derivada da escola americana e considera a preferência do decisor por alguma alternativa. É avaliada mediante critérios que são transformados em uma função de utilidade para determinação de desempenho, fazendo um *trade-off* entre as opções disponíveis, ou seja, atribui-se uma pontuação a cada alternativa e a que apresentar maior *score* é a escolhida. Dentro desta abordagem encontram-se os métodos: MAUT, SMART, TOPSIS e AHP.
- II. **Método de sobreclassificação ou subordinação:** em contraposição à Teoria da Utilidade, a abordagem por subordinação classifica as alternativas por relações de subordinação e trabalha com faixa de valores de preferências. Este método deriva da escola europeia e tem como representantes a família Electre e Promethee, apesar de ser considerado equilibrado, é de difícil aplicação. O processo é feito de forma binária, confrontando as alternativas com os critérios escolhidos e demonstrando sua superioridade em cada critério por meio da análise par a par. A alternativa escolhida é a que apresentar melhor desempenho em maior número de critérios.
- III. **Métodos interativos:** buscam a alternativa que atende ao maior número de objetivos propostos pelos decisores, considerando também suas preferências após uma série de avaliações e cálculos. Por eles é possível acrescentar novas informações que permitem a reconfiguração de tais predileções convergindo para o atendimento aos requisitos

(função objetivo). Diferente das demais abordagens, os métodos interativos buscam pela alternativa mais satisfatória, e não pela dominante. O desenvolvimento é computacional e interativo graças à programação linear e tem como representantes o STEM, ICW, PARETO RACE e TRIMAP.

2.7.2. Métodos multicritérios e escolha do método a ser utilizado

Os conceitos de alguns dos métodos multicritérios mais conhecidos são apresentados no Quadro 8, a seguir.

Quadro 8 – Quadro conceitual de métodos multicritérios

| Método | Conceito |
|---|--|
| <i>Elimination et choix tradus à la réalité (ELECTRE)</i> | Permitem a flexibilização da modelagem do problema por não exigir comparação entre todas as alternativas e hierarquização dos critérios. Sua base consiste na sobreclassificação e relação binária da presunção de preferências, podendo ser classificadas como fracas, estritas ou indiferentes. Criada em 1968, atualmente possui cinco versões, apresentando alta complexidade devido à quantidade de parâmetros exigidos. As definições e aplicações podem variar de uma versão para outra, mas possuem como fator em comum a construção e exploração das relações entre as alternativas e os objetivos como, por exemplo, o Electre IV que adota o uso de peso para os critérios ao invés de sobreclassificação difusa como o Electre III (Bagnaschi, 2012; Silva, 2014; Oliveira; Salomon, 2017) |
| <i>Preference ranking organization method for enrichment evaluation (PROMETHÈE)</i> | O Promethèe atua com graus de preferência entre 0 e 1 para expressar alternativas. Trata-se de uma evolução derivada da família Electre para suprir suas limitações e balancear alternativas. Sua execução depende de informações adicionais relativas a cada critério e da relação entre eles. Além do índice de preferência, a técnica traz duas possibilidades de solução para a ordenação (Bagnaschi, 2012; Oliveira; Salomon, 2017). |
| <i>Measuring attractiveness by a categorical based evaluation technique (MACBETH)</i> | O Machbeth é semelhante ao AHP no que compete a estruturação e avaliação e da mesma forma, utiliza a análise par a par. Os critérios são ponderados por indicadores, a validação das opções é qualitativa e pode ser feita por meio do julgamento da consistência, coerência teórica e semântica sobre as diferenças de atratividade entre duas opções (Rossoni 2011; Bagnaschi, 2012; Oliveira; Salomon, 2017). |

Quadro 8 – Quadro conceitual de métodos multicritérios (continuação).

| Método | Conceito |
|---|---|
| <i>Technique order preference by similarity to ideal solution</i> (TOPSI) | Neste método traçam-se distâncias entre as alternativas e a solução ideal positiva, tendo a solução mais adequada àquela com maior proximidade com a ideal e maior distância da não ideal. Quando comparado aos demais métodos, percebe-se baixa transparência do julgamento de preferências e, além disso, carece de referências científicas considerando critérios qualitativos no seu uso (Bagnaschi, 2012; Oliveira; Salomon, 2017). |
| <i>Simple additive weighting</i> (SAW) | Este método é baseado no uso de média ponderada e consiste em atribuir uma pontuação de avaliação para cada alternativa por meio da multiplicação do valor escalado para ela com os pesos de importância relativa atribuídos pelo decisor. Após essa etapa é feita a soma dos produtos dos critérios, denominada como função utilidade (Oliveira; Salomon, 2017). |
| <i>Analytic hierarchic process</i> (AHP) | O método de processo analítico hierárquico (AHP) é uma técnica intuitiva e de fácil aplicação (Azevedo, 2019). Foi desenvolvido durante a década de 1970 por Thomas L. Saaty devido a necessidade de resolver problemas complexos com muitos elementos conflitantes em um planejamento de contingência, sendo um dos primeiros métodos multicritérios a considerar tanto as variáveis quantitativas quanto as qualitativas e é um dos mais conhecidos e utilizados da escola americana (Bagnaschi, 2012; Silva, 2014; Azevedo, 2019). |
| <i>Analytic networking process</i> (ANP) | Este método consiste na generalização do <i>Analytic hierarchic process</i> (AHP), colocando-o em formato de rede em lugar de hierarquia. Nesta técnica são analisadas todas as correlações entre os critérios e atributos (Oliveira; Salomon, 2017). |

Fonte: Autora (2024).

É comum que esses métodos sejam associados a Sistemas de Informação Georeferenciadas (SIG) e a Redes Neurais Artificiais (RNA) para apresentação dos resultados (Barbieri; Inácio; Lima, 2016). Para este trabalho, foi escolhido o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que juntamente com o ANP e família Electre, está entre os mais utilizados para resolução de problemas relacionados a transportes de acordo com Silva (2014). Ele foi escolhido por sua capacidade de analisar todas as correlações existentes entre os critérios e os atributos de uma forma simples para equalizar as alternativas elegendo a solução mais adequada.

O AHP é o método multicritério mais amplamente utilizado e conhecido no apoio à tomada de decisão, tendo sido desenvolvido na década de 70 pelo professor Tomas L. Saaty. Ele auxilia na tomada de decisão para solução de problemas com múltiplos critérios, através de uma análise comparativa, por pares, dos critérios para expressar o impacto dos elementos por hierarquia. Azevedo (2019) e Oliveira e Salomon (2017) descrevem como princípios fundamentais deste método os atributos e propriedades finitos, comparação par a par, uso de escala fundamental para atribuir valores de propriedade e hierarquização dos elementos por preferência.

Dentre os benefícios do método estão a facilidade de implementação e a valoração da correlação binária com base nas experiências, intuições e dados coletados, permitindo o aspecto quali-quantitativo da solução. De tal forma que no AHP não existe solução correta e sim a mais adequada (Rossoni, 2011).

O modelo AHP é um processo de escolha que se baseia em uma lógica de comparação par a par, onde diferentes fatores que influenciam na tomada de decisão são organizados e comparados hierarquicamente entre si, e um valor de importância relativa (um peso) é atribuído ao relacionamento entre estes fatores, conforme uma escala pré-definida que expressa a intensidade com que um fator predomina sobre outro, em relação à tomada de decisão. Os elementos são classificados de acordo com a escolha de critérios elegidos como prioritários no contexto do problema (Campos, Ribeiro, 2020, p. 9).

Para a análise multicritério, é necessário seguir algumas etapas que são comuns a qualquer modelo, que são: identificar o problema; refletir sobre as alternativas; escolher os “agentes decisores” e outros atores pertinentes; atribuir os pesos dos critérios envolvidos em conjunto com os “agentes decisores”; elaborar o modelo em questão (Duarte, 2021).

No caso do AHP, que é um dos modelos de análise multicritério, tem como proposta a realização de escolhas em problemas complexos de uma forma mais sucinta e simples. Este método transforma a decisão, ou seja, algo que se caracteriza pela incerteza em uma resposta palpável. Portanto, transforma uma tomada de decisão qualitativa em quantitativa.

O modelo de análise do método AHP foi concebido por Saaty (1980). Consiste um modelo misto (qualitativo, quantitativo), de análise multicritério baseado na opinião de especialistas, seguido de um refinamento de opiniões até a convergência desejada, considerando uma hierarquia entre os critérios apontados. Para tal hierarquia, algumas prioridades são estabelecidas, e normalmente elencadas por especialistas. Após escolhidas as prioridades, é necessário verificar a sua consistência, aplicando-se métodos matemáticos.

Onde valores numéricos não podem ser obtidos diretamente, o método AHP permite que pesos sejam atribuídos. Sendo assim, trabalha-se com uma matriz de comparação onde é

avaliada a importância de uma característica sobre a outra, e para isso utiliza-se uma escala adequada (Saaty, 1991).

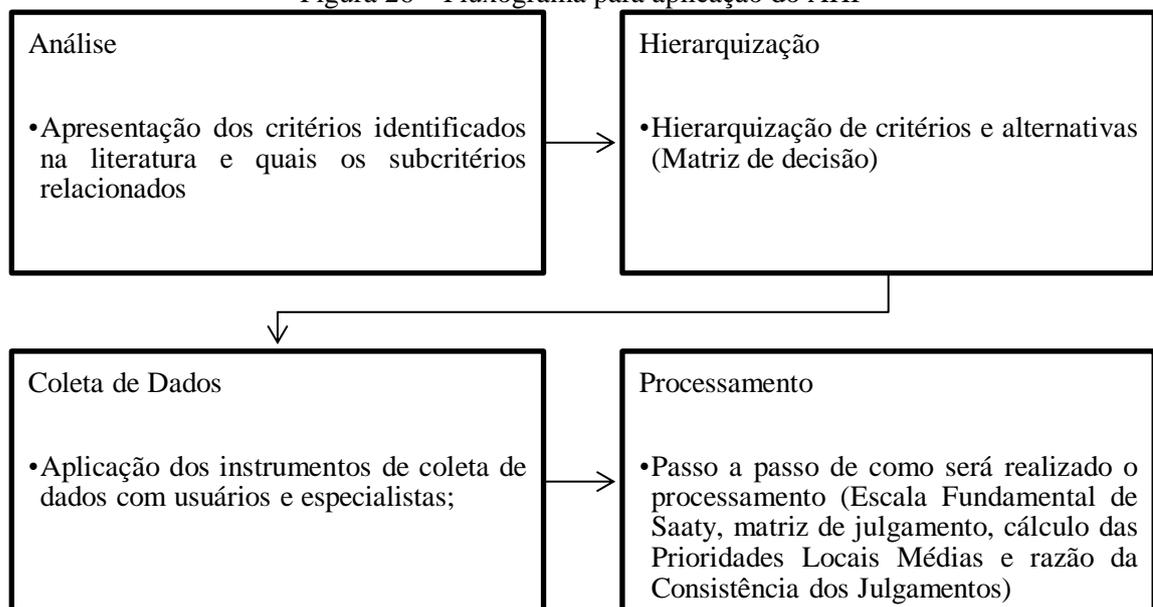
Após a definição de qual é o fator prioritário e da importância relativa entre cada critério, procede-se à normalização relativa dos pesos, e obtém-se o percentual de contribuição de cada critério (autovetor). Por fim, obtém-se a análise da consistência dos julgamentos, com o objetivo de avaliar se os pesos calculados para o modelo são ou não aceitáveis (Campos, Ribeiro, 2020).

Em suma, o AHP contempla as seguintes etapas: I – Definição do problema decisório; II – Estrutura hierárquica (árvore de critérios); III – Atribuição de notas dos critérios; IV – Construção das matrizes de prioridades; V – Obtenção do autovetor; VI – Razão de consistência da matriz de prioridade (Rossoni, 2011; Silva 2014). Para facilitar a compreensão do processo de construção do modelo, elas serão incorporadas ao Capítulo 3, a seguir, que está destinado exclusivamente à metodologia de aplicação do AHP a esta pesquisa. Sendo apresentada em quatro macroprocessos: Análise, Hierarquização, Coleta de dados e Processamento.

3. METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO DO AHP

Este capítulo apresenta o procedimento metodológico do AHP, detalhando os passos para sua utilização como método para análise hierárquica, baseando-se em metodologia estruturada consistindo na: análise, hierarquização, coleta de dados (com usuários e especialistas, definição das rotas cicláveis potenciais) e processamento pelo AHP. Os macros e microprocessos compreendidos neste capítulo podem ser visualizados no esquema da Figura 26, a seguir.

Figura 26 – Fluxograma para aplicação do AHP



Fonte: Autora (2024).

Os processos apresentados ocorreram em progressão sequencial, ou seja, a etapa seguinte depende da conclusão da anterior.

3.1. ANÁLISE

Ao pesquisar os fatores de influência na escolha da rota para ciclistas e especialistas, foram considerados nove estudos nos quais os autores que realizaram pesquisas semelhantes voltadas à mobilidade sustentável por bicicleta: Caetano (2022), Cardoso e Campos (2016), Castro e Kanashiro (2015), Dias e Magagnin (2016), Freitas, Tonetti e Faria (2019); Monteiro e Campos (2011), Providelo e Sanches (2010); Silva (2017), Silva (2014), Sousa e Penha-Sanches (2019).

Caetano (2022) pontuou as falhas nas extensões da malha cicloviária brasileira e avaliou a adequação de três ciclovias na cidade de Fortaleza (CE) avaliando parâmetros relacionados a

largura, velocidade e declividade relacionando-os a segurança. Cardoso e Campos (2016) apresentaram uma metodologia para planejamento de sistema cicloviário com análise de parâmetros utilizados em métodos de avaliação de vias e rotas por bicicleta. Além de uma pesquisa juntos a ciclistas para identificação de suas rotas usuais e de fatores determinantes na escolha das rotas de deslocamento.

Castro e Kanashiro (2015) analisaram projetos similares e propostas municipais e federal, o perfil de deslocamento das pessoas da cidade, as condições dos locais e estruturas existentes para apresentar um projeto de sistema cicloviário que integre as ciclovias aos terminais de transporte urbano em Londrina (PR). Dias e Magagnin (2016) identificaram a percepção do ciclista sobre a infraestrutura cicloviária de Bauru (SP). Os autores mapearam o perfil dos usuários como faixa etária, frequência de uso, motivos de viagem e avaliaram a infraestrutura viária existente sob vários elementos como largura da via, pavimento, iluminação, arborização e outros.

Freitas, Tonetti e Faria (2019) analisaram o sistema cicloviário do município de Matinhos (PR) percorrendo todo o local para coletar dados e georeferenciá-los, apontando irregularidades construtivas, defeitos e conflitos com o trânsito que dificultassem o deslocamento dos ciclistas. Monteiro e Campos (2011) identificaram os principais parâmetros para análise de espaço de circulação de bicicletas afim de criar indicadores que pudessem ser usados em projetos de estruturas cicláveis. Providelo e Sanches (2010) avaliaram a percepção das pessoas sobre os fatores determinantes para escolha da bicicleta por meio de uma análise multifatorial em institucionais educacionais.

Silva (2017) analisou a percepção dos stakeholders do sistema viário de Porto Alegre (RS) como ciclistas, usuários de transporte motorizado, usuários de transporte público e pedestres concluindo que a representatividade da infraestrutura cicloviária na cidade é muito baixa e destacando a relação entre as partes interessadas diante disto. Silva (2014) elaborou um método multicritério AHP para auxiliar na avaliação da melhor opção de rota ciclável integrada ao transporte público em Salvador (BA), considerando também a escolha individual dos ciclistas. Sousa e Penha-Sanches (2019) aplicou consultou ciclistas de São José dos Campos (SP) para determinar os aspectos de maior relevância no planejamento de sistemas cicloviários.

A partir do mapeamento bibliográfico dos aspectos gerais que devem ser considerados na escolha de rotas foi possível definir os critérios que serão utilizados na análise multicritério. Aspectos mais específicos foram utilizados como subcritérios para subdividi-los, conforme apresentado no Quadro 9, a seguir.

Quadro 9 – Critérios e subcritérios para escolha de rotas cicláveis

| Critérios | Subcritérios | Referências |
|-----------------------|---|--|
| SEGURANÇA | Policimento, fluxo da rua (desertificação), presença de cruzamentos e interseções, presença de garagens comerciais ou residenciais, presença de pontos de ônibus; | Dias e Magagnin (2016); Cardoso e Campos (2016); Freitas, Tonetti e Faria (2019); Monteiro e Campos (2011); Sousa e Penha-Sanches (2019); Providelo e Sanches (2010); Silva (2017) e Silva (2014) |
| CONFORTO | Relevo (aclives e declives), tempo de percurso, continuidade, linearidade (distância); | Castro e Kanashiro (2015); Dias e Magagnin (2016); Cardoso e Campos (2016); Caetano (2022); Freitas, Tonetti e Faria (2019); Monteiro e Campos (2011); Sousa e Penha-Sanches (2019); Providelo e Sanches (2010), Silva (2017) e Silva (2014) |
| TRÁFEGO | Velocidade da via, volume de fluxo, presença de veículos pesados; | Castro e Kanashiro (2015); Dias e Magagnin (2016); Cardoso e Campos (2016); Caetano (2022); Monteiro e Campos (2011); Sousa e Penha-Sanches (2019); Providelo e Sanches (2010); Silva (2017) e Silva (2014) |
| INFRAESTRUTURA | Qualidade do pavimento, drenagem urbana, iluminação, sinalização, largura das vias; | Dias e Magagnin (2016); Cardoso e Campos (2016); Caetano (2022); Freitas, Tonetti e Faria (2019); Monteiro e Campos (2011); Sousa e Penha-Sanches (2019); Silva (2017) e Silva (2014) |
| AMBIENTE | Arborização e uso do solo | Cardoso e Campos (2016); Monteiro e Campos (2011); Sousa e Penha-Sanches (2019); Providelo e Sanches (2010); Silva (2017) e Silva (2014) |

Fonte: Autora (2024) (Adaptado de Castro e Kanashiro, 2015; Dias e Magagnin, 2016; Cardoso e Campos, 2016; Caetano, 2022; Freitas, Tonetti e Faria, 2019; Monteiro e Campos, 2011; Sousa e Penha-Sanches, 2019; Providelo e Sanches, 2010; Silva, 2017; Silva, 2014).

Em Segurança buscou-se agrupar todas as variáveis (subcritérios) pertinentes à integridade física do usuário com relação à ocorrência de acidentes e que proporcionem a sensação de seguridade, ou seja, segurança com relação à criminalidade. Estas características

foram encontradas em estudos de Dias e Magagnin (2016); Cardoso e Campos (2016); Freitas, Tonetti e Faria (2019); Monteiro e Campos (2011); Sousa e Penha-Sanches (2019); Providelo e Sanches (2010); Silva (2017) e Silva (2014) e deram origem aos subcritérios: Policiamento, fluxo da rua (desertificação), presença de cruzamentos e interseções, presença de garagens comerciais ou residenciais, presença de pontos de ônibus.

No critério Conforto foram relacionadas as variáveis referentes ao esforço físico exigido. Entende-se que a percepção sobre este item pode variar de acordo com o condicionamento, idade e gênero, entretanto, os estudos de Castro e Kanashiro (2015); Dias e Magagnin (2016); Cardoso e Campos (2016); Caetano (2022); Freitas; Tonetti e Faria (2019); Monteiro e Campos (2011); Sousa e Penha-Sanches (2019); Providelo e Sanches (2010); Providelo e Sanches (2010); Silva (2017) e Silva (2014) convergem para rotas contínuas e lineares que possuam poucos aclives e de curta ou média distância.

Em Tráfego são pontuadas as características da via referente ao fluxo de veículos, sendo consideradas ideais as vias com baixa ou média velocidades, onde a diferença entre a velocidade de veículos automotivos e a da bicicleta não seja substancial; fluxo de veículos baixo ou médio e pouca ou nenhuma presença de veículos pesados. Foram utilizados como referências os estudos de Castro e Kanashiro (2015); Dias e Magagnin (2016); Cardoso e Campos (2016), Caetano (2022); Monteiro e Campos (2011); Sousa e Penha-Sanches (2019); Providelo e Sanches (2010); Silva (2017) e Silva (2014).

O critério Infraestrutura refere-se às características da via que favorecem a instalação de vias cicláveis com poucas modificações, exigindo assim menor custo para sua implementação. Ou seja, são priorizadas vias já dotadas de largura adequada, sinalização, iluminação, dispositivos de drenagem urbana e com pavimentação uniforme (poucas barreiras, remendos, buracos). Essas são características em comum citadas nos estudos de Dias e Magagnin (2016); Cardoso e Campos (2016); Caetano (2022); Freitas, Tonetti e Faria (2019); Monteiro e Campos (2011); Sousa e Penha-Sanches (2019); Silva (2014) e Silva (2014) que foram agrupadas sobre esta alcinha.

Neste critério poderia ser acrescentado também o estacionamento para bicicletas mencionado por autores como Monteiro e Campos (2011), Silva (2017), Sousa e Penha-Sanches (2019), no entanto, como as condições para estacionamento são similares entre as rotas potenciais, este aspecto não foi considerado.

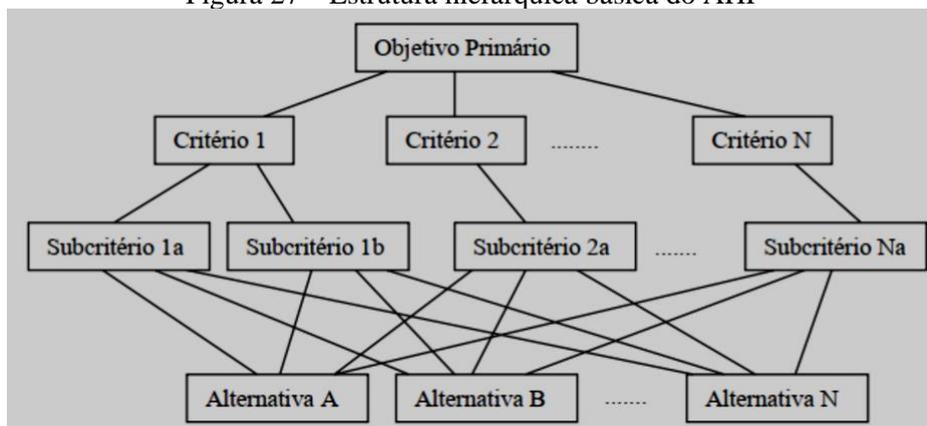
Por fim, em Ambiente, sabendo-se que o clima pode afetar a atratividade da rota e no uso da bicicleta, buscam-se paisagens agradáveis ao usuário, com arborização e priorização de

uso residencial do solo. Estes fatores são discutidos por Cardoso e Campos (2016); Monteiro e Campos (2011); Sousa e Penha-Sanches (2019); Providelo e Sanches (2010); Silva (2017) e Silva (2014).

3.2. HIERARQUIZAÇÃO

Para Silva (2014), o AHP pode ser dividido em duas fases principais, consistindo na hierarquização dos elementos após a identificação do problema e na modelagem em si. A construção da hierarquia é feita em três níveis: (1) Objetivo Geral/Primário, (2) Critérios e (3) Alternativas. Casos mais complexos podem adicionar uma outra camada de subcritérios, conforme ilustrado na Figura 27.

Figura 27 – Estrutura hierárquica básica do AHP

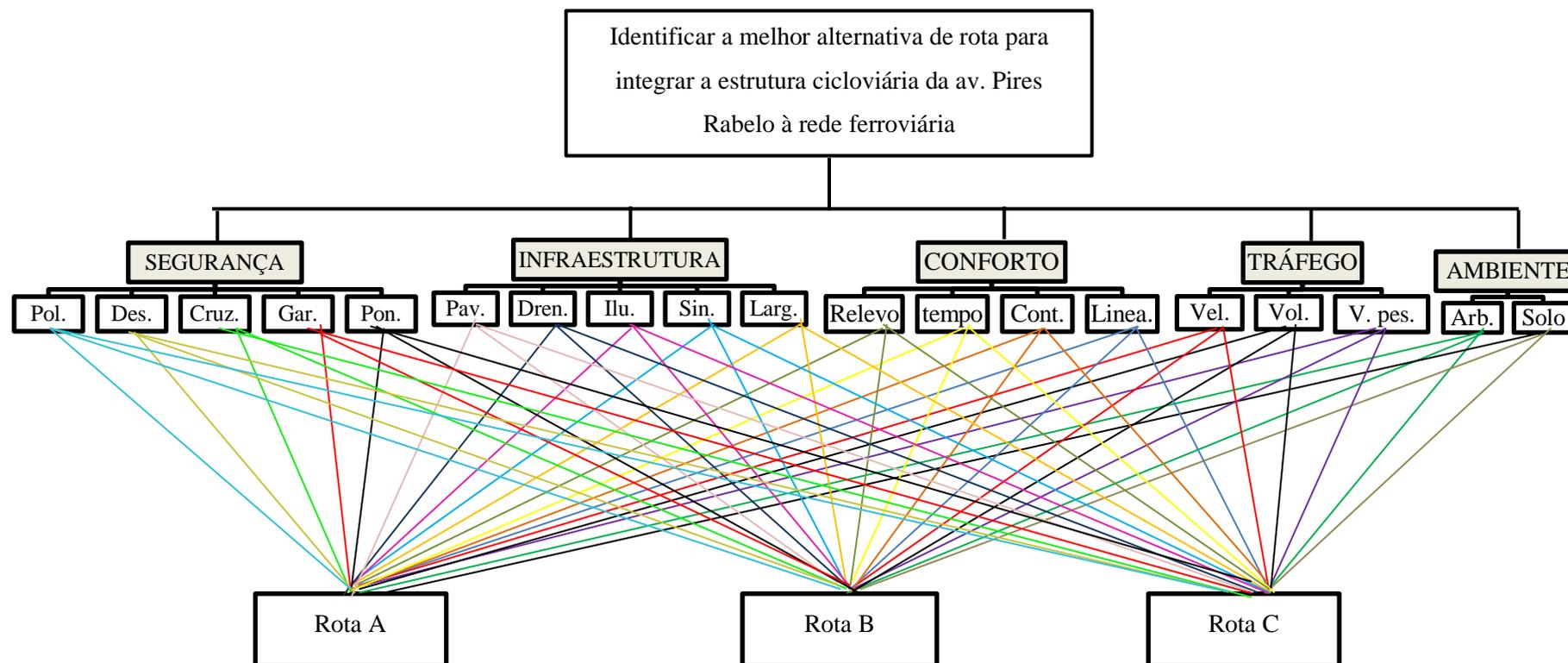


Fonte: Leonesi e Terazzi (2020).

O AHP avalia a importância relativa dos critérios, a alternativa é sempre comparada à luz do seu subcritério específico. Assim como o subcritério, é avaliado à luz do critério e o critério à luz do objetivo (Leonesi; Terazzi, 2020).

A sistematização hierárquica auxilia na visão holística do problema e de suas variáveis, bem como na relação e influência entre eles. Os subcritérios caracterizam os critérios principais e auxiliam no processo de ponderação dos pesos atribuídos pelos *stakeholders*. A hierarquia de decisão é composta por 19 subcritérios e cinco critérios principais, a saber: Segurança, Conforto, Tráfego, Infraestrutura e Ambiente, que convergem para o objetivo de identificar a melhor opção de rota ciclável dentre as alternativas, conforme Figura 28, a seguir.

Figura 28 – Relação critérios x subcritérios



Legenda: Pol.: Policiamento; Des: Desertificação; Cruz: Cruzamento e interseções; Gar: Garagens; Pon: Pontos de ônibus; Pav: Pavimento; Dren.: Drenagem urbana; Ilu: Iluminação; Sin: Sinalização; Larg: Largura das vias; Cont.: Continuidade; Linea.: Linearidade; Vel.: Velocidade; Vol.: Volume; V. Pes.: Veículos pesados; Arb.: Arborização; Solo: Uso do Solo

Fonte: Autora (2024).

A matriz de decisão demonstra as relações entre as alternativas, os critérios e os objetivos facilitando sua visualização. As três alternativas de rota foram escolhidas da seguinte forma: duas estão de acordo com a proposta da Prefeitura para a região (Rotas A e B), conforme informado por Data Rio (2023) e uma é sugerida pela autora (Rota C) visando aproveitar também a infraestrutura disponível na rua da Feira, todas as rotas têm como ponto inicial a estrutura ciclável da Av. Eng. Pires Rabelo (altura do número 1100) e destino a estação ferroviária de Bangu e serão detalhadas nos capítulos posteriores.

3.3. COLETA DE DADOS

A coleta de dados para cálculo dos pesos de critérios e subcritérios foi realizada com ciclistas e especialistas em transportes, pois ambos são considerados *stakeholders* da mobilidade urbana. Além de ser interessante fomentar uma discussão sobre possíveis semelhanças e diferenças nas perspectivas de ambas as partes e como elas podem impactar na definição de uma rota ciclável. Inicialmente, ambas serão apresentadas de forma separadas para comparação qualitativa, mas para cálculo final do peso, serão consideradas juntas conforme a colocação que derem aos critérios/subcritérios e o número de votos a cada um.

Outros dados como volume de tráfego, veículos pesados e desertificação de rua, para fazer o julgamento das alternativas à luz dos subcritérios, foram aferidos presencialmente na semana de 20 a 24 de maio de 2024, três dias úteis durante a semana no horário de pico da manhã e no horário de pico da tarde, a cada visita era realizada filmagem de 15 minutos por rota para estimativa por hora.

3.3.1. Coleta de dados com os usuários

Para ponderação dos critérios encontrados na literatura e identificação do perfil dos ciclistas em Bangu, foi aplicado questionário composto por 15 perguntas de cunho fechado. A consulta ao perfil do ciclista foi baseada em outros questionários disponíveis na literatura como Silva (2018) e Transporte Ativo (2015), enquanto a segunda parte foi adaptada para alimentar o modelo AHP com os pesos de critérios e subcritérios.

A fim de selecionar a população de interesse, a distribuição do questionário (Apêndice A) foi restrita apenas a ciclistas conhecidos da pesquisadora e sua rede de contatos (que

circulam pela região) por meio de link da plataforma *Google Forms* entre os meses de janeiro e março de 2024.

De acordo com o Censo 2020, o bairro possui uma população de 421.858 pessoas (IBGE, 2020). Para realizar uma pesquisa com população heterogênea, o espaço amostral mínimo seria calculado pela fórmula (Agrononik; Hirakata, 2011):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1-p) + e^2 \cdot (N-1)} \quad (1)$$

Onde: n : amostra calculada; N : população; Z : variável normal padronizada associada ao nível de confiança; p : A verdadeira probabilidade do evento; e : erro amostral.

Para intervalo de confiança de 90% e margem de erro de 10%, o resultado obtido é uma amostra mínima de 68 entrevistados, conforme o cálculo apresentado a seguir:

$$n = \frac{421858 \cdot 1,645^2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5)}{1,645^2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5) + 0,10^2 \cdot (421858 - 1)} = 68$$

Entretanto, como o intuito do trabalho é a demonstração do funcionamento do modelo matemático como ferramenta para escolha de melhor rota ciclável, não é necessário o comprometimento com uma amostra mínima, podendo ser realizada enquete ao invés de pesquisa. Ao todo, foram considerados válidos 27 questionários.

O questionário foi dividido em duas partes: a primeira, denominada “Identificação do perfil do ciclista”, é composta por nove perguntas e tem o intuito de identificar o perfil de quem se desloca pela Zona Oeste, com perguntas relativas a gênero, idade, renda, escolaridade, tipo/motivo/frequência/tempo de uso de bicicleta e se já sofreu algum acidente utilizando a bicicleta.

A segunda parte, “Critérios importantes para definir rota”, visa identificar a importância de cada critério na definição das rotas escolhidas e os pesos dos subcritérios, em uma espécie de comparação par a par, que posteriormente será inserida na Escala Fundamental de Saaty.

Nesta mesma etapa, há uma pergunta direcionada especificamente ao ranqueamento dos critérios: “Considerando os critérios a seguir e tudo o que está relacionado a eles, marque SEM REPETIR, os graus de importância de 1 a 5 que cada um tem na hora de escolher por onde ir de bicicleta (sendo 1 o mais importante e 5, o menos)” na qual eles devem ranquear Segurança, Conforto, Tráfego, Infraestrutura e Ambiente (que possuem os subcritérios detalhados) por

ordem de importância na hora de escolher sua rota. O questionário na íntegra está disponível no Apêndice A.

3.3.2. Coleta de dados com os especialistas

Além do questionário com os usuários, os critérios também foram validados por especialistas da área de transportes por meio de formulário encaminhado. O objetivo desta ação é confrontar a visão deste *stakeholder* com a dos usuários e os critérios identificados na literatura, além de fazer uma análise preliminar de importância.

Nesta etapa da enquete foram consultados 5 (cinco) especialistas em mobilidade. Destes, três possuíam formação em Arquitetura e Urbanismo e dois em Engenharia Civil. Em relação a titulações, quatro doutores e um, mestre. A maioria dos participantes atuam na área acadêmica como professores e a minoria em prefeitura, na área de mobilidade urbana.

Quanto ao tempo de atuação profissional em mobilidade, variou entre 5 e 17 anos com níveis de conhecimento em transporte cicloviário entre alto e mediano, sendo mediano o predominante. O Quadro 10 apresenta os perfis dos especialistas consultados.

Quadro 10 – Especialistas participantes da coleta de dados

| Participantes | Formação | Titulação Máxima | Área de atuação | Tempo de atuação | Nível de conhecimento sobre transporte cicloviário |
|----------------|-------------------------|------------------|-----------------|------------------|--|
| Especialista 1 | Arquitetura e urbanismo | Mestrado | Prefeitura | 5 anos | Mediano |
| Especialista 2 | Arquitetura e urbanismo | Doutorado | Professor | 17 anos | Alto |
| Especialista 3 | Engenharia Civil | Doutorado | Professor | 5 anos | Mediano |
| Especialista 4 | Arquitetura e Urbanismo | Doutorado | Professor | 13 anos | Alto |
| Especialista 5 | Engenharia Civil | Doutorado | Professor | 7 anos | Mediano |

Fonte: Autora (2024).

O Quadro 11 apresenta o formulário enviado por e-mail aos especialistas, cujo conteúdo na íntegra pode ser visualizado no Apêndice B.

Quadro 11 – Formulário de ponderação dos critérios e subcritérios

| Critérios | Hierarquia (0-100) | Subcritérios | Hierarquia (0-10) |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Segurança (pública e pessoal) | | (+) Policiamento | |
| | | (-) Desertificação da via | |
| | | (-) Cruzamentos e interseções | |
| | | (-) Garagens e estacionamentos | |
| | | (-) Pontos de ônibus | |
| Conforto | | (-) Aclive | |
| | | (-) Tempo | |
| | | (+) Continuidade | |
| | | (+) Linearidade (menor distância) | |
| Tráfego | | (-) Velocidade | |
| | | (-) Volume | |
| | | (-) Veículos pesados | |
| Infraestrutura | | (+) Qualidade do pavimento | |
| | | (+) Drenagem urbana | |
| | | (+) Iluminação | |
| | | (+) Sinalização | |
| | | (+) Largura das vias | |
| Ambiente | | (+) Arborização | |
| | | Uso do solo | |

Legenda: + quanto mais, melhor; - quanto menos, melhor.

Fonte: Autora (2024).

O formulário foi baseado no modelo proposto por Silva (2014). Ele é composto por quatro colunas: a primeira mostra os critérios selecionados da revisão bibliográfica e a terceira, dos subcritérios. Os especialistas atribuíram notas entre 0 a 100 para os critérios, atingindo o somatório de 100 pontos na coluna de critérios, e graus de relevância (hierarquia) entre 0 e 10 para os respectivos subcritérios, sem repetir a nota para os que se encontram na mesma categoria de critério. O total atribuído na coluna 4 deveria corresponder ao valor atribuído na coluna 1 da respectiva categoria de critério.

Os subcritérios cuja presença ou aumento são considerados positivos foram sinalizados por (+), da mesma forma, aqueles que interferem negativamente no critério principal e, conseqüentemente, na escolha do usuário por determinada rota foram sinalizados por (-). Estas orientações fazem parte do formulário enviado.

Os subcritérios foram incluídos nos formulários de ambos os *stakeholders* para fins de discussão qualitativa, facilitando o entendimento de como eles influenciam nos critérios principais e como são considerados por cada interessado. Para o modelo matemático, são considerados apenas os critérios, conforme foi apresentado na sistematização hierárquica da árvore de problemas disponível no item 3.2.

A partir dos dados coletados e agrupados de ambos os *stakeholders*, é possível comparar os critérios entre si sabendo se são mais, menos ou igualmente importantes, conforme a escala fundamental de Saaty na etapa de processamento.

3.4. PROCESSAMENTO

Em suma, o método AHP pode ser desenvolvido seguindo as seguintes etapas: definição do problema, hierarquização, análise par a par, classificação das alternativas e análise de consistência, cujos processos foram divididos em passos e detalhados nos tópicos a seguir (Rossoni, 2011; Silva, 2014).

- **Passo 1:** Após a criação da hierarquia, perceber as correlações e definir suas prioridades por meio de matrizes de julgamento elaboradas com auxílio da Escala Fundamental de Saaty (Tabela 3).

Tabela 3 – Escala Fundamental de Saaty

| Intensidade | Definição | Descrição |
|-------------|---|---|
| 1 | Igual importância | Os dois elementos avaliados contribuem de forma equivalente para o objetivo |
| 3 | Importância moderada de um sobre outro | A experiência e análise comparativa favorecem levemente um elemento sobre o outro |
| 5 | Importância forte de um sobre o outro | A experiência e análise comparativa favorecem moderadamente um elemento sobre o outro |
| 7 | Importância muito forte de um sobre o outro | A experiência e análise comparativa favorecem fortemente um elemento sobre o outro |
| 9 | Importância absoluta de um sobre o outro | A experiência e análise comparativa favorecem absolutamente um elemento sobre o outro |
| 2, 4, 6, 8 | Valores intermediários | Julgamento mais preciso da importância relativa dos elementos |

Fonte: Adaptado de Silva (2014).

A Escala de Saaty apresenta graus de intensidade de 1 a 9 e é uma ferramenta de suporte à comparação par a par na atribuição de pesos aos atributos. Por sua vez, a matriz de julgamento é uma matriz quadrada utilizada para comparação par a par entre critérios, conforme exemplo genérico da Tabela 4, a seguir.

Tabela 4 – Matriz de julgamento

| Critérios | Crit A | Crit B | Crit C | Crit D |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Crit A | 1 | 1/A _{ab} | 1/A _{ac} | 1/A _{ad} |
| Crit B | 1/A _{ba} | 1 | 1/A _{bc} | 1/A _{bd} |
| Crit C | 1/A _{ca} | 1/A _{cb} | 1 | 1/A _{cd} |
| Crit D | 1/A _{da} | 1/A _{db} | 1/A _{dc} | 1 |

Fonte: Adaptado de Godói (2014).

Os valores (A_{ij}) são preenchidos com os graus da Escala Fundamental e considera-se que $A_{ij} = 1/A_{ji}$ e $A_{ii} = 1$, onde i são as linhas da matriz e j as colunas. A função análise paritária é definir a importância de um critério em relação a outro. Após preenchê-la dá-se prosseguimento ao passo 2.

- **Passo 2:** Normalização das matrizes de julgamento. Calcula-se o somatório dos valores de cada coluna e divide-se os elementos das colunas pelo resultado encontrado. Conforme exemplificado por Godoi (2014) na Figura 29, a seguir.

Figura 29 – Normalização da matriz de julgamento

| | Critério A | Critério B | Critério C | Critério D |
|------------|------------|------------|------------|------------|
| Critério A | 1 | 2 | 3 | 5 |
| Critério B | ½ | 1 | 2 | 4 |
| Critério C | 1/3 | 1/2 | 1 | 3 |
| Critério D | 1/5 | 1/4 | 1/3 | 1 |
| TOTAL | 2,03 | 3,75 | 6,33 | 13 |

↓

| | Critério A | Critério B | Critério C | Critério D |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
| Critério A | $1 / 2,03 = 0,493$ | $2 / 3,75 = 0,533$ | $3 / 6,33 = 0,474$ | $5 / 13 = 0,385$ |
| Critério B | $1/2 / 2,03 = 0,246$ | $1 / 3,75 = 0,267$ | $2 / 6,33 = 0,32$ | $4 / 13 = 0,308$ |
| Critério C | $1/3 / 2,03 = 0,163$ | $1/2 / 3,75 = 0,133$ | $1 / 6,33 = 0,158$ | $3 / 13 = 0,231$ |
| Critério D | $1/5 / 2,03 = 0,099$ | $1/4 / 3,75 = 0,067$ | $1/3 / 6,33 = 0,053$ | $1 / 13 = 0,077$ |

Fonte: Adaptado de Godói (2014).

- **Passo 3:** Cálculo das Prioridades Locais Médias (PML) por meio da média aritmética das linhas dos quadros normalizados. Este vetor representa a importância relativa de cada critério, subcritério e alternativa.

- **Passo 4:** Identificação do vetor de Prioridade Global, que representa a relação das alternativas com o objetivo proposto. Ele é calculado pelo somatório das multiplicações do valor de cada PML pelo total de cada coluna. Quando a análise AHP é feita para uma hierarquia com três níveis (critérios, subcritérios e alternativas), cada item deve ser multiplicado pelas prioridades dos critérios ou subcritérios aos quais estão associados e o somatório resultante é o vetor de prioridade global.

$$PMG = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l PMLcnj * PMLsnjkj * PMLanijkj \quad (2)$$

Onde, PMG: valor médio global; PMLcn: Prioridade Média Local do critério n; j: número de critérios; PMLsn: Prioridade Média Local do subcritério n; kj: número de subcritérios do critério j; i: número de alternativas.

- **Passo 5:** Resultado. Consiste em um vetor atribuído a cada alternativa, que pode ser obtido pela multiplicação da matriz do passo 3 pelo vetor do passo 4.

De acordo com Rossoni (2011), os resultados obtidos podem ter sua consistência lógica analisada por meio do cálculo de Razão da Consistência dos Julgamentos (RC) para matrizes recíprocas quadradas. Primeiro obtém-se o índice de consistência dado pela fórmula:

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

Assume-se que λ_{\max} seja o maior valor da matriz de julgamentos e n , a ordem da matriz. A seguir calcula-se a razão da consistência dividindo-se o valor encontrado (IC) pelo respectivo índice randômico (RI), definido por Saaty e apresentado na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Índice de consistência aleatória

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0 | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,51 | 1,54 |

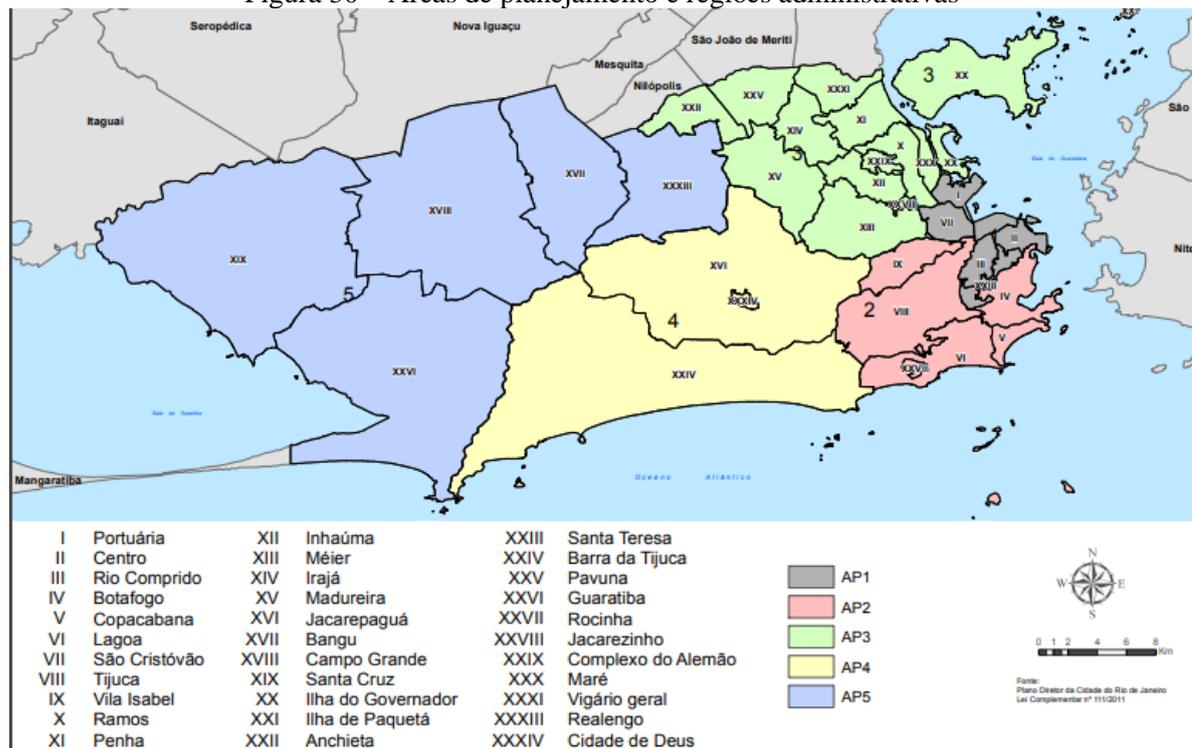
Fonte: Ribeiro e Alves (2016).

Para que a matriz seja considerada consistente, a RC deve ser inferior ou igual a 0,10. Caso contrário, deve-se refazer o julgamento (Ribeiro; Alves, 2016).

4. ÁREA DE ESTUDO

A gestão da cidade do Rio de Janeiro é dividida em cinco Áreas de Planejamento (AP), que por sua vez são subdivididas em 33 Regiões Administrativas (RA) apresentadas na Figura 30. Desta forma é mais fácil identificar as demandas e problemas de cada setor, além de desenvolverem-se estudos urbanísticos (SMU, 2015).

Figura 30 – Áreas de planejamento e regiões administrativas

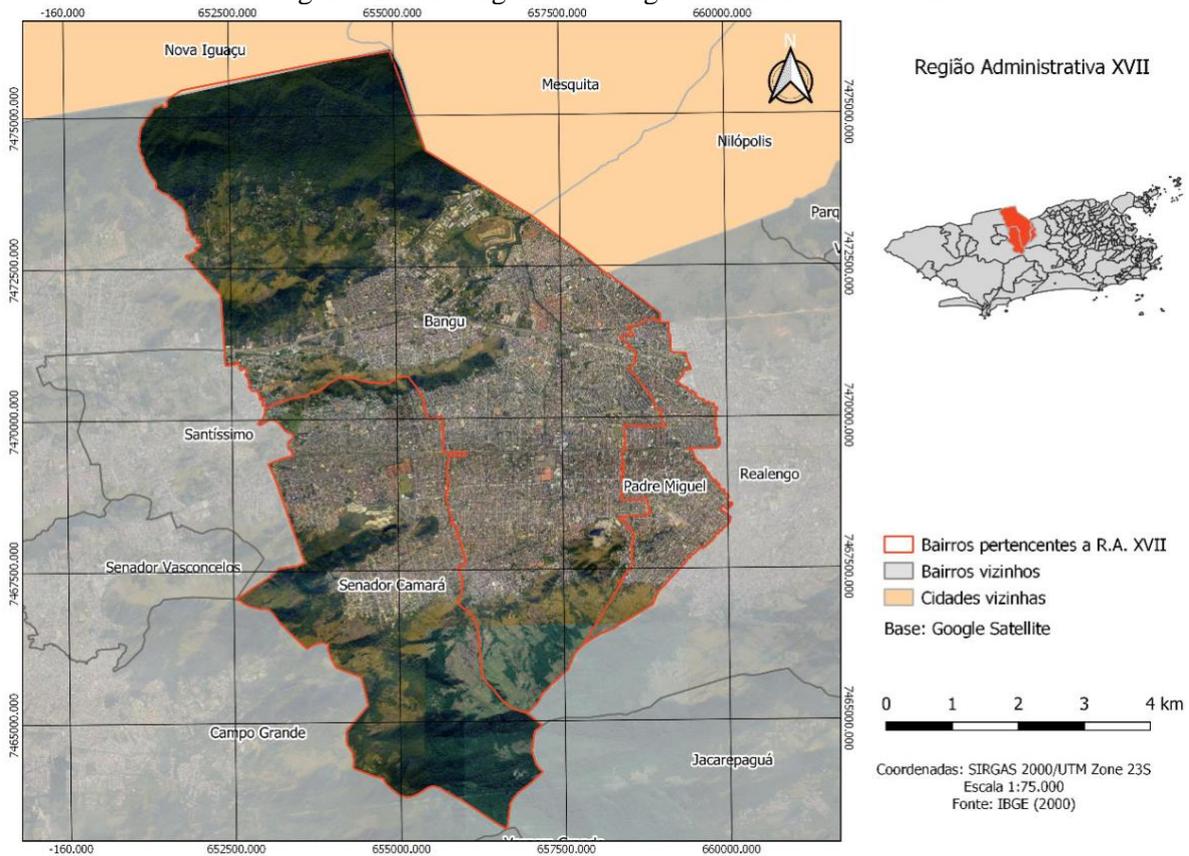


Fonte: Data Rio (2019).

A área de estudo selecionada encontra-se no bairro de Bangu, distante 40 km do centro e localizado na Zona Oeste da cidade, pertencente à XVII Região Administrativa da AP 5, que abrange também os bairros de Senador Camará, Padre Miguel e o complexo do Gericinó.

A XVIII R.A. ilustrada na Figura 31, conta com grande número de conjuntos habitacionais, um centro de comércio (Bangu) e está entre os principais corredores de transporte de massa, com 4 estações ferroviárias e a Avenida Brasil.

Figura 31 – Abrangência da Região Administrativa XVII



Fonte: Gerado no ArcGis pela autora (2020).

A AP 5 possui elevados índices de densidade demográfica, complexos habitacionais desarticulados da malha urbana e sistema de transporte público precário (Rio de Janeiro, s/d). De acordo com o Índice de Progresso Social da Cidade do Rio de Janeiro (IPS), os indicadores de mobilidade urbana da R.A. XVIII (Bangu) atingiram 42,15% em 2020 ficando em 18ª posição na cidade. O acesso a moradia e educação também são preocupantes, visto que 19,57% da população reside em favelas não urbanizadas e 8,09% têm ensino superior, índice que vem se mantendo desde 2016 sem modificações (IPP, 2022).

A taxas de vulnerabilidade familiar tiveram um leve aumento desde 2016. Índices de violência como taxas de homicídio, taxas de homicídio por ação policial e roubos de rua apresentam desvantagem relativa ou neutralidade em relação a outros bairros, mas com tendência ao aumento (IPP, 2022). A seção 4.1 a seguir, destina-se a apresentar as informações pertinentes ao bairro de Bangu, eleito como área de estudo.

4.1. BREVE HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Bangu está localizado na zona oeste do Rio de Janeiro é conhecido como o bairro mais quente da cidade, no verão as temperaturas ultrapassam os 40°C. Sua localização entre o maciço da Pedra Branca e o de Gericinó não contribui para a circulação de ventos e massas úmidas, pois elas atuam como barreira. A presença da mata ao redor (Parque Municipal do Mendanha e Parque Estadual da Pedra Branca) ajudam na absorção do calor e no aumento da umidade do ar, mas as áreas urbanizadas carecem de áreas verdes (IPP, 2024).

É um bairro densamente habitado por uma população de 421.858 pessoas em uma área de 45,7km² e ocupa a 116^o posição de 158 no índice de progresso social da cidade do Rio de Janeiro com 61,11 pontos. Recebeu notas elevadas em saneamento básico, saúde e bem-estar, liberdade individual e de escolha (gravidez na adolescência, trabalho infantil e transferência de renda) pelo Instituto Pereira Passos, mas insuficientes em nutrição e cuidados médicos, acesso a conhecimento básico e acesso ao ensino superior (IBGE; 2024; IPP, 2022).

Outro destaque em notas baixas são os direitos individuais, no qual estão englobadas a mobilidade urbana por transporte de massa e a extensão de ciclovias (IPP, 2022). Quanto a renda *per capita*, o IPP (2022) apresenta um valor estimado de R\$ 678, enquanto a FGV (2020) estima R\$ 581 para a população geral e R\$ 337 para a população residente em favelas, cerca de 21 distribuídas no território.

Até 1889, a região integrava a área rural da cidade onde funcionava a Fazenda Bangu, com atividades relacionadas ao setor primário. Até que foi comprada pela Companhia Progresso Industrial do Brasil (CPIB), conhecida como Fábrica de Tecidos Bangu, o que gerou profundas transformações socioculturais, econômicas e espaciais transformando a região em um bairro operário no estilo inglês (Sá, 2014).

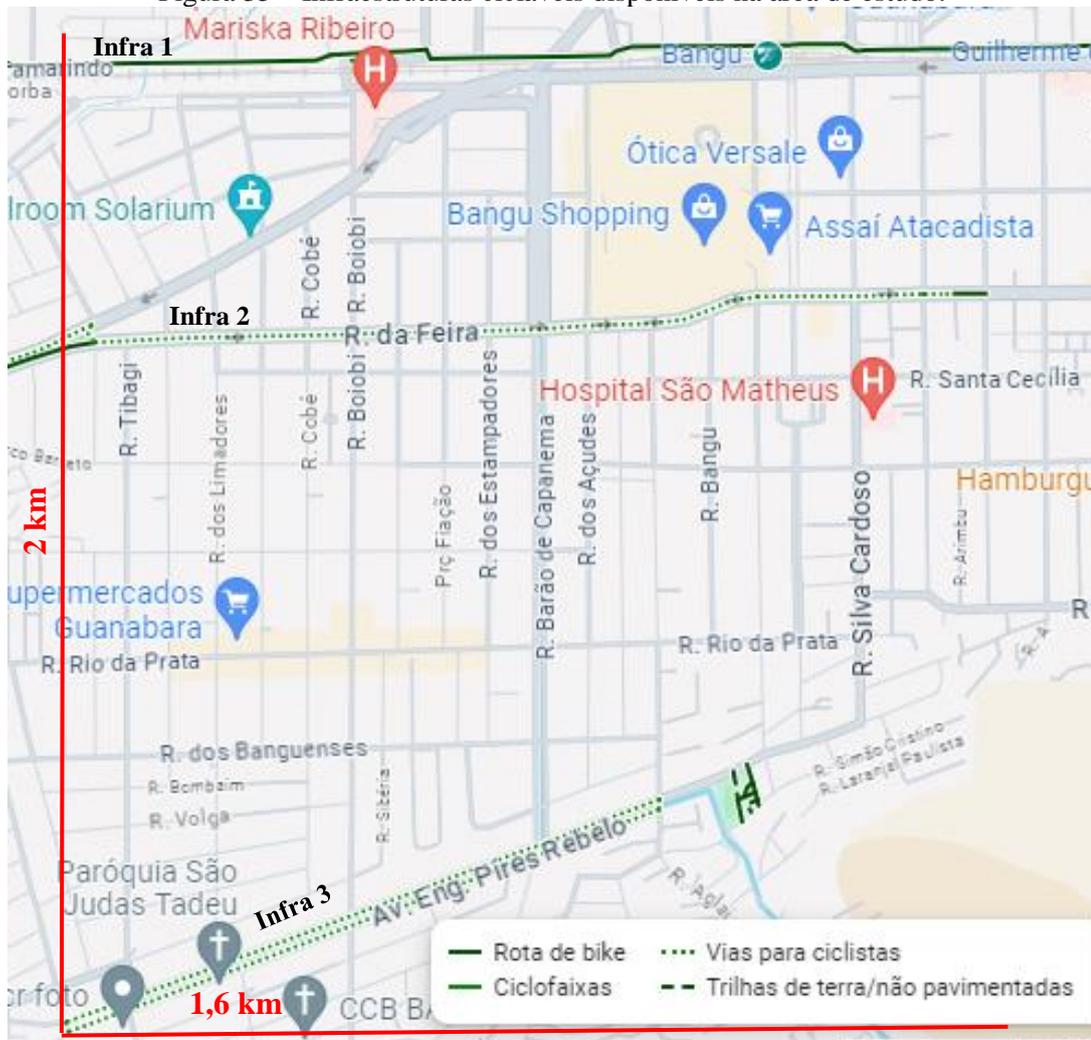
A Fábrica Bangu foi a chave para o desenvolvimento urbano do bairro e junto com a instalação da estrada de ferro, deu àquela área do bairro um sentido de centralidade. As atividades rurais e fabris coexistiram por algum tempo até que na década de 1930 foram incorporadas mais atividades econômicas e comerciais ao bairro com a criação de novos loteamentos desvinculados da fábrica (Sousa, 2021).

A recessão econômica de 1960 e a crise têxtil de 1970 refletiram na descaracterização do bairro, que passou a implementar mercados, bancos, lojas e ter o comércio como principal empregador. Esse processo culminou com o encerramento de 95% das atividades da Fábrica Bangu em 1979 e a mudança da centralidade do bairro para a av. Cônego de Vasconcelos (atualmente conhecida como Calçada de Bangu).

4.2. INFRAESTRUTURAS CICLÁVEIS EXISTENTES NA REGIÃO

A Figura 35 mostra todas as infraestruturas cicláveis disponíveis dentro área de estudo delimitada.

Figura 35 – Infraestruturas cicláveis disponíveis na área de estudo.



Legenda: Estação de trem de Bangu; Infra: Infraestrutura.

Fonte: Adaptado do Google Maps pela autora (2024).

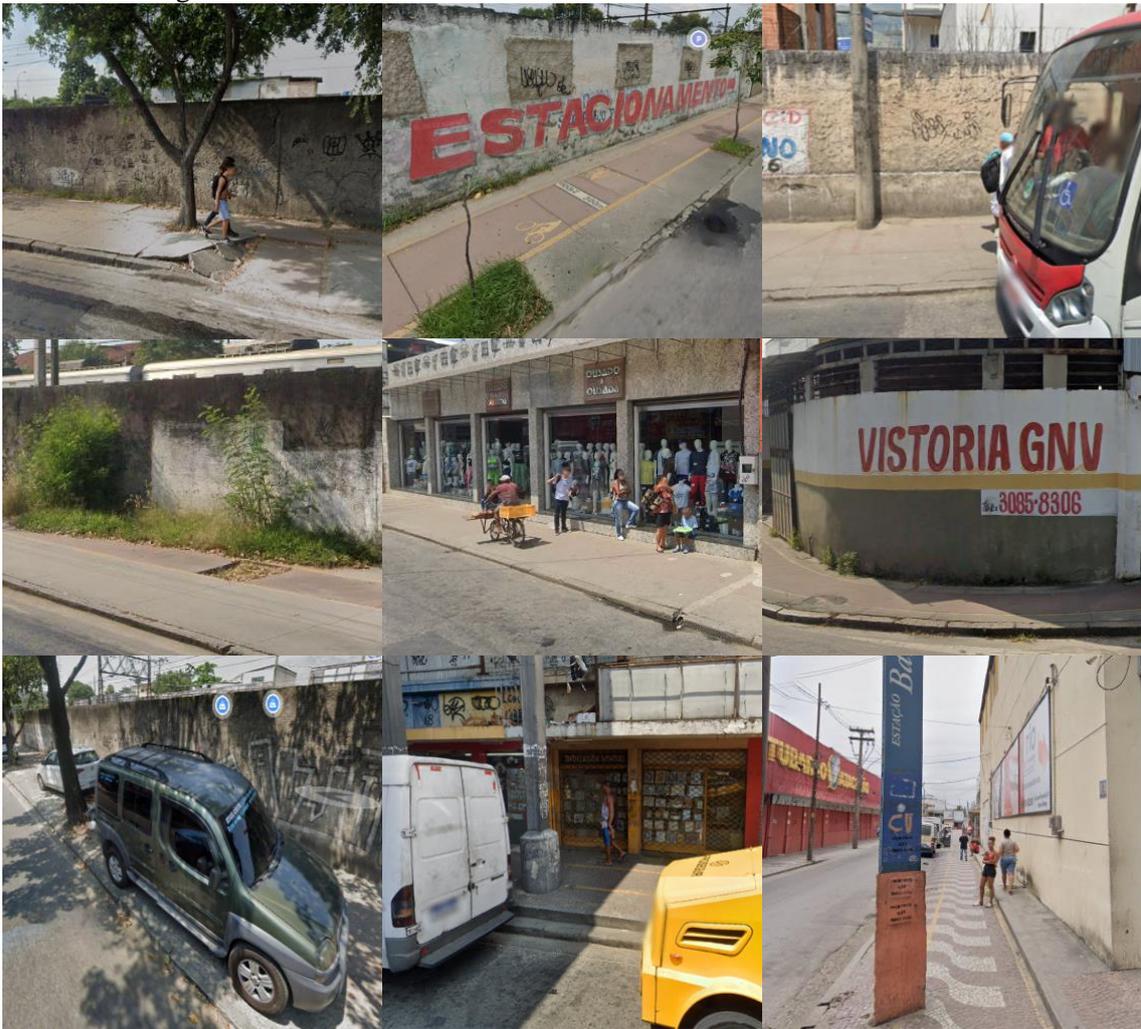
A primeira rota ciclável possui 3,779 km de extensão, é bidirecional, foi implantada ao longo da rua Coronel Tamarindo (em paralelo à estação de trem) em uma calçada, inicia na estação ferroviária de Senador Camará e termina nas proximidades da Praça Mestre André, região da estação de Padre Miguel (Data Rio, 2024).

A área de maior interesse e captação de pessoas é a região central de Bangu e passa por localidades com bicicletários. No entanto, esta ciclovia não apresenta benefícios de integração por ser localizada na lateral dos muros da linha férrea, passa por trechos de ruas desertas dentro

de comunidades e não atendem a requisitos básicos para segurança do ciclista, como largura mínima e sinalização insuficiente.

Conforme apresentado na Figura 36, em diversos pontos, a rota não é protegida do sistema viário, possui obstáculos, buracos e desníveis, além de estar posicionada em uma calçada estreita, ainda compete com pontos de ônibus, postes, árvores, escada de passarela, carros estacionados e comércio informal.

Figura 36 – Trechos da ciclovia bidirecional da rua Coronel Tamarindo



Fonte: Adaptado de *Google Maps (Street View)* pela autora (2024).

A segunda rota existente possui 11,464 km de extensão, é unidirecional no quarteirão entre a rua Fonseca (shopping) e a rua 12 de fevereiro (321 m de extensão) e bidirecional entre a rua Fonseca (shopping) e a rua Coronel Agostinho (em Campo Grande). Ela interliga dois polos de comerciais de grande movimento passando por bairros predominantemente

residenciais por calçadas compartilhadas na rua Francisco Real, rua da Feira, av. Santa Cruz e av. Arthur Rios que têm grande volume de tráfego, incluindo ônibus que fazem o mesmo trajeto.

A falta de manutenção periódica deteriorou a sinalização horizontal vermelha na calçada e poucos trechos têm indicativos da presença de uma estrutura ciclável, conforme por ser visualizado na Figura 37.

Figura 37 – Trechos da ciclovia uni/bidirecional na rua da Feira e rua Francisco Real



Fonte: Adaptado de *Google Maps (Street View)* pela autora (2024).

Dentro do trecho pertencente a Bangu, os problemas encontrados são similares aos da primeira rota apresentada, como postes, árvores, carros e outros obstáculos no trajeto somado a falta de segregação do tráfego intenso. Possui trechos ainda mais estreitos, onde a passagem é dificultada devido a presença obstáculos no meio da calçada que possui menos de 1 m de largura quando as vias compartilhadas deveriam atender às medidas mínimas de 2.5m de largura para faixas bidirecionais, 1.5m para unidirecionais, 0.20m de largura da linha branca, 0.10m

para a linha vermelha interna e serem livres de obstáculos, segundo a Prefeitura do Rio de Janeiro (2014).

A terceira rota ciclável possui um estado de conservação considerável. Está localizada na av. Engenheiro Pires Rabelo, no sub-bairro do Rio da Prata, a 3km da estação ferroviária de Bangu. É composta por dois trajetos unidirecionais de 1,26 km de extensão, um em cada lado da via. Termina e acaba na mesma rua, sua origem-destino não interliga polos de atração com alta demanda (PGVs), como estações de trem, terminais e centro comercial (Figura 38).

Figura 38 – Trechos da ciclovia bidirecional na av. Eng. Pires Rabelo



Fonte: Adaptado de *Google Maps (Street View)* pela autora (2024).

A rota é arborizada em toda sua extensão, a sinalização horizontal ainda está presente, mas alguns trechos apresentam rachaduras no pavimento devido ao tráfego de motos que invadem as vias cicláveis e carros que estacionam nelas. Não é obstruída por postes e árvores no trajeto. Por ser uma rua tranquila, muitos moradores utilizam as vias para fazer caminhadas, pois as calçadas são estreitas e apresentam muitos obstáculos.

Todos os problemas observados nas rotas cicloviárias mencionadas também foram descritos por Sousa (2021), o autor ainda destacou a falta de iluminação noturna e pavimentação

adequada e destaca que apesar do uso de bicicleta ser típico na região e em suas redondezas, a falta de uma infraestrutura adequada desestimula o uso porque as pessoas não se sentem seguras para se locomover.

Quanto aos estacionamentos para bicicletas existentes em ambientes públicos e privados, a oferta está concentrada no Centro de Bangu, referência comercial na região, onde estão dispostas mais de 800 vagas, conforme Quadro 12 a seguir.

Quadro 12 – Quantitativo de vagas por estacionamento para bicicletas

| Local | Tipo de estrutura | Vagas |
|--|---|--------------|
| Shopping Bangu | Paraciclo torradeira, descoberto, gratuito com vigia | 95 |
| Mercado Popular de Bangu 1 | Paraciclo torradeira, descoberto, gratuito | 20 |
| Mercado Popular de Bangu 2 | Paraciclo torradeira, descoberto, gratuito | 20 |
| Assaí Atacadista | Paraciclo torradeira descoberto gratuito | 12 |
| Calçadão Bangu (Entre R. Francisco Real e R. Professor Clemente Ferreira) | Paraciclo tipo U invertido, coberto, gratuito | 72 |
| Calçadão Bangu (Entre R. Professor Clemente Ferreira e Av. Santa Cruz) | Paraciclo tipo U invertido, coberto, gratuito | 112 |
| Calçadão Bangu (Av. Min. Ari Franco, trecho de pedestres entre R. Sul América e R. Cel. Tamarindo) | Paraciclo tipo U invertido, coberto, gratuito | 84 |
| Estação Bangu | Mobiliário pendente, local coberto, seguro, exige cadastro. Custo de R\$1,00 por dia para usuários e gratuito para passageiros. | 450 |
| Bangu (em frente à Estação) | Paraciclo tipo pescocinho, descoberto, gratuito | 43 |
| Bicicletário Academia da Saúde | Paraciclo torradeira descoberto, gratuito. | 9 |

Fonte: Data Rio (2018).

Além dos estacionamentos listados, a região também conta com guardadores de bicicletas, estacionamentos de supermercados e mercearias e oficinas que também prestam este serviço, não sendo possível mensurar todas as localizações e números de vagas.

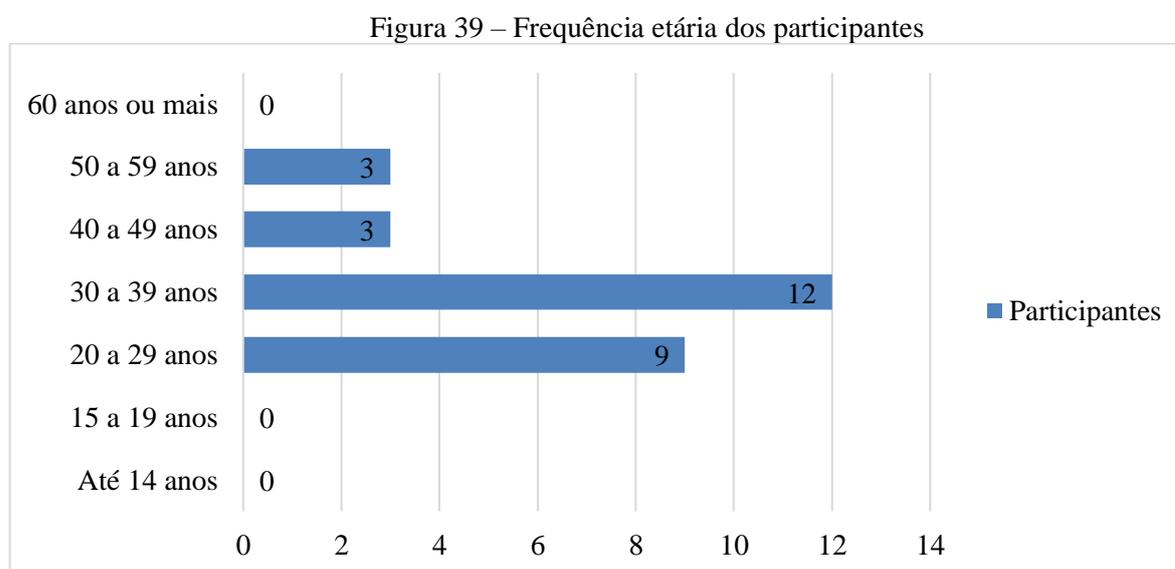
O Capítulo 5, a seguir, apresenta os resultados da pesquisa com os perfis de usuários de bicicleta da região e discutidas as características como segurança, tráfego, conforto, infraestrutura e ambiente das rotas cicláveis potenciais para interligar a infraestrutura existente à estação ferroviária do bairro.

5. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

O presente capítulo apresenta os resultados da pesquisa. Nele são detalhados os perfis dos usuários de bicicleta na região pré-delimitada, o detalhamento dos potenciais e adversidades das rotas cicláveis possíveis para integrar o rol das existentes na região, o processo de aplicação do AHP (coleta, tratamento e processamento), determinação da melhor alternativa de rota segundo os critérios estudados, discussão sobre as semelhanças e diferenças entre as perspectivas de usuários ciclistas e especialistas em mobilidades sobre o peso dos critérios na hora de determinar uma rota ciclável.

5.1. PERFIS DOS USUÁRIOS DE BICICLETA DA REGIÃO

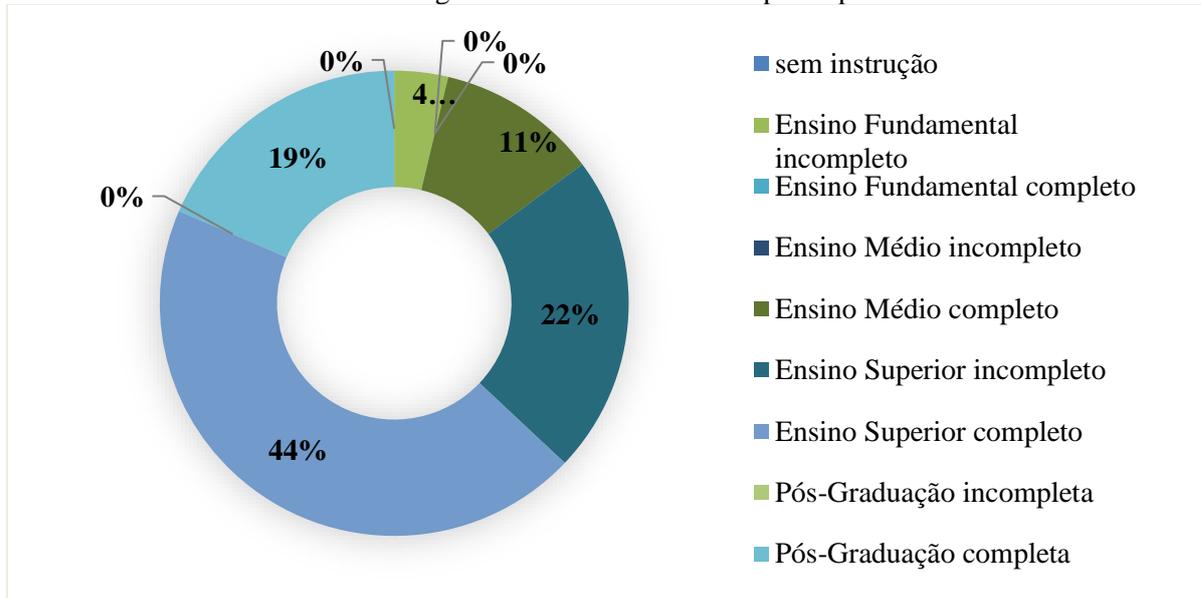
Foram coletadas 27 respostas válidas de ciclistas, sendo 20 participantes do sexo feminino (74,07%) e 7 do sexo masculino (25,93%). As idades variaram entre 20 e 59 anos (Figura 39).



Fonte: Autora (2024).

Observa-se que a maior incidência de respostas foi de pessoas com idades entre 30 e 39 anos, que corresponde a 44,44% das respostas, seguida por jovens adultos entre 20 e 29 anos (33,33%). Quanto à escolaridade, houve predomínio de pessoas com ensino superior completo (44%, 12 respondentes), seguido por: ensino superior incompleto (22%, 6 respondentes), pós-graduação completa (19%, 5 respondentes), ensino médio completo (11%, 3 pessoas) (Figura 40).

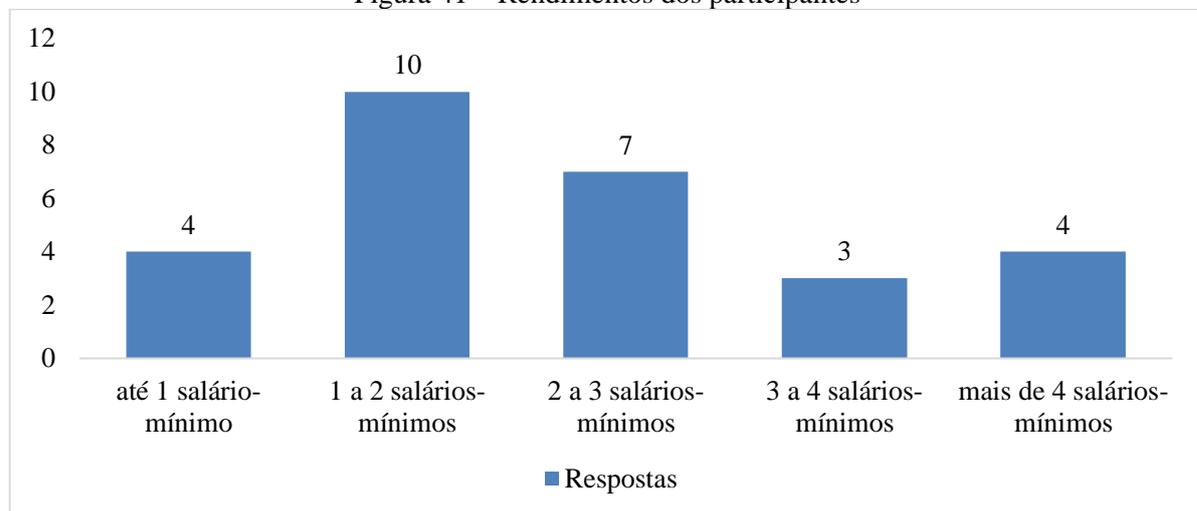
Figura 40 – Escolaridade dos participantes



Fonte: Autora (2024).

Quanto ao nível de renda, as respostas mais frequentes foram respectivamente: 1 a 2 salários-mínimos (37,04%) e 2 a 3 salários-mínimos (25,93%), apresentadas na Figura 41.

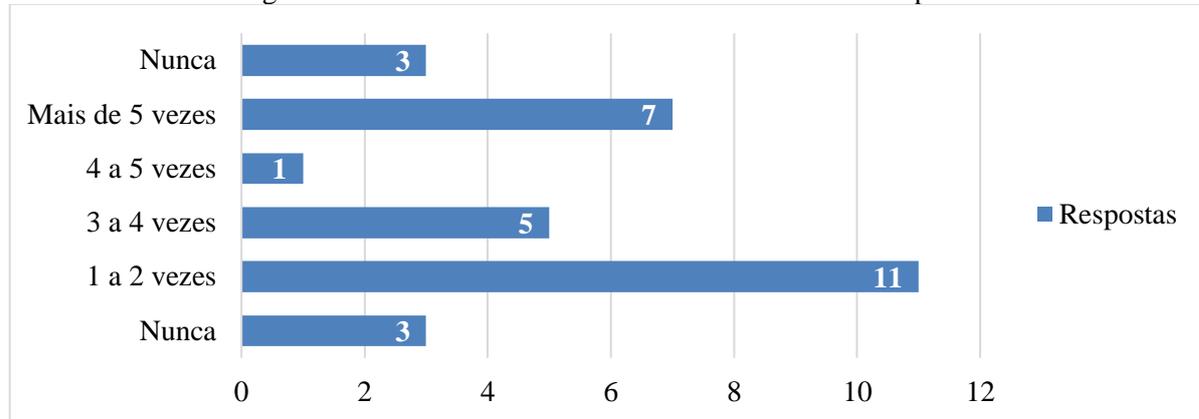
Figura 41 – Rendimentos dos participantes



Fonte: Autora (2024).

Não foi encontrada correlação entre a renda e a escolaridade, sendo bem dispersa a distribuição de escolaridade dentro da renda. Enquanto as perguntas iniciais identificaram o perfil sociodemográfico dos participantes, as próximas cinco perguntas destinaram-se às suas vivências e hábitos como ciclistas. Em relação a frequência de uso da bicicleta como meio de transporte, as respostas obtidas são apresentadas na Figura 42:

Figura 42 – Uso semanal de bicicleta como meio de transporte



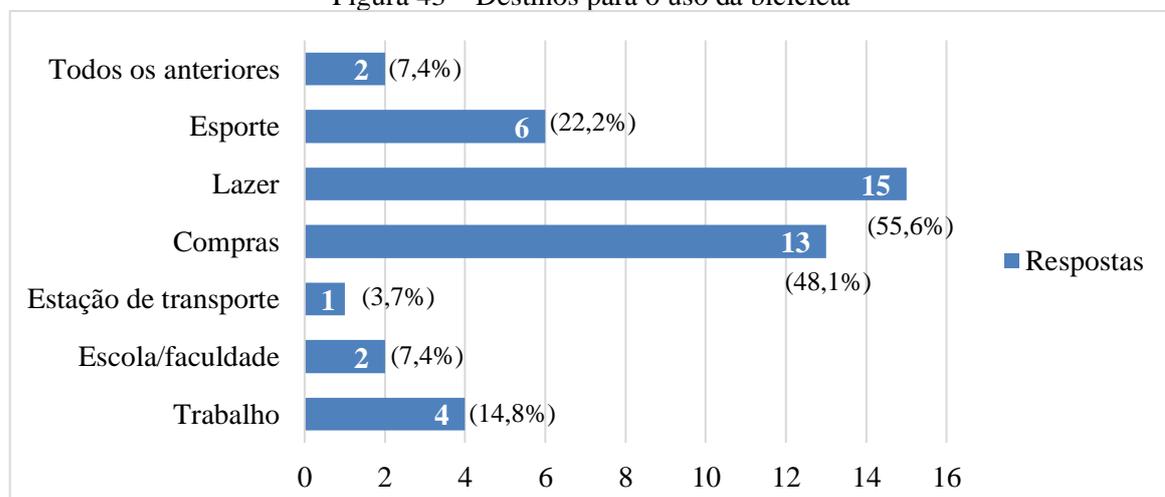
Fonte: Autora (2024).

O grupo com menor uso de bicicleta como meio de transporte (1 a 2 vezes na semana) foi o majoritário nas respostas (40,74%), porém, foi prontamente acompanhado por usuários mais assíduos do ciclismo com usos mais de cinco vezes na semana (25,93%) e 3 a 4 vezes na semana (18,52%) logo em seguida.

Dentre os que menos usam a bicicleta como meio de transporte (nunca ou até uma vez na semana) estão principalmente adultos entre 30 e 39 anos e alguns jovens entre 20 e 29. Todos em idade produtiva de trabalho e que detalharam na pergunta seguinte utilizar a bicicleta para lazer, compras e esporte. Surge a hipótese que tal uso seja somente aos fins de semana e eles não utilizem o potencial de integração da bicicleta ao transporte público.

As respostas de todos os participantes sobre os destinos ao usar a bicicleta podem ser visualizadas na Figura 43, a seguir. Esta pergunta permitia a marcação de múltiplas escolhas.

Figura 43 – Destinos para o uso da bicicleta



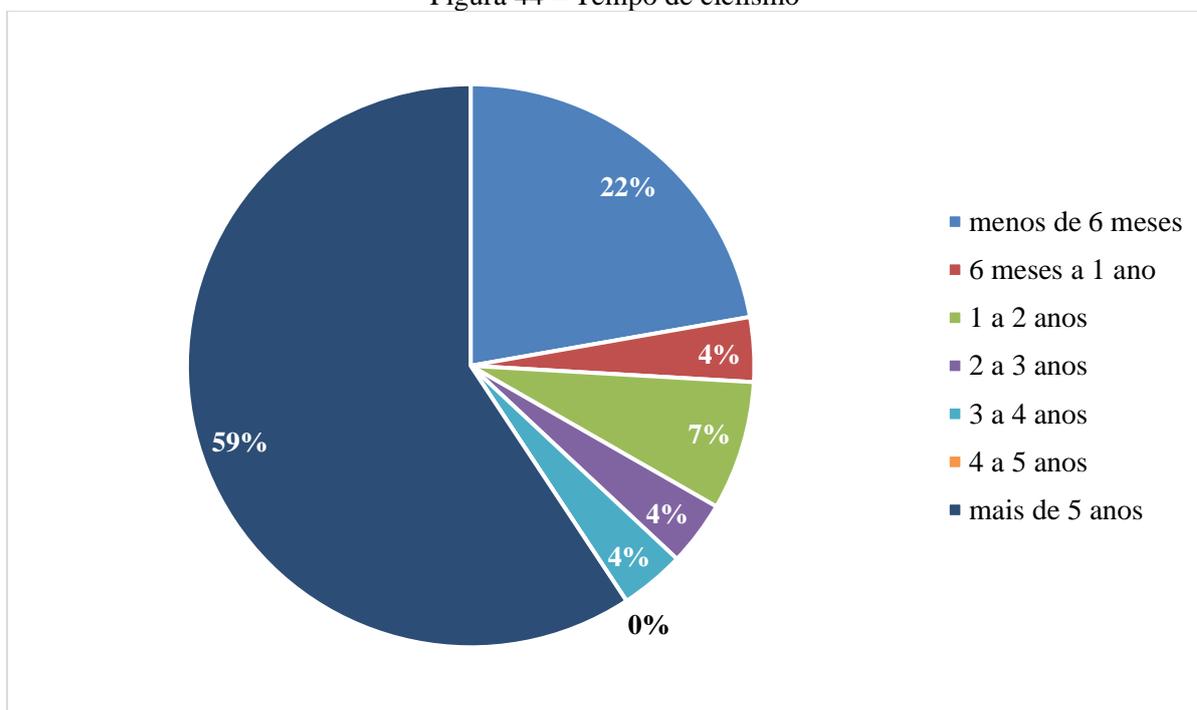
Fonte: Autora (2024).

Cabe destacar que é comum que ciclistas da região se reúnam em grupos para percorrer longas distâncias juntos por esporte e lazer e observar maior presença de crianças e adultos de bicicleta nos fins de semana em áreas residenciais. Os altos índices de resposta a estes itens confirmam estas preferências.

Nos mercados e em alguns estabelecimentos comerciais, além de estacionamento comum, também disponibilizam um bicicletário para facilitar a compra dos clientes. Isto também contribui para que o índice de uso de bicicleta para compras seja alto, principalmente nas que não tem muita carga.

Dentre os 27 participantes, 16 (59%) possuíam mais de 5 anos de ciclismo e 6 (22%) possuía menos de seis meses (Figura 44).

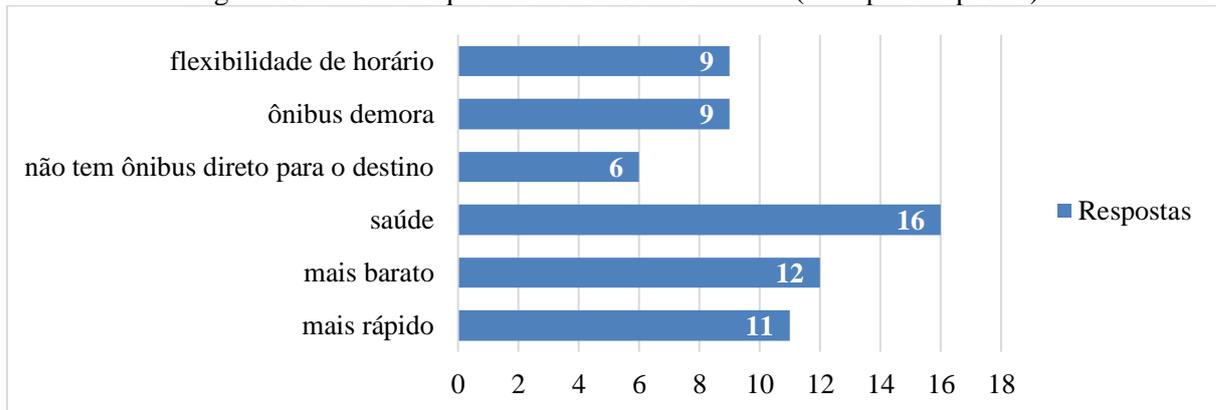
Figura 44 – Tempo de ciclismo



Fonte: Autora (2024).

Quanto aos motivos que levam os participantes a optarem pelo uso da bicicleta, saúde foi o motivo mais citado (59,26%), seguido por baixo custo (44,44%) e rapidez (40,74%). Os resultados confirmam os benefícios da bicicleta como meio de transporte mencionados nos estudos de Dias (2017), IDTP (2017), Castro, Barbos e Oliveira (2013), dentre outros. Conforme pode ser constatado no gráfico da Figura 45, a seguir.

Figura 45 – Motivos que levam ao uso da bicicleta (múltiplas respostas)

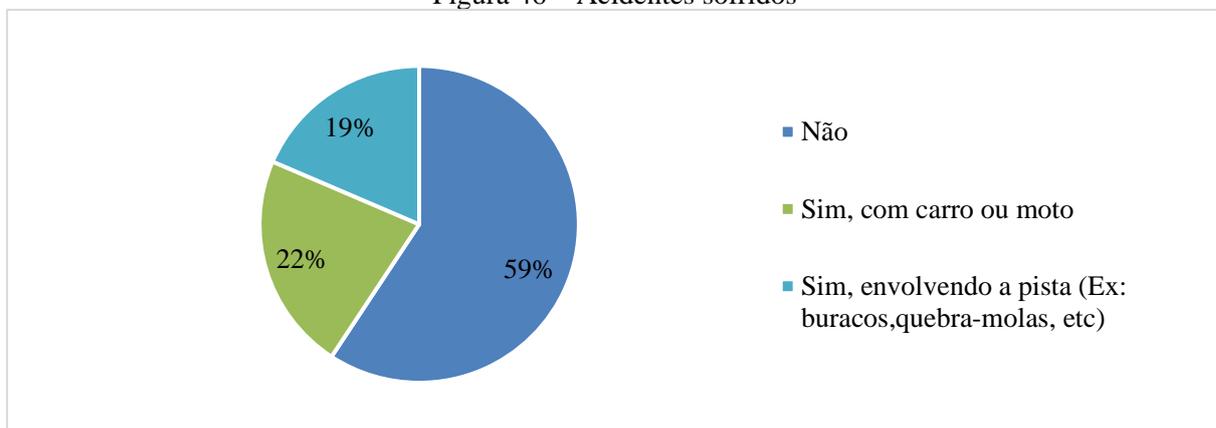


Fonte: Autora (2024).

As duas respostas predominantes na pergunta sobre tempo de experiência mostraram dois perfis opostos: os novatos e os veteranos. Ao cruzar os dados de tempo de ciclismo com as respostas da Figura 46 para olhar o porquê cada um optou pela bicicleta, os que tem mais de cinco anos de ciclismo responderam custo, rapidez, flexibilidade de horário e apontaram problemas com o transporte público, como demora e disponibilidade de linhas. Enquanto aqueles que iniciaram no ciclismo com até 6 meses ou 1 ano, respondem “saúde” de forma unânime, podendo ser esta uma das principais portas de entrada para o incentivo ao ciclismo.

Ao falar em mobilidade sustentável, é preciso adentrar na pauta sobre a segurança dos ciclistas devido à sua vulnerabilidade no tráfego. Os participantes foram questionados sobre acidentes sofridos em suas rotas, sejam eles devido a pista ou a veículos motorizados. 59,26% responderam que não sofreram nenhum tipo de acidente. Dos restantes, 22,22% se envolveram em algum acidente com carro ou moto e 18,52% se acidentaram devido a pista (buracos, quebra-molas e outros obstáculos) (Figura 46).

Figura 46 – Acidentes sofridos



Fonte: Autora (2024).

Nota-se que ao cruzar os dados dos que sofreram algum tipo de acidente (11 respostas) com outras respostas, percebe-se a presença significativa de usuários entre 20 e 29 anos (6 respostas) com perfil de uso de 1 a 2 vezes na semana (6 respostas) e com mais de 5 anos de ciclismo (7 respostas).

De acordo com as respostas coletadas, os perfis predominantes para ciclista banguense são: sexo feminino, 30 a 39 anos, 1 a 2 salários-mínimos, que utilizam a bicicleta de 1 a 2 vezes na semana, principalmente para lazer, possuem mais de 5 anos de ciclismo, optaram pela bicicleta para melhorar a saúde e não sofreram nenhum tipo de acidente.

Para identificar o perfil de usuários mais assíduos, foi feito um recorte dos que utilizam a bicicleta como transporte mais de cinco vezes na semana a fim de caracterizá-los, sendo encontrados os seguintes dados: sexo feminino, faixa etária diversificada sem predominância de idade (2 respondentes entre 20 e 29 anos, 2 entre 30 e 39, 1 entre 40 e 49 e 2 entre 50 e 59), renda média entre 1 e 2 salários-mínimos.

Todos os assíduos são usuários de bicicleta de longa data, com mais de 5 anos de ciclismo (apenas 2 usuários entre 1 e 4 anos) e motivados pelas deficiências da mobilidade urbana como demora de ônibus, falta de linha direta para o destino e pelas vantagens do ciclismo como flexibilidade de horário, rapidez, custo e saúde. As finalidades apontadas para uso foram trabalho, compras, lazer e esporte.

5.2. ROTAS CICLÁVEIS POTENCIAIS

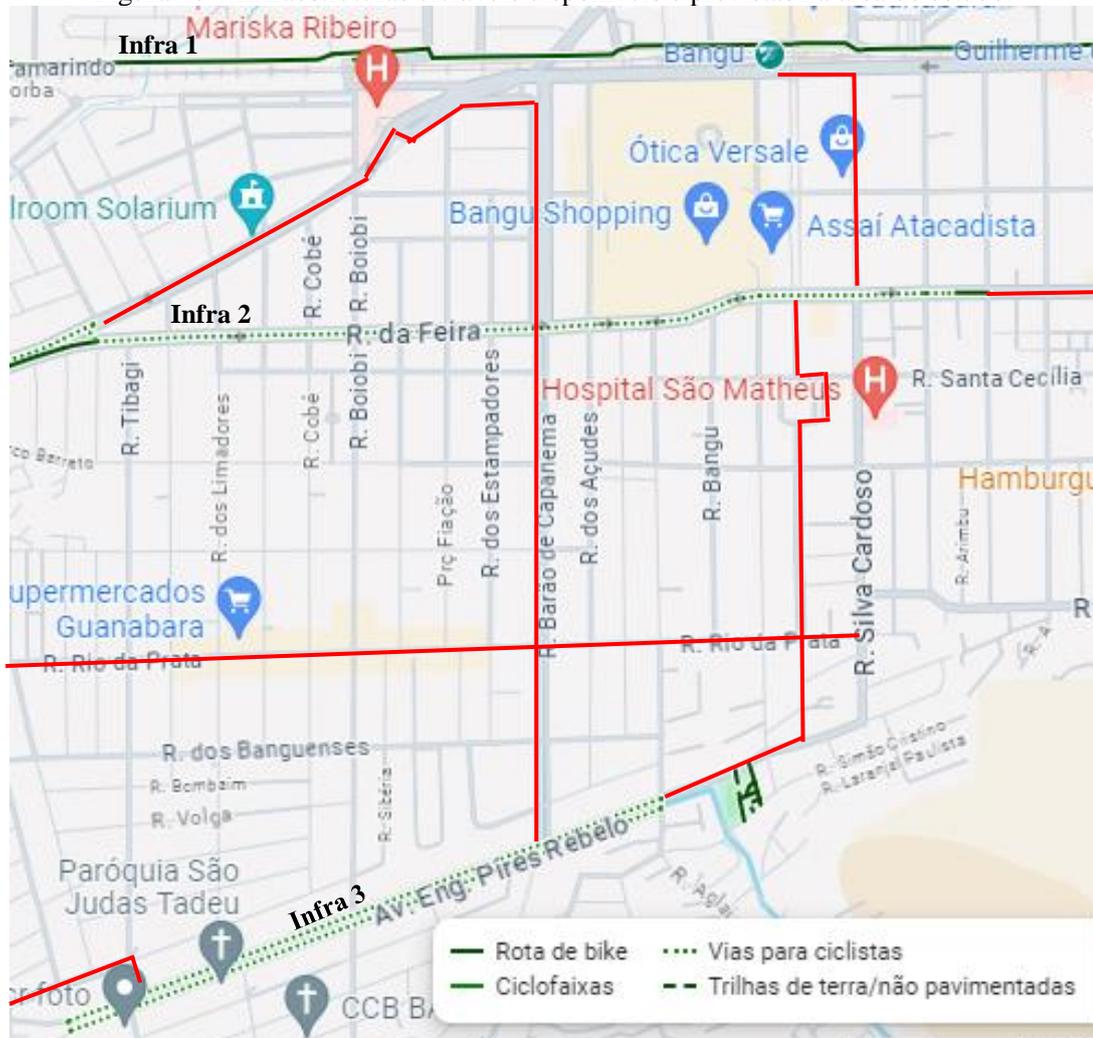
Antes de analisar e propor novas rotas cicláveis no bairro, foi necessária a identificação das infraestruturas cicloviárias pré-existentes que estivessem dentro da área de estudo delimitada na XVII Região Administrativa a fim de saber suas condições atuais, pontos de interesse como a estação ferroviária do bairro e outras informações de interesse. Foram elas:

- Infraestrutura 1, na rua Coronel Tamarindo;
- Infraestrutura 2, disposta em um trecho da av. Santa Cruz e da Rua da Feira;
- Infraestrutura 3, localizada ao longo da av. Eng. Pires Rabelo;

Como a Infraestrutura 3 é a mais distante do centro de Bangu e a única que não liga a áreas de interesse, ela foi utilizada como foco da pesquisa para alcançar a integração com a linha férrea. Dentre seus potenciais, é a que menos apresenta obstáculos no trajeto, a mais arborizada e fica próxima à rua Rio da Prata, onde há vasta oferta de comércio e ônibus.

Segundo informações do Data Rio (2023), a Prefeitura planeja estender algumas rotas cicloviárias do bairro e criar outras estruturas dentro da área de estudo, conforme apresentado na Figura 47:

Figura 47 – Infraestruturas cicláveis disponíveis e previstas na área de estudo.



Legenda: 🚆 Estação de trem de Bangu — Estruturas previstas pela Prefeitura na área de estudo; Infra-Infraestrutura.

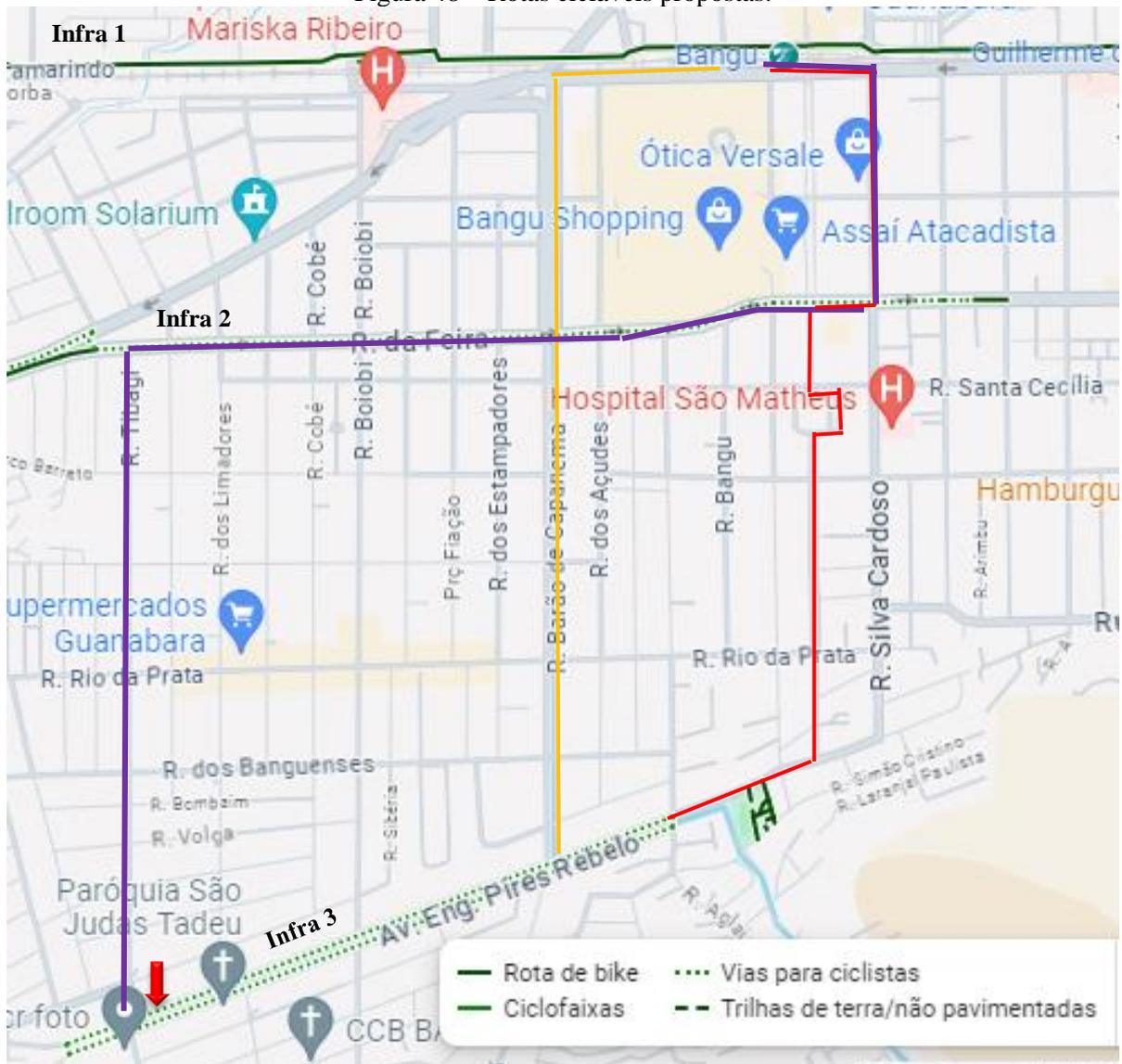
Fonte: Adaptado do Google Maps pela autora (2024).

Estão previstas as seguintes rotas: uma em toda a extensão da rua Rio da Prata; outra interligando a estrutura da Av. Eng. Pires Rabelo pela Rua Barão de Capanema em toda sua extensão até às proximidades laterais ao Bangu Shopping (fazendo interseção com a infraestrutura 2, na rua da Feira), podendo também continuar sentido Campo Grande, pois será interligada a estrutura da rua da Feira por uma extensão em frente ao hospital Mariska Ribeiro; a última dará continuidade à estrutura da av. Pires Rabelo pela Rua Josino Tavares até a Av. Cônego de Vasconcelos, descendo por toda sua extensão, por onde passará por áreas de Largo

de Bangu até se conectar com a Infraestrutura 2, na altura do calçadão de Bangu e depois seguir pela rua Silva Cardoso e finalizando na av. Santa Cruz (próxima a estação ferroviária).

Dentre as opções disponibilizadas pela Prefeitura, apenas as rotas da rua Cônego de Vasconcelos (Rota A) e da rua Barão de Capanema (Rota B) se alinham com o objetivo do trabalho, que é interligar a Infraestrutura 3 (Pires Rabelo) a uma área de interesse (estação ferroviária). Como mais uma possibilidade de interligar áreas de interesse e vias previamente existentes, a autora sugere uma rota que siga da Av. Eng. Pires Rabelo pela rua Tibagi até a rua da Feira (Rota C), onde está a Infraestrutura 2 (Figura 48).

Figura 48 – Rotas cicláveis propostas.



Legenda: 🚂 Estação de trem de Bangu; 🔴 Rota A; 🟡 Rota B; 🟪 Rota C; 📍 Ponto de início.

Fonte: Adaptado do Google Maps pela autora (2024).

Sendo assim, as rotas consideradas no modelo AHP são (Quadro 13):

Quadro 13 – Alternativas de rotas cicláveis

| Rota | Detalhamento |
|------------|---|
| A - Cônego | Siga pela Av. Eng. Pires Rabelo até o final, vire à esquerda na R. Rangel Pestana, vire à direita na R. Padre Josino Tavares. Siga em frente. Vire à esquerda em Av. Cônego de Vasconcelos, contorne a Praça da Fé pela direita. Vire à direita para R. Francisco Real. Vire à esquerda na R. Silva Cardoso. Vire à esquerda na Av. Santa Cruz. O destino está à direita. |
| B - Barão | Siga pela Av. Eng. Pires Rabelo, vire à esquerda na R. Barão de Capanema, siga até o final (a infraestrutura prevista acaba aqui). Siga por 450m à direita. O destino está à esquerda. |
| C – Tibagi | Vire à direita na R. Tibagi. Siga em frente. Vire à direita na R. Feira. Em Marcos Geleia, continue para R. Francisco Real. Vire à esquerda na R. Silva Cardoso. Vire à esquerda na Av. Santa Cruz. O destino está à direita. |

Fonte: Adaptado de *Google Maps* pela autora (2024).

A fim de inserir as rotas no modelo AHP, foram identificados os estados da “Segurança”, “Tráfego”, “Conforto”, “Infraestrutura” e “Ambiente” em cada um dos casos bem como os subcritérios e apresentados nas seções seguintes.

5.2.1. Segurança

Este critério engloba a segurança pública e pessoal. As características de segurança de cada rota foram identificadas em termos percentuais ao longo de sua extensão, como a movimentação de pessoas, presença de cruzamentos, estacionamentos laterais e garagens, pontos de ônibus.

Em relação a “Policciamento”, após observação no local, verificou-se um carro de patrulhamento na Rua Tibagi com a Av. Rio da Prata; um carro na rua dos Açudes (paralela a Barão) e outro na Oliveira Ribeiro (próximo da Cônego de Vasconcelos). O bairro conta com patrulhamento do Segurança Presente desde setembro de 2019 (Rio de Janeiro, s/d).

Porém, em termos de risco oferecido a transeuntes, a consulta feita junto a policiais militares e civis atuantes no barro apontou que a rua Barão de Capanema possui índice de roubo a transeuntes mais elevado e, tanto a Tibagi quanto a Barão, são rotas de fuga para roubo de

veículos. Um inspetor da polícia civil, aponta como principais causa, a falta de recursos humanos para atender a região e a flexibilidade das leis, que torna comuns as reincidências.

Segundo os policiais, a Barão de Capanema oferece risco em toda a sua extensão, enquanto a Cônego de Vasconcelos é perigosa em apenas um trecho, principalmente entre a Praça da Fé (Largo de Bangu) e a av. Rio da Prata, por onde estão previstas as passagens das rotas cicláveis. Na base do Segurança Presente, foi dada a informação que as ocorrências Cônego de Vasconcelos chegaram a zero na semana de 12 a 18 de maio de 2024 devido ao patrulhamento, sendo esta considerada a rota mais segura, enquanto a Barão de Capanema é a que oferece maior risco, conforme pode ser visualizado na Tabela 6.

Tabela 6 – Análise da segurança nas alternativas de rotas
Subcritérios de segurança (pública e pessoal)

| Rotas | Policimento* | Desertificação da via (%) extensão sem muita movimentação de pessoas e carros | Cruzamentos e interseções | Garagens e estacionamentos (%) extensão com veículos estacionados | Pontos de ônibus |
|-------|---------------------------|--|------------------------------|---|---------------------|
| A | Baixo para médio risco | 21,06% | 12 | 27,47% | 7 |
| B | Médio para alto risco | 25,90% | 6 | 16,17% | 2 |
| C | Médio risco | 12,64% | 21 | 32,02% | 7 |

Legenda: A – Cônego de Vasconcelos; B – Barão de Capanema; C – Tibagi.

* em termos de risco oferecido ao transeunte pela ausência/deficiência no alcance deste

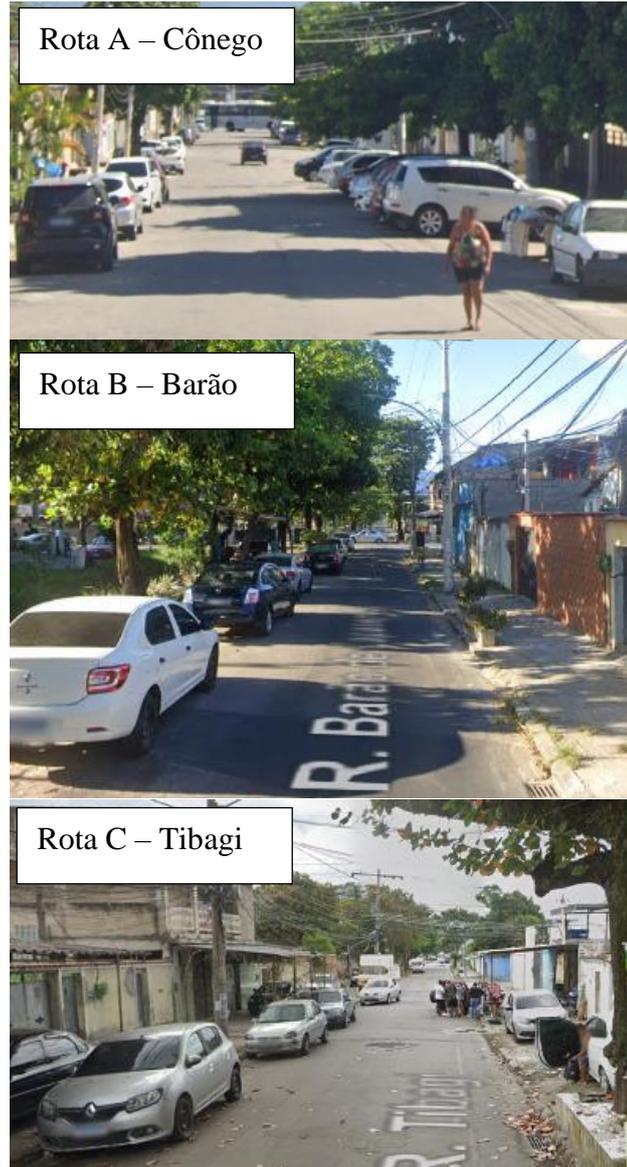
Fonte: Autora (2024).

A observação *in loco* aliada a observação de fotos do *Google Maps* auxiliou na determinação da desertificação das ruas. A “Desertificação” confere ao ciclista uma sensação de insegurança, este subcritério foi medido por trechos e comparado a extensão total da rota para apresentação em termos percentuais, sem o trecho da av. Pires Rabelo, que é comum a todas, os trechos com maiores desertificação para as rotas A, B e C foram respectivamente: 389,69m em 1,85 km, 388,49m em 1,5 km e 429,79m em 3,4 km. Para cruzamentos e interseções foram consideradas as interseções de ruas em cada quarteirão, incluindo os cruzamentos em T e entroncamentos.

Para “Garagens e estacionamentos”, foram considerados os comerciais por terem grande movimentação de veículos e estacionamentos laterais de carros em calçadas e ruas, visto que

oferecem riscos ao ciclista devido a pontos cegos e aberturas de portas. Quanto ao estacionamento lateral, exceto o trecho da av. Pires Rabelo, as estimativas foram: Rota A (Cônego de Vasconcelos) teve 934,12 m em 1,85 km de extensão (50,49%); Rota B (Barão de Capanema), 525,53 m em 1,5 km de extensão (35,04%) e Rota C (Tibagi), 1011,7 m em 3,40 km de extensão (29,76%). A Figura 49 mostra os estacionamentos laterais das rotas analisadas.

Figura 49 – Trechos com maior número de estacionamentos laterais



Fonte: Adaptado de *Google Maps* pela autora (2024).

Em “Pontos de ônibus” foram contabilizados somente os que estavam no mesmo lado da via que a rota, sendo assim aquelas que seguem por calçadas opostas a eles não tiveram esses pontos contabilizados.

5.2.2. Tráfego

A análise do tráfego é importante por estar intrinsecamente relacionado a segurança. Ele considera fatores que aumentam a possibilidade de acidentes de trânsito, tais como velocidade da via, volume de carros e presença de veículos pesados. Os dados coletados para as alternativas são apresentados no Quadro 14, a seguir. Eles consideram os trechos percorridos após a infraestrutura da av. Pires Rabelo, que possui velocidade máxima permitida de 20 km/h no seu 1,26 km de extensão.

Quadro 14 – Análise do tráfego nas alternativas de rotas

| | Rota A | Rota B | Rota C |
|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Velocidade | 30 km/h por 0,3 km | 40 km/h por 1,5 km | 40 km/h por 1,4 km* |
| | 40 km/h por 1,1 km | - | 60 km/h por 1,5 km |
| | 30 km/h por 0,55 km | - | 30 km/h por 0,55 km |
| Volume | Alto por 0,3 km | Baixo por 0,38 km | Médio por 1,4 km |
| | Médio por 1,1 km | Médio por 0,63 km | Alto por 1,5 km |
| | Alto por 0,55 km | Alto por 0,49 km | Alto por 0,50 km |
| Veículos Pesados** | Baixo por 1,10 km | Baixo por 0,38 km | Baixo 1,31 km |
| | Alto por 0,75 km | Médio por 0,63 km | ** |
| | | Alto por 0,48 km | Alto por 0,55 km |

*Trecho sem emplacamento de velocidade. Seguida a classificação do CTB. ** Desconsiderado o trecho que possui uma infraestrutura implantada e segregada do trânsito (1,47 km).

Legenda: A – Cônego de Vasconcelos; B – Barão de Capanema; C – Tibagi.

Fonte: Autora (2024).

Algumas ruas não possuíam sinalização de velocidade máxima permitida. O Código Brasileiro de Trânsito (CTB) determina a velocidade máxima das vias de acordo com as seguintes classificações: 80 km/h para vias de trânsito rápido; 60 km/h para vias arteriais; 40km/h para coletoras e 30 km/h para locais, quando não estiver discriminada em sinalização.

Segundo o cadastro do sistema viário, ao sair da av. Eng. Pires Rabelo, as três rotas seguem unicamente por ruas coletoras, passando por poucos trechos de ruas locais. A exceção é o percurso que segue pela rua Tibagi que, ao chegar na infraestrutura localizada na rua da Feira, apesar de ser uma via classificada como coletora, a velocidade máxima é de 60 km/h.

O volume do tráfego e presença de veículos pesados foram observados *in loco* em três dias da semana nos horários de pico de manhã e tarde para compará-los entre si com classificação qualitativa. A Rota A compartilha 544 m de trecho com vans do transporte

alternativo e 563 m com transporte alternativo e ônibus, sendo a última rua, o terminal de diversas linhas municipais e intermunicipais. A Rota B é trafegada principalmente por veículos de passeio, com trecho de 486 m compartilhado com rota de uma linha de ônibus e maior movimentação de carros que se direcionam a Avenida Brasil.

A Rota C tem apenas uma linha de van que trafega num trecho de 678 m em comum na Tibagi, por 1,46km da Rua da Feira/Francisco Real, trafegam ônibus, veículos e passeios e veículos pesados, mas esse trecho possui uma calçada compartilhada oposta às paradas de ônibus, por fim, a última rua com 433 m há transporte alternativo e ônibus com o terminal de diversas linhas municipais e intermunicipais.

5.2.3. Conforto

O critério “Conforto” agrupa variáveis relacionadas ao esforço físico, sendo assim, entende-se que a percepção de conforto é subjetiva e pode variar conforme o condicionamento, idade e gênero. Neste item, foram incluídas rotas contínuas e lineares com poucos aclives, de curta ou média distância. De acordo com essas premissas, as alternativas foram analisadas a partir do mesmo ponto de partida (Rua Pires Rabelo, altura do número 1100) e apresentaram as seguintes características (Tabela 7):

Tabela 7 – Análise do conforto nas alternativas de rotas

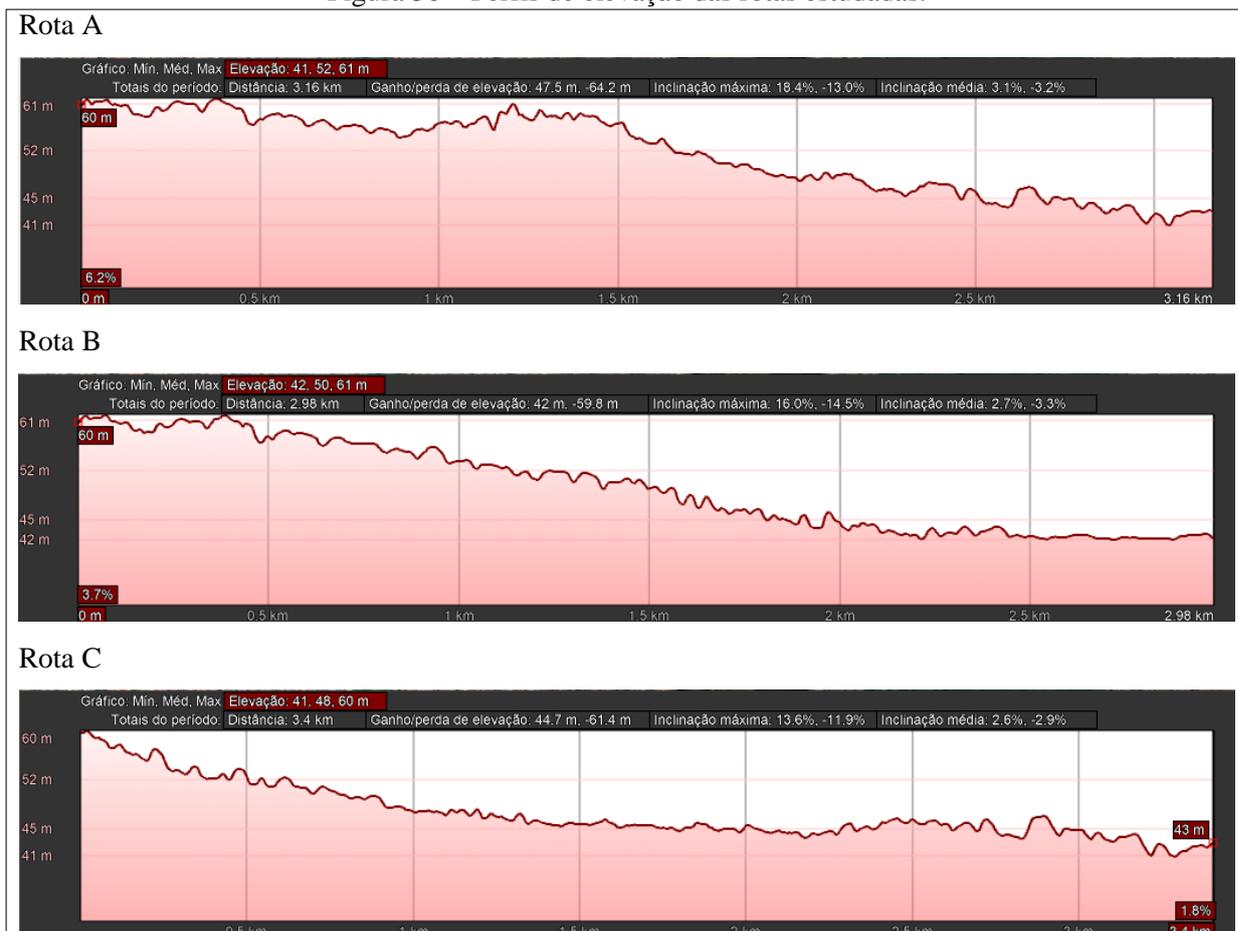
| Rotas | Relevo | Tempo | Continuidade | Linearidade |
|-------|-------------|--------|--------------|-------------|
| A | 3,1%. -3,2% | 11 min | 3 | 3,16 km |
| B | 2,7%. -3,3% | 11 min | 2 | 3,25 km |
| C | 2,6%. -2,9% | 12 min | 5 | 3,40 km |

Legenda: A – Cônego de Vasconcelos; B – Barão de Capanema; C – Tibagi.

Fonte: Autora (2024).

Para “Continuidade” foram contabilizados os semáforos e paradas obrigatórias. A coluna “Relevo” apresenta dados de aclives e declives com dados obtidos pelo *Google Earth*, os dados de “Tempo” e “Linearidade” foram extraídos do *Google Maps*. Ressalta-se que a rota B proposta pela Prefeitura não encerra na estação de Bangu, mas a 450 m de distância dela (essa distância foi inclusa nos dados de linearidade, considerando que este é o destino). A Figura 50, apresenta imagens dos perfis de elevação de cada rota:

Figura 50 – Perfis de elevação das rotas estudadas.



Fonte: Elaborado pela autora no *Google Earth* (2024).

Caetano (2022) recomenda que o aclave de rotas cicláveis não ultrapassem a média de 4%, todas as alternativas encontram-se dentro deste critério, sendo a Rota C (Tibagi) a de menor inclinação e a rota A (Cônego) a de maior. Apesar das distâncias percorridas nas rotas, com variação de 420 metros da mais curta para a mais longa, os tempos de trajeto são similares levando 11 ou 12 minutos para chegada ao destino.

5.2.4. Infraestrutura

O critério “Infraestrutura” engloba a qualidade do pavimento, iluminação, sinalização e largura das vias. Assim como outros critérios, ele também se interrelaciona com os demais, a qualidade do pavimento é importante, pois buracos nas vias podem causar acidentes ou danos à bicicleta do ciclista, além de oferecer maior conforto quando de boa qualidade; a iluminação, sinalização e largura da via adequadas oferecem maior sensação de segurança e a drenagem urbana bem dimensionada evita o alagamento de ruas e formação de poças.

A qualidade do pavimento foi medida qualitativamente de acordo com a presença relativa de fissuras, trincas, afundamentos, ondulações, desgastes, buracos e remendos ao longo da rota. Para “Drenagem urbana”, “Iluminação” foram contabilizados, respectivamente, bueiros e postes para calcular média por km. E em sinalizações foi observada a presença de sinalização cicloviária. A Tabela 8, a seguir, apresenta os dados coletados para os subcritérios.

Tabela 8 – Análise da infraestrutura nas alternativas de rotas

| Rotas | Pavimento (% de qualidade da rota) | Drenagem urbana (bueiro/km) | Iluminação (poste/km) | Sinalização (km de cicloviária) | Larg. média das vias (m) |
|-------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| A | 80% | 30,81 | 34,78 | 0,112 | 5,36 |
| B | 70% | 27,33 | 24,66 | 0 | 6,53 |
| C | 60% | 31,47 | 29,41 | 0,618 | 6,34 |

Legenda: A – Cônego de Vasconcelos; B – Barão de Capanema; C – Tibagi;
Fonte: Autora (2024).

Foram considerados os trechos excetuando-se a av. Pires Rabelo, sendo assim, a Rota A possui 64 postes e 57 bueiros em 1,85 km, com média de 34,78 postes e 30,81 bueiros por km. O trecho melhor iluminado é no Centro de Bangu, principalmente no decorrer da rua Francisco Real e da Silva Cardoso. A rota B possui 41 postes de iluminação pública e 37 bueiros em 1,5 km de extensão, resultando médias de 27,33 postes e 24,66 bueiros por km. A rota C, 100 postes e 107 bueiros em 3,4 km, com médias de 29,41 postes/km e 31,47 bueiros/km. As áreas mais iluminadas são ao longo da rua da Feira e no Centro de Bangu.

A sinalização destas vias é principalmente vertical, destinada a carros alertando sobre a passagem de pedestres, presença de escolas, paradas obrigatórias, sentido proibido e sinal semaforico. As únicas sinalizações horizontais foram faixas de pedestres e a pintura vermelha na calçada do trecho da rota C que passa pela rua da Feira, mas que devido à falta de manutenção, não está visível na maior parte da rota. Além disto, a rua Tibagi (na rota C) carece de informações sobre a velocidade máxima permitida e presença de escola.

Entretanto, o estudo visa a sinalização cicloviária. Como a Rota A, possui parte de seu trecho em uma infraestrutura pré-existente, parte da via é segregada do trânsito; A Rota B não possui nenhuma sinalização cicloviária e a Rota C, percorre um trecho maior da mesma infraestrutura que a Rota A. Do total de 1,45 km em que deveria haver sinalização horizontal, somente 617,84m do pavimento vermelho ainda são visíveis, mas carece de manutenção.

As larguras das vias foram identificadas por funcionalidade específica do *Google Maps*, em toda a extensão das rotas. A Rota A, teve como largura mínima 5,34m e máxima 11,50m em um trecho de mão dupla não segregado. A Rota B teve largura mínima de 5,48 e máxima de 7,08 m, enquanto a C teve mínima de 6,34 e máxima de 8,00m. Os trechos de máxima foram curtos, então assumiu-se como larguras oficiais os valores predominantes na extensão.

A Figura 51 traz imagens da infraestrutura atualmente disponível nas três alternativas. Ressalta-se que para implantação de uma via ciclável, devem ser feitas adaptações e melhorias, mas no modelo consideram-se as que menos necessitam de intervenções.

Figura 51 – Caracterização da infraestrutura das rotas analisadas.



Fonte: Autora (2024).

Na Rota A (Cônego de Vasconcelos), o cruzamento entre a av. Pires Rabelo e a rua Rangel Pestana possui arruamento apenas em paralelepípedo. Na rua Josino Tavares são

encontrados alguns buracos no pavimento asfaltado. Ao entrar na rua Cônego de Vasconcelos, percebe-se o desgaste do asfalto com algumas rachaduras e buracos, com partes que os moradores colocaram concreto para fechar. Há alguns remendos ao longo do lado direito da pista, reflexos de uma antiga obra de saneamento, que se estende até o cruzamento com a Rua Rio da Prata.

Na Rota B, ao longo da rua Barão de Capanema, são encontrados remendos de asfalto em todo o trajeto; rachaduras de pavimento antigo no trecho entre a av. Pires Rabelo e a rua Rio da Prata e, entre a rua Rio da Prata e a Rua da Feira, há afundamentos e abaloamentos no asfalto, no canto direito da via que surgiram após uma obra de saneamento.

A Rota C (Tibagi) também possui fissuras e remendos no asfalto, com trechos recortados que não foram reparados; há quebra-molas que foram feitos pelos próprios moradores e não amortecem o suficiente e a parte em que se conecta a infraestrutura existente na rua da Feira possui os problemas mencionados previamente.

5.2.5. Ambiente

No critério “Ambiente”, são considerados o tipo de uso de solo e arborização. De acordo com a Prefeitura do Rio de Janeiro (2022), todas as rotas estão classificadas com uso de solo residencial. A rota A passa por uma área de lazer e próxima a comércio (1,08 km de comércio); a rota B passa por duas áreas demarcadas como “educação” e próxima a um comércio (shopping) (917,16 m próximo a comércio).; a rota C, por área de lazer, duas áreas de educação, próximo a uma pequena favela e próximo a comércio (2,09 km de comércio).

Em relação à arborização, foi informado na descrição das rotas cicláveis existentes, que a infraestrutura da av. Eng. Pires Rabelo é totalmente arborizada, então, a Tabela 9 apresenta a porcentagem de arborização das alternativas de rota ao sair desta infraestrutura, detalhando a quilometragem total em cada trecho.

Tabela 9 – Arborização por trecho das rotas cicláveis

| Trecho | Rota A - Cônego | | | Rota B - Barão | Rota C - Tibagi | | |
|------------------|-------------------|--------------------------|------------------|----------------------|-----------------|----------------|------------------|
| | Josino Tavares | Cônego de Vasconcelos | Silva Cardoso | Barão de Capanema | Tibagi | R. da Feira | Silva Cardoso |
| Extensão (km) | 0,3 | 1,1 | 0,55 | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 0,55 |
| Arborização (%) | 40 | 10 | 60 | 100 | 50 | 10 | 60 |
| Total arborizado | | 0,56 km | | 1,5 km | | 1,18 km | |

Fonte: Autora (2024).

Os dados apresentados foram estimados pelo *Google Maps* na função *Street View* com medição dos trechos arborizados. Eles demonstram que a alternativa B (Barão de Capanema), é a rota mais arborizada, seguida pela alternativa C (Tibagi) e que a alternativa A, em último lugar, apresenta menos da metade de trecho de arborização que suas concorrentes. A Figura 52, a seguir, ilustra o estado arborização das três alternativas.

Figura 52 – Arborização nas rotas.



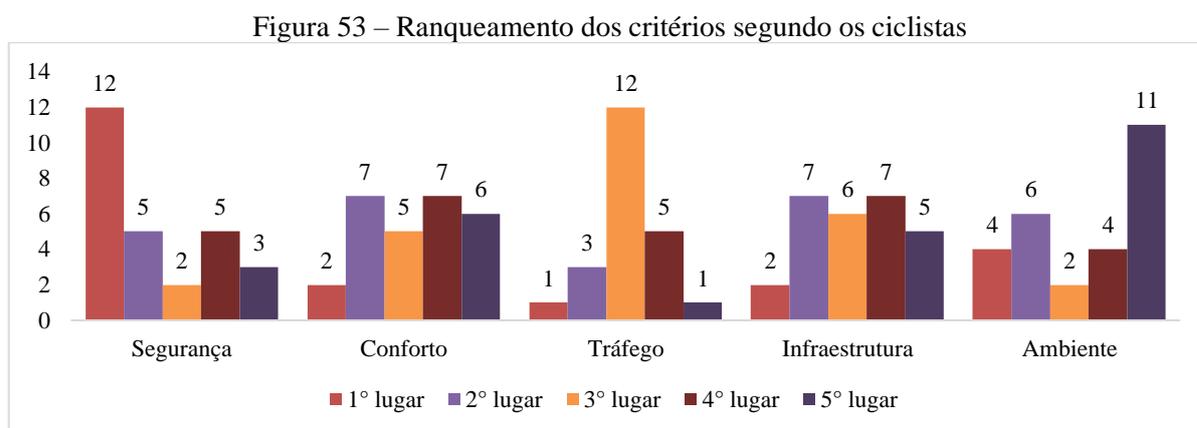
Fonte: Adaptado de *Google Maps* pela autora (2024).

Bangu é um bairro conhecido por altas temperaturas e pouca circulação de ventos. A presença de área verde auxilia no microclima local melhorando a qualidade ambiental proporcionando um passeio sombreado com maior conforto (Sousa, 2021).

5.3. COLETA, TRATAMENTO E PROCESSAMENTO DE DADOS

5.3.1. Entrada

No questionário distribuído aos ciclistas, foi solicitado que eles ranqueassem os atributos de “Segurança”, “Conforto”, “Tráfego”, “Infraestrutura” e “Ambiente”, de 1 a 5, de acordo com seu grau de importância. A Figura 53 apresenta a quantidade de votos recebidas por cada critério para que ocupasse determinada colocação no *ranking*.



Fonte: Autora (2024).

Para os ciclistas, a “Segurança” é o critério mais importante na escolha de uma rota, em 3º encontra-se o “Tráfego” e em 5º (último), o “Ambiente”. “Conforto” e “Infraestrutura” apresentaram as mesmas pontuações para 2º e 4º lugar. Nas notas atribuídas pelos cinco especialistas, todos concordaram que “Ambiente” é o último item hierarquicamente a ser considerado, porém quatro (80%) consideram “Infraestrutura” o critério mais decisivo na escolha da rota contra apenas um (20%) que considerou a segurança e três (60%) votaram que o tráfego ficaria em 3º lugar. Não houve consenso para “Conforto” e “Segurança” (vide Tabela 10).

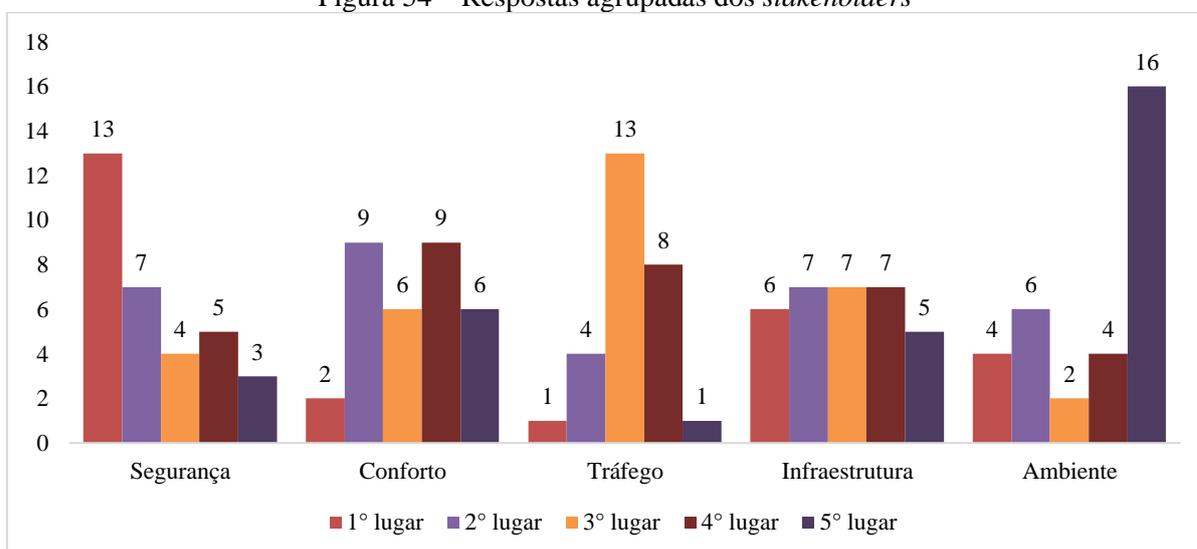
Tabela 10 – Ranqueamento dos critérios segundo os especialistas

| | Segurança | Conforto | Tráfego | Infraestrutura | Ambiente |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------|----------------|-----------|
| Especialista 1 | 3º | 2º | 4º | 1º | 5º |
| Especialista 2 | 3º | 4º | 2º | 1º | 5º |
| Especialista 3 | 2º | 3º | 4º | 1º | 5º |
| Especialista 4 | 1º | 2º | 4º | 3º | 5º |
| Especialista 5 | 2º | 4º | 3º | 1º | 5º |
| | Não conclusivo | Não conclusivo | 4º | 1º | 5º |

Fonte: Autora (2024).

Ao agrupar ambas as respostas, foi definido que os critérios apresentam a seguinte ordem de importância: “Segurança”, “Conforto”, “Tráfego”, “Infraestrutura” e “Ambiente”. Tanto “Conforto” quanto “Infraestrutura” tiveram a mesma quantidade de votos para 2º e 4º lugar. Ao acrescentar a resposta dos especialistas, conforto apresentou 9 votos para ambas as colocações enquanto “Infraestrutura” apresentou 7 para as mesmas colocações. Mas, como a quantidade de votos de conforto no 2º foi a maior quando comparada aos demais, foi a ele esta posição (vide Figura 54).

Figura 54 – Respostas agrupadas dos *stakeholders*



Fonte: Autora (2024).

A identificação da importância dos critérios é importante para determinação dos pesos no método AHP, servindo como dados de entrada que serão inseridos na normalização da matriz de julgamento de Saaty para classificação das alternativas e análise de consistência na etapa de processamento, detalhada na seção a seguir.

5.3.2. Julgamento dos critérios à luz do objetivo

Após as etapas de identificação dos critérios e subcritérios na literatura e análise da importância dada a eles pelos *stakeholders*, prosseguiu-se com a comparação par a par dos critérios à luz do objetivo. Nesta etapa, avalia-se a importância de um critério em relação a outro em uma matriz de julgamento com apoio da Escala Fundamental de Saaty (intensidade de 1 a 9), conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Matriz de julgamento dos critérios à luz do objetivo

| Critérios | Segurança | Conforto | Tráfego | Infraestrutura | Ambiente |
|-----------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------------|-----------------|
| Segurança | 1 | 3 | 3 | 5 | 7 |
| Conforto | 1/3 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| Tráfego | 1/3 | 1/3 | 1 | 2 | 5 |
| Infraestrutura | 1/5 | 1/2 | 1/2 | 1 | 3 |
| Ambiente | 1/7 | 1/3 | 1/5 | 1/3 | 1 |

Legenda: 1-Mesma importância, 3- Importância Moderada, 5- Alta importância, 7- Muito alta importância, 9- Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

A normalização da matriz de julgamento é feita por ponderação dos elementos, calculando-se a soma dos valores de cada coluna (2,0095; 5,3333; 7,70; 10,3333 e 19,00) e a divisão dos elementos das colunas pelo resultado encontrado. A Tabela 12 apresenta a matriz normalizada junto com a coluna de Prioridade Média Local (PML), vetor que revela a importância relativa (peso) de cada critério, e foi calculado pela média aritmética de cada linha.

Tabela 12 – Cálculo da Prioridade Média Local

| Critérios | Segurança | Conforto | Tráfego | Infraestrutura | Ambiente | PML |
|-----------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------------|-----------------|------------|
| Segurança | 0,4976 | 0,5625 | 0,3896 | 0,4839 | 0,3684 | 0,4604 |
| Conforto | 0,1659 | 0,1875 | 0,3896 | 0,1935 | 0,1579 | 0,2189 |
| Tráfego | 0,1659 | 0,0938 | 0,1299 | 0,1935 | 0,2632 | 0,1692 |
| Infraestrutura | 0,0995 | 0,0938 | 0,0649 | 0,0968 | 0,1579 | 0,1026 |
| Ambiente | 0,0711 | 0,0625 | 0,0260 | 0,0323 | 0,0526 | 0,0489 |

Fonte: Autora (2024).

A partir da PML, as prioridades identificadas foram: Segurança (46,04%), Conforto (21,89%), Tráfego (16,92%), Infraestrutura (10,26%) e Ambiente (4,89%). Ao julgar critérios e subcritérios, ainda não são calculadas Prioridades Globais, pois elas estão relacionadas às alternativas.

Os cálculos foram confrontados com os resultados da calculadora AHP online criada por Goepel (2022), sendo constatadas diferenças inferiores a 0,3% nas quatro primeiras colocações, mas isto está dentro da faixa prevista pelo criador. Após constatar que as diferenças nos cálculos estavam dentro do esperado, a calculadora foi utilizada para obter o valor de *Amáx* visto que é preciso verificar a consistência dos julgamentos por meio do cálculo da Razão da Consistência dos Julgamentos (quociente da divisão entre IC e RI).

O *Amáx* obtido foi de 5,284, sendo n igual a ordem 5 da matriz, logo, ao substituir as informações na fórmula (3) dada na metodologia de processamento AHP, têm-se que o índice de consistência (IC) é 0,071.

Considerando que o Índice Randômico (RI) para uma matriz de ordem 5 é 1,12, a Razão de Consistência resultante é 0,06339, inferior ao 0,10 preconizado por Ribeiro e Alves (2016), portanto, pode ser considerado consistente. Sendo assim, a seção a seguir dá prosseguimento à análise julgando os subcritérios à luz do critério a que estão relacionados, de acordo com a ordem de importância que estes receberam.

5.3.3. Julgamento dos subcritérios à luz dos critérios

O julgamento dos subcritérios segue o mesmo procedimento da seção anterior, sendo assim, a Tabela 13 apresenta a matriz de julgamento par a par com os pesos atribuídos pelos *stakeholders* aos subcritérios subordinados ao critério “Segurança”.

Tabela 13 – Matriz de julgamento dos subcritérios à luz do critério Segurança

| Subcritérios | Policimento | Desertificação | Cruzamentos e interseções | Garagens e estacionamentos | Pontos de ônibus |
|-----------------------------------|-------------|----------------|---------------------------|----------------------------|------------------|
| Policimento | 1 | 3 | 5 | 6 | 7 |
| Desertificação | 1/3 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| Cruzamentos e interseções | 1/5 | 1/2 | 1 | 3 | 4 |
| Garagens e estacionamentos | 1/6 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1 |
| Pontos de ônibus | 1/7 | 1/5 | 1/4 | 1 | 1 |

Legenda: 1-Mesma importância, 3- Importância Moderada, 5- Alta importância, 7- Muito alta importância, 9- Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

Na etapa seguinte foram feitas a matriz normalizada (divisão dos elementos da matriz pela soma de sua respectiva coluna) e os cálculos das médias aritméticas para encontrar a Prioridade Média Local (PML), cujos resultados estão disponíveis na Tabela 14, a seguir.

Tabela 14 – PML dos subcritérios de Segurança

| Subcritérios | Policciamento | Desertificação | Cruzamentos e interseções | Garagens e estacionamentos | Pontos de ônibus | PML |
|-----------------------------------|---------------|----------------|---------------------------|----------------------------|------------------|--------|
| Policciamento | 0,5426 | 0,5960 | 0,5825 | 0,4286 | 0,3889 | 0,5077 |
| Desertificação | 0,1809 | 0,1987 | 0,2330 | 0,2143 | 0,2778 | 0,2209 |
| Cruzamentos e interseções | 0,1085 | 0,0993 | 0,1165 | 0,2143 | 0,2222 | 0,1522 |
| Garagens e estacionamentos | 0,0904 | 0,0662 | 0,0388 | 0,0714 | 0,0556 | 0,0645 |
| Pontos de ônibus | 0,0775 | 0,0397 | 0,0291 | 0,0714 | 0,0556 | 0,0547 |

Fonte: Autora (2024).

No julgamento dos critérios, “Segurança” foi eleito o de maior peso, as Prioridades Médias Locais demonstram que, na opinião de ciclistas e especialistas, o Policiamento é o subcritério mais importante, com peso 50,77%. Os demais subcritérios seguem a ordem de prioridade: desertificação (22,09%), cruzamentos e interseções (15,22%), garagens e estacionamentos (6,45%) e pontos de ônibus (5,47%).

Para verificar se a atribuição de pesos foi consistente, calculou-se a Razão de Consistência, considerando *Amáx* 5.153 (Goepel, 2022). A divisão de IC 0,03825 por RI 1,12 (valor tabelado para matriz de ordem 5) resultou em 0,034, abaixo dos 0,1 recomendado pela teoria, sendo assim, o julgamento é consistente.

O critério “Conforto” ocupou a segunda colocação e envolve características como aclive, distância, continuidade e linearidade. Considerando a opinião das partes interessadas nas rotas cicláveis, a análise par a par das importâncias destes subcritérios resulta na seguinte matriz de julgamento (Tabela 15):

Tabela 15 – Matriz de julgamento dos subcritérios à luz do critério Conforto

| Subcritérios | Relevo | Tempo | Continuidade | Linearidade |
|---------------------|--------|-------|--------------|-------------|
| Relevo | 1 | 1/3 | 1/6 | 1/3 |
| Tempo | 3 | 1 | 1/5 | 1/5 |
| Continuidade | 6 | 5 | 1 | 5 |
| Linearidade | 3 | 2 | 1/5 | 1 |

Legenda: 1-Mesma importância, 3- Importância Moderada, 5- Alta importância, 7- Muito alta importância, 9- Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

As somas para cada coluna da matriz de julgamento foram 13; 8,3333; 1,5667 e 6,5333. Ao dividir cada elemento pelo resultado obtido em sua respectiva coluna, obteve-se a matriz normalizada. Após isso, calculou-se as médias aritméticas das linhas para encontrar as PMLs, detalhadas na Tabela 16.

Tabela 16 – PML dos subcritérios de Conforto

| Subcritérios | Relevo | Tempo | Continuidade | Linearidade | PML |
|---------------------|--------|--------|--------------|-------------|--------|
| Relevo | 0,0769 | 0,0400 | 0,1064 | 0,0510 | 0,0686 |
| Tempo | 0,2308 | 0,1200 | 0,1277 | 0,0306 | 0,1273 |
| Continuidade | 0,4615 | 0,6000 | 0,6383 | 0,7653 | 0,6163 |
| Linearidade | 0,2308 | 0,2400 | 0,1277 | 0,1531 | 0,1879 |

Fonte: Autora (2024).

Em relação ao “Conforto”, o peso da importância dos subcritérios para os interessados nas rotas cicláveis foram: continuidade (61,63%), linearidade (18,79%), tempo (12,73%) e relevo (6,86%). Ressalta-se que os percentuais calculados pela autora da pesquisa estão dentro da margem de erro considerada pelo criador da calculadora, com diferença inferior a 0,3%.

O valor máximo considerado dado por Goepel (2022) é de λ_{\max} 4,167, como a ordem da matriz é $n = 4$, o valor de IC corresponde a 0,5566. Para matrizes quadráticas de ordem 4, considera-se RI igual a 0,9. O quociente de IC/RI corresponde a Razão de Consistência 0,06185, como está abaixo de 0,1, o julgamento dos envolvidos foi considerado consistente.

Apesar de ser uma variável subjetiva, inerente a idade, gênero, condicionamento físico e outros, os respondentes mostraram quase unanimidade na escolha hierárquica dos subcritérios, com exceção do aclave, que apesar de ter maior número de votos na última colocação, as demais obtiveram valores bem aproximados.

Quanto ao critério “Tráfego”, sabe-se que este está intimamente relacionado à segurança pessoal do ciclista, visto que quanto maior a velocidade, volume de carros e veículos pesados, maior a possibilidade de ocorrer um acidente. No entanto, ele figura em terceiro lugar nos pesos atribuídos pelas partes interessadas.

A hipótese para que isso tenha ocorrido é que o ciclista se preocupa mais com a sensação de insegurança pública do que com o risco de um acidente. Esse fato foi refletido no questionário, onde 55,55% dos participantes colocaram “Policiamento” em primeiro lugar dentre todos os subcritérios disponíveis para “Segurança”, o que o fez ter o maior peso entre os demais do mesmo tipo (PML 50,77%).

A opinião dos ciclistas foi uniforme sobre o “Tráfego”, porém não houve consenso nas dos especialistas quanto à hierarquização, além de apresentar divergência em relação às dos ciclistas. Isto será tratado adiante na seção 5.4, porém é importante mencionar o impacto sobre os cálculos.

Ao considerar a opinião dos especialistas junto a dos ciclistas ou isoladamente, os cálculos retornam o julgamento como inconsistente. A teoria recomenda que o decisor refaça o julgamento nestes, no entanto, ao considerar a opinião apenas dos ciclistas (que é a maioria envolvida), o AHP considera procedente. O detalhamento é apresentado a partir da matriz de julgamento da Tabela 17, a seguir.

Tabela 17 – Matriz de julgamento dos subcritérios à luz do critério Tráfego

| Subcritérios | Velocidade | Volume | Veículos pesados |
|------------------|------------|--------|------------------|
| Velocidade | 1 | 1/2 | 1/4 |
| Volume | 2 | 1 | 1/3 |
| Veículos pesados | 4 | 3 | 1 |

Legenda: 1-Mesma importância, 3- Importância Moderada, 5- Alta importância, 7- Muito alta importância, 9- Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

As somas para cada coluna da matriz de julgamento são 7; 4,5 e 1,5833. Ao dividir cada elemento da matriz pelo resultado obtido em sua respectiva coluna, obtém-se a matriz normalizada. Após isso, são feitas as médias aritméticas das linhas para encontrar as PML, detalhadas na Tabela 18.

Tabela 18 – PML dos subcritérios de Tráfego

| Subcritérios | Velocidade | Volume | Veículos pesados | PML |
|------------------|------------|--------|------------------|--------|
| Velocidade | 0,1429 | 0,1111 | 0,1579 | 0,1373 |
| Volume | 0,2857 | 0,2222 | 0,2105 | 0,2395 |
| Veículos pesados | 0,5714 | 0,6667 | 0,6316 | 0,6232 |

Fonte: Autora (2024).

As Prioridades Médias Locais demonstram que, na opinião de ciclistas e especialistas, a ordem de importância dos subcritérios de “Tráfego” são: veículos pesados (62,32%), volume de carros (23,95%) e velocidade (13,73%). Com *Amás* informado por Goepel (2022) é 4,167 e $n = 3$, IC resultante é 0,5566. Considerando que o RI para matriz de ordem 3 é 0,58, a divisão

de IC/RI é 0,09597, logo a Razão de Consistência é inferior a 0,1 e o julgamento é considerado consistente.

Dentro do critério “Infraestrutura”, estão compreendidos os subcritérios: pavimento, drenagem urbana, iluminação, sinalização e largura das vias. A análise par a par da importância de cada um, resultou na matriz de julgamento da Tabela 19.

Tabela 19 – Matriz de julgamento dos subcritérios à luz do critério Infraestrutura

| Subcritérios | Pavimento | Drenagem urbana | Iluminação | Sinalização | Largura das vias |
|-------------------------|-----------|-----------------|------------|-------------|------------------|
| Pavimento | 1 | 5 | 3 | 3 | 7 |
| Drenagem urbana | 1/5 | 1 | 1/2 | 1/3 | 2 |
| Iluminação | 1/3 | 2 | 1 | 1/2 | 3 |
| Sinalização | 1/3 | 3 | 2 | 1 | 4 |
| Largura das vias | 1/7 | 1/2 | 1/3 | 1/4 | 1 |

Legenda: 1-Mesma importância, 3- Importância Moderada, 5- Alta importância, 7- Muito alta importância, 9- Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

As somas para cada coluna da matriz de julgamento são 2,0095; 11,50; 6,8333; 5,0833 e 17. Ao dividir cada elemento da matriz pelo resultado obtido em sua respectiva coluna, obtém-se a matriz normalizada. Após isso, são feitas as médias aritméticas das linhas para encontrar as PML, detalhadas na Tabela 20.

Tabela 20 – PML dos subcritérios de Infraestrutura

| Subcritérios | Pavimento | Drenagem urbana | Iluminação | Sinalização | Largura das vias | PML |
|-------------------------|-----------|-----------------|------------|-------------|------------------|--------|
| Pavimento | 0,4976 | 0,4348 | 0,4390 | 0,5902 | 0,4375 | 0,4904 |
| Drenagem urbana | 0,0995 | 0,0870 | 0,0732 | 0,0656 | 0,1250 | 0,0813 |
| Iluminação | 0,1659 | 0,1739 | 0,1463 | 0,0984 | 0,1875 | 0,1461 |
| Sinalização | 0,1659 | 0,2609 | 0,2927 | 0,1967 | 0,2500 | 0,2290 |
| Largura das vias | 0,0711 | 0,0435 | 0,0488 | 0,0492 | 0,0625 | 0,0531 |

Fonte: Autora (2024).

As Prioridades Médias Locais demonstram que, na opinião de ciclistas e especialistas, a ordem de importância dos subcritérios neste âmbito são: pavimento (49,04%), sinalização (22,9%), iluminação (14,61%), drenagem urbana (8,13%) e largura das vias (5,31%). Goepel (2022) informa $\lambda_{\max} = 5,074$, sendo $n = 5$, o IC resultante é 0,0185, quando dividido pelo RI tabelado para matrizes de ordem 5 (1,12), a Razão de Consistência é 0,016517. Por estar dentro dos parâmetros de 0.1, o julgamento do critério Infraestrutura é considerado consistente.

Em Ambiente, são considerados dois subcritérios: arborização e uso do solo, que de acordo com a opinião dos *stakeholders*, apresentaram as seguintes importâncias na seguinte matriz de julgamento (Tabela 21):

Tabela 21 – Matriz de julgamento dos subcritérios à luz do critério Ambiente

| Subcritérios | Arborização | Uso do Solo |
|--------------|-------------|-------------|
| Arborização | 1 | 3 |
| Uso do Solo | 1/3 | 1 |

Legenda: 1-Mesma importância, 3- Importância Moderada, 5- Alta importância, 7- Muito alta importância, 9- Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

As somas para cada coluna da matriz de julgamento são 1,3333 e 4. Ao dividir cada elemento da matriz pelo resultado obtido em sua respectiva coluna, obtém-se a matriz normalizada. Após isso, são feitas as médias aritméticas das linhas para encontrar as PML, detalhadas na Tabela 22.

Tabela 22 – PML dos subcritérios de Ambiente

| Subcritérios | Arborização | Uso do Solo | PML |
|--------------|-------------|-------------|--------|
| Arborização | 0,7500 | 0,7500 | 0,7500 |
| Uso do Solo | 0,2475 | 0,2500 | 0,2500 |

Fonte: Autora (2024).

As Prioridades Médias Locais demonstram que, na opinião de ciclistas e especialistas, a ordem de importância dos subcritérios neste âmbito são: arborização, com importância de 75% e uso do solo, com importância de 25%. Como o Índice Randômico de uma matriz de ordem 2 é 0, a de Razão de Consistência também será zero e o julgamento consistente.

O critério Ambiente ocupou a última colocação no *ranking* de prioridade dos *stakeholders*. Apesar disto, muitos critérios estão intrinsecamente interligados. Assim como foi o caso de “Tráfego” e “Infraestrutura” com “Segurança”, o “Ambiente” pode ser relacionado

ao “Conforto”, que ocupou a segunda colocação, pois a arborização diminui o impacto das altas sensações térmicas do bairro.

5.3.4. Julgamento das alternativas

No subcritério “Policimento” foram considerados os patrulhamentos e os riscos a que poderiam estar sujeitos os ciclistas, de acordo com a perspectiva dos policiais que atuam nos locais, desta forma, a matriz de julgamento das alternativas em relação a este subcritério é apresentada na Tabela 23, a seguir.

Tabela 23 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Policiamento

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|--------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 4 | 3 |
| Rota B | 1/4 | 1 | 1/3 |
| Rota C | 1/3 | 3 | 1 |

Legenda: 1- Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

A etapa seguinte compreende na normalização da matriz e no cálculo das prioridades médias locais obtidos, respectivamente, com a divisão dos elementos da matriz pelo somatório das colunas e pela média aritmética de cada linha após a normalização (Tabela 24).

Tabela 24 – PML das alternativas para o subcritério Policiamento

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,6316 | 0,5000 | 0,6923 | 0,6080 |
| Rota B | 0,1579 | 0,1250 | 0,0769 | 0,1199 |
| Rota C | 0,2105 | 0,3750 | 0,2308 | 0,2721 |

Fonte: Autora (2024).

Sendo assim, é possível inferir que, em termos de policiamento, as prioridades são: Rota A (60,80%), Rota C (27,21%) e Rota B (11,99%). Assumindo $\lambda_{máx} = 3,074$, conforme dado por Goepel (2022), e $n = 3$ devido a ordem da matriz, têm-se que o IC é igual a 0,037. O valor de RI tabelado para uma matriz ordem 3 é 0,58, desta forma, a divisão IC/RI é 0,06379. Como a Razão de Consistência é inferior a 0,1, o julgamento é consistente.

O subcritério “Desertificação” abrange tanto a passagem de carros quanto de pessoas pelo trajeto, quanto maior a desertificação da via, pior a opção de rota. Considerando os dados coletados da pesquisa, obteve-se a matriz de julgamento apresentada na Tabela 25, a seguir.

Tabela 25 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Desertificação

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|--------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 2 | 1/5 |
| Rota B | 1/2 | 1 | 1/4 |
| Rota C | 5 | 4 | 1 |

Legenda: 1- Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

A matriz normalizada obtida do quociente dos elementos da matriz de julgamento pelo somatório da coluna e os valores de PML (médias aritméticas) de cada rota são apresentados na Tabela 26.

Tabela 26 – PML das alternativas para o subcritério Desertificação

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,1538 | 0,2857 | 0,1379 | 0,1925 |
| Rota B | 0,0769 | 0,1429 | 0,1724 | 0,1307 |
| Rota C | 0,7692 | 0,5714 | 0,6897 | 0,6768 |

Fonte: Autora (2024).

Em relação à desertificação das ruas, as prioridades de rota são: Rota C (67,68%), Rota A (19,25%) e Rota C (13,07%). Considerando o valor de $\lambda_{\max} = 3,094$ (Goepel, 2022) e $n = 3$, o IC calculado é de 0,047. Assume-se que o RI tabelado para matriz ordem 3 é 0,58, desta forma, a Razão de Consistência resultante da divisão de IC por RI é 0,08103. Por ser inferior a 0,1, o julgamento é consistente.

Para o subcritério “Cruzamentos e Interseções” foram contabilizadas as interseções em cada quarteirão, os cruzamentos em X, em T e entroncamentos. A matriz de julgamento da Tabela 27 foi idealizada considerando que quanto menor a quantidade de cruzamentos e interseções, melhor a rota para o ciclista.

Tabela 27 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Cruzamentos e Interseções

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|---------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 1/4 | 4 |
| Rota B | 4 | 1 | 9 |
| Rota C | 1/4 | 1/9 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

A matriz normalizada é resultante da divisão dos elementos da matriz pelo somatório da sua respectiva coluna, em seguida, são calculadas as médias aritméticas de cada linha para obter o PML das rotas, conforme Tabela 28.

Tabela 28 – PML das alternativas para o subcritério Cruzamentos e Interseções

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,1905 | 0,1837 | 0,2857 | 0,2200 |
| Rota B | 0,7619 | 0,7347 | 0,6429 | 0,7132 |
| Rota C | 0,0476 | 0,0816 | 0,0714 | 0,0669 |

Fonte: Autora (2024).

Para o subcritério “Cruzamentos e Interseções”, as prioridades são: Rota B (71,32%), Rota A (22%) e Rota C (6,69%). Segundo Goepel (2022), λ_{\max} é 3,037 e $n = 3$ (matriz de ordem 3), logo, o IC resultante é 0,0185. Como o valor de RI estabelecido para matrizes desta ordem é 0,58, a divisão IC/RI retorna uma Razão de Consistência igual a 0,03189. O julgamento é considerado consistente por ser inferior a 0,1, de acordo com o que é recomendado na teoria.

Nas informações coletadas sobre “Garagens e Estacionamentos” foram analisados estacionamentos laterais (carros parados em ruas) e garagens comerciais. A rota A tem 50,49% de sua extensão ocupada principalmente por estacionamentos laterais; a rota B tem 35,03% de estacionamentos laterais e a rota C, 29,76% de extensão com estacionamentos laterais e garagens comerciais. Tais informações foram traduzidas para o AHP na matriz de julgamento da Tabela 29.

Tabela 29 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Garagens e Estacionamentos

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|---------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 1/5 | 1/7 |
| Rota B | 5 | 1 | 1/3 |
| Rota C | 7 | 3 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

Em seguida, as colunas foram somadas e cada elemento dividido pelo resultado encontrado a fim de obter a matriz normalizada, feito isto, foram calculadas as médias aritméticas das linhas para obter as prioridades médias locais. Tanto a matriz normalizada quanto os valores de PML podem ser visualizados na Tabela 30, a seguir.

Tabela 30 – PML das alternativas para o subcritério Garagens e Estacionamentos

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,0769 | 0,0476 | 0,0968 | 0,0738 |
| Rota B | 0,3846 | 0,2381 | 0,2258 | 0,2828 |
| Rota C | 0,5385 | 0,7143 | 0,6774 | 0,6434 |

Fonte: Autora (2024).

De acordo com os cálculos de PML, os desempenhos em “Garagens e Estacionamentos” foram: Rota C (64,34%), Rota B (28,28%) e Rota A (7,38%). O *Amáx* informado por Goepel (2022) é de 3,065, sendo $n = 3$, têm-se que o IC é igual a 0,0325. Para uma matriz de ordem 3, o valor de RI é 0,58, então a Razão de Consistência resultante da divisão IC/RI é 0,05603. Por ser inferior a 0,1, o julgamento é consistente.

Para o subcritério “Ponto de Ônibus” foram contabilizados somente os que ficariam no mesmo lado da via que os ciclistas trafegam. As rotas A e C tiveram quantidades similares nessas condições e a rota B possui menos do que as demais, logo, a matriz de julgamento das alternativas em relação a este subcritério pode ser visualizada na Tabela 31, a seguir.

Tabela 31 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Ponto de Ônibus

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|---------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 1/9 | 1 |
| Rota B | 9 | 1 | 9 |
| Rota C | 1 | 1/9 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

Em seguida, foi feito o somatório de cada coluna obtendo-se, respectivamente, 11; 1,2222 e 11. Os elementos da matriz foram divididos pelo somatório da coluna em que se encontram e após a normalização, foram feitas as médias aritméticas das linhas para encontrar os valores de PML, conforme disponível na Tabela 32.

Tabela 32 – PML das alternativas para o subcritério Ponto de Ônibus

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,0909 | 0,0909 | 0,0909 | 0,0909 |
| Rota B | 0,8182 | 0,8182 | 0,8182 | 0,8182 |
| Rota C | 0,0909 | 0,0909 | 0,0909 | 0,0909 |

Fonte: Autora (2024).

A prioridade a “Ponto de Ônibus” é a Rota B (81,82%), enquanto as rotas A e C empatam com 9,09%. Para calcular IC, Goepel (2022) informa $\lambda_{máx} = 3,000$, sendo $n = 3$, IC resultante é 0 e a Razão de Consistência (IC/RI) também é 0. O julgamento é considerado consistente por ser inferior a 0,1.

As velocidades permitidas nas vias foram segregadas por trechos. A Rota A possui trechos de 30 e 40 km/h, a Rota B é 40km/h em toda sua extensão e a C varia de 30 a 60km/h. Sendo assim, a matriz de julgamento para este subcritério pode ser visualizada na Tabela 33.

Tabela 33 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Velocidade

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|---------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 2 | 8 |
| Rota B | 1/2 | 1 | 5 |
| Rota C | 1/8 | 1/5 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

A matriz normalizada resultante da divisão dos elementos pelo somatório da coluna e os valores de média aritmética das linhas (PML) são apresentados na Tabela 34.

Tabela 34 – PML das alternativas para o subcritério Velocidade

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,6154 | 0,6250 | 0,5714 | 0,6039 |
| Rota B | 0,3077 | 0,3125 | 0,3571 | 0,3258 |
| Rota C | 0,0769 | 0,0625 | 0,0714 | 0,0703 |

Fonte: Autora (2024).

Os valores de PML resultantes apontam que as prioridades no subcritério velocidade são: Rota A (60,39%), Rota B (32,58%) e Rota C (7,03%). Segundo Goepel (2022), o valor de $\lambda_{máx}$ é 3,006, sendo $n = 3$ (ordem da matriz), têm-se que o IC é igual a 0,003. O valor de RI

tabelado para uma matriz ordem 3 é 0,58, a divisão IC/RI resulta em uma Razão de Consistência igual a 0,005172. Por ser inferior a 0,1, o julgamento é consistente.

No subcritério “Volume” (de tráfego), também foram analisados os trechos das rotas, observando-se as que ofereciam menor volume de carros por maior extensão. A matriz de julgamento das alternativas para este subcritério pode ser visualizada na Tabela 35, a seguir.

Tabela 35 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Volume

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|--------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 1/3 | 2 |
| Rota B | 3 | 1 | 4 |
| Rota C | 1/2 | 1/4 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

A matriz normalizada foi resultante do quociente dos elementos da matriz pelo somatório da coluna, em seguida, foram calculadas as médias aritméticas das linhas para obter os valores de PML conforme apresentados na Tabela 36.

Tabela 36 – PML das alternativas para o subcritério Volume

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,2222 | 0,2105 | 0,2857 | 0,2395 |
| Rota B | 0,6667 | 0,6316 | 0,5714 | 0,6232 |
| Rota C | 0,1111 | 0,1579 | 0,1429 | 0,1373 |

Fonte: Autora (2024).

Para o subcritério “Volume”, as prioridades são: Rota B (62,32%), Rota A (23,95%), Rota C (13,73%). Assumindo $\lambda_{\max} = 3,018$ (Goepel, 2022) e $n = 3$, têm-se que o IC é igual a 0,009. O valor de RI tabelado para uma matriz ordem 3 é 0,58, desta forma, a divisão IC/RI é 0,01551. Como a Razão de Consistência é inferior a 0,1, o julgamento é consistente.

A matriz de julgamento para o subcritério “Veículos Pesados” pode ser visualizada na Tabela 37, a seguir. Nela buscou-se considerar as rotas que ofereciam menor volume de veículos pesados por maior trecho.

Tabela 37 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Veículos Pesados

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|--------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 3 | 1/2 |
| Rota B | 1/3 | 1 | 1/4 |
| Rota C | 2 | 4 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

Os elementos da matriz foram divididos pelo somatório da coluna em que se encontram para obter a matriz normalizada, os valores de PML foram encontrados com as médias aritméticas das linhas. Ambos se encontram na Tabela 38, a seguir.

Tabela 38 – PML das alternativas para o subcritério Veículos Pesados

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,3000 | 0,3750 | 0,2857 | 0,3202 |
| Rota B | 0,1000 | 0,1250 | 0,1429 | 0,1226 |
| Rota C | 0,6000 | 0,5000 | 0,5714 | 0,5571 |

Fonte: Autora (2024).

Os PMLs retornam que as rotas prioritárias com menos veículos pesados são: Rota C (55,71%), Rota A (32,02%) e Rota B (12,26%). O *Amáx* dado por Goepel (2022) é 3,018, sendo $n = 3$, IC resultante é 0,009. Ao dividi-lo pelo valor tabelado de RI (0,58), encontra-se uma Razão de Consistência 0,01551. Por ser inferior a 0,1, o julgamento é consistente.

Quanto ao subcritério “Relevo”, a Rota A esteve dentro da faixa 3,1%. -3,2%, a Rota B 2,7%. -3,3% e a Rota C 2,6%. -2,9%. Logo, a matriz de julgamento para elas é apresentada na Tabela 39:

Tabela 39 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Relevo

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|--------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 1/3 | 1/5 |
| Rota B | 3 | 1 | 1/2 |
| Rota C | 5 | 2 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

As colunas foram somadas (9,000; 3,3333; 1,7000) e cada elemento da matriz de julgamento foi dividido pelo resultado, com isso, foi gerada a matriz normalizada. Os valores

de PML consistem nas médias aritméticas das linhas dessa matriz, conforme pode ser visualizado na Tabela 40.

Tabela 40 – PML das alternativas para o subcritério Relevo

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,1111 | 0,1000 | 0,1176 | 0,1096 |
| Rota B | 0,3333 | 0,3000 | 0,2941 | 0,3092 |
| Rota C | 0,5556 | 0,6000 | 0,5882 | 0,5813 |

Fonte: Autora (2024).

As prioridades referentes ao relevo são: Rota C (58,13%), Rota B (30,92%) e Rota A (10,96%). A etapa seguinte é calcular IC, RI e RC para verificar a consistência do julgamento, para isso, assume-se $Amáx = 3,004$ (Goepel, 2022) e $n = 3$, o que resulta em IC igual a 0,002. Com o valor de RI tabelado de 0,58, a Razão de Consistência (IC/RI) é igual a 0,0034. O julgamento é consistente devido a RC ser inferior a 0,1.

Em relação ao subcritério “Tempo”, as Rotas A e B tiveram o mesmo tempo de percurso e a Rota C, apenas 1 minuto a mais. A matriz de julgamento para este caso é apresentada na Tabela 41.

Tabela 41 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Tempo

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|---------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 1 | 2 |
| Rota B | 1 | 1 | 2 |
| Rota C | 1/2 | 1/2 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

A matriz normalizada e os valores de PML para “Tempo” podem ser encontrados na Tabela 42.

Tabela 42 – PML das alternativas para o subcritério Tempo

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,4000 | 0,4000 | 0,4000 | 0,4000 |
| Rota B | 0,4000 | 0,4000 | 0,4000 | 0,4000 |
| Rota C | 0,2000 | 0,2000 | 0,2000 | 0,2000 |

Fonte: Autora (2024).

Neste sentido, as Rotas A e B (40%) possuem a mesma importância, enquanto a Rota C (20%) ocupa o último lugar na prioridade. O valor de λ_{\max} informado por Goepel (2022) é 3,000, sendo $n = 3$, o IC resultante é 0 e a Razão de Consistência (IC/RI) também. Logo, julgamento é considerado consistente por ser inferior a 0,1.

O subcritério “Continuidade” abrange semáforos e paradas obrigatórias, quanto menor a quantidade de interrupções no trajeto, melhor a rota para o ciclista. O julgamento das alternativas à luz deste critério é demonstrado na Tabela 43, a seguir.

Tabela 43 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Continuidade

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|--------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 1/3 | 2 |
| Rota B | 3 | 1 | 4 |
| Rota C | 1/2 | 1/4 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

Para calcular os valores de PML, os elementos da matriz foram divididos pelo somatório da coluna em que se encontram para obter a matriz normalizada e depois foram calculadas as médias aritméticas das linhas conforme Tabela 44, a seguir.

Tabela 44 – PML das alternativas para o subcritério Continuidade

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,2222 | 0,1667 | 0,2857 | 0,2249 |
| Rota B | 0,6667 | 0,6667 | 0,5714 | 0,6349 |
| Rota C | 0,1111 | 0,1667 | 0,1429 | 0,1402 |

Fonte: Autora (2024).

Para o subcritério “Continuidade”, a PML indica que a ordem de importância é: Rota B (63,49%), Rota A (22,49%) e Rota C (14,02%). Para o cálculo de IC, assume-se $\lambda_{\max} = 3,018$ (Goepel, 2022) e $n = 3$, resultando em um valor igual a 0,009. O valor de RI para uma matriz ordem 3 é 0,58, assim, a divisão IC/RI é 0,01551. O julgamento pode ser considerado consistente visto que RC é inferior a 0,1.

As Rotas A e C tem diferença de apenas 1 parada entre elas. É possível fazer uma outra matriz de julgamento onde ambas tenham o mesmo peso, nesta outra possibilidade, elas teriam a mesma importância e o julgamento também poderia ser considerado procedente.

No subcritério “Linearidade”, a Rota A tem 90 m a menos que a Rota B e a Rota B tem 150 m a menos que a Rota C. Como a diferença entre as Rotas A e B não foi muito significativa, foi considerado que possuem o mesmo peso, porém, como a A tem 240 m a menos que a C, houve uma diferença moderada entre elas, de acordo com a matriz de julgamento apresentada na Tabela 45, a seguir.

Tabela 45 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Linearidade

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|---------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 1 | 3 |
| Rota B | 1 | 1 | 2 |
| Rota C | 1/3 | 1/2 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

A matriz normalizada e as prioridades médias locais calculados estão disponíveis na Tabela 46.

Tabela 46 – PML das alternativas para o subcritério Linearidade

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,4286 | 0,4000 | 0,5000 | 0,4429 |
| Rota B | 0,4286 | 0,4000 | 0,3333 | 0,3873 |
| Rota C | 0,1429 | 0,2000 | 0,1667 | 0,1698 |

Fonte: Autora (2024).

Em relação a “Linearidade”, as PML elencam como ordem de importância: Rota A (44,29%), Rota B (38,73%) e Rota C (16,98%). Goepel (2022) informa $\lambda_{\max} = 3,018$, como $n = 3$ (ordem da matriz), o IC resultante é igual a 0,009. Ao dividir o valor encontrado por $RI = 0,58$ (tabelado para matriz de ordem 3), encontra-se uma Razão de Consistência 0,01551. O julgamento é consistente, visto que este valor é inferior a 0,1.

Para o subcritério “Pavimento”, quanto menor a quantidade de irregularidades e necessidades de reparos, melhor a rota. A matriz de julgamento das alternativas em relação a este subcritério é apresentada na Tabela 47, a seguir.

Tabela 47 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Pavimento

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|---------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 2 | 3 |
| Rota B | 1/2 | 1 | 2 |
| Rota C | 1/3 | 1/2 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

A matriz normalizada resultante e valores de Prioridade Média Local são apresentados na Tabela 48, a seguir.

Tabela 48 – PML das alternativas para o subcritério Pavimento

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,5455 | 0,5714 | 0,5000 | 0,5390 |
| Rota B | 0,2727 | 0,2857 | 0,3333 | 0,2973 |
| Rota C | 0,1818 | 0,1429 | 0,1667 | 0,1638 |

Fonte: Autora (2024).

Os valores de PML indicam que as prioridades para o subcritério “Pavimento” são: Rota A (53,90%), Rota B (29,73%) e Rota C (16,38%). Com o valor de $\lambda_{\max} = 3,009$ (Goepel, 2022) e $n = 3$, o valor de IC calculado é igual a 0,0045. Como o RI tabelado para uma matriz ordem 3 é 0,58, a Razão de Consistência (IC/RI) é 0,00775. Como o valor é inferior a 0,1, o julgamento é consistente.

Para o subcritério “Drenagem Urbana” foram contabilizados os bueiros nas extensões das rotas. A matriz de julgamento originada a partir dos dados coletados pode ser visualizada na Tabela 49, a seguir.

Tabela 49 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Drenagem Urbana

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|---------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 2 | 1/2 |
| Rota B | 1/2 | 1 | 1/3 |
| Rota C | 2 | 3 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

Em seguida é feita a divisão dos elementos da matriz pelo somatório da coluna em que se encontram para obter a matriz normalizada, os valores de PML foram encontrados ao calcular as médias aritméticas das linhas (Tabela 50).

Tabela 50 – PML das alternativas para o subcritério Drenagem Urbana

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,2857 | 0,3333 | 0,2727 | 0,2973 |
| Rota B | 0,1429 | 0,1667 | 0,1818 | 0,1638 |
| Rota C | 0,5714 | 0,5000 | 0,5455 | 0,5390 |

Fonte: Autora (2024).

Para “Drenagem Urbana”, a ordem de prioridade é: Rota C (53,90%), Rota A (29,73%) e Rota B (16,38%). Goepel (2022) informa o valor de $\lambda_{\max} = 3,009$ sendo $n = 3$ devido a ordem da matriz, o resultado para IC é igual a 0,0045. Para matrizes de ordem 3, o valor convencional para RI é 0,58, logo ao dividir IC por RI, a Razão de Consistência equivale a 0,0077 e o julgamento pode ser considerado consistente por ser inferior a 0,1.

Quanto ao subcritério “Iluminação”, foram contabilizadas as luminárias públicas disponíveis por km, com a análise par a par, foi construída a seguinte matriz de julgamento (Tabela 51):

Tabela 51 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Iluminação

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|---------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 5 | 3 |
| Rota B | 1/5 | 1 | 1/2 |
| Rota C | 1/3 | 3 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

A matriz normalizada e os valores de Prioridade Média Local são apresentados na Tabela 52, a seguir.

Tabela 52 – PML das alternativas para o subcritério Iluminação

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,6522 | 0,5556 | 0,6667 | 0,6248 |
| Rota B | 0,1304 | 0,1111 | 0,1111 | 0,1176 |
| Rota C | 0,2174 | 0,3333 | 0,2222 | 0,2576 |

Fonte: Autora (2024).

As prioridades identificadas para iluminação segundo o cálculo de PML são: Rota A (62,48%), Rota C (25,76%) e Rota B (11,76%). Com $\lambda_{\max} = 3,039$ (Goepel, 2022) e $n = 3$, o valor de IC é igual a 0,0195. O RI para uma matriz de ordem 3 é 0,58, logo, ao IC por RI, a Razão de Consistência resultante é 0,0336. Por ser inferior a 0,1, o julgamento é considerado consistente.

A análise par a par do subcritério “Sinalização” pode ser visualizada na matriz de julgamento da Tabela 53, abaixo:

Tabela 53 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Sinalização

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|--------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 2 | 1/3 |
| Rota B | 1/2 | 1 | 1/5 |
| Rota C | 3 | 5 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

A Tabela 54, a seguir, apresenta a matriz normalizada e os valores de PML. Esses resultados foram obtidos dividindo os elementos da matriz de julgamento pelo somatório da coluna para obter a matriz normalizada e depois as médias aritméticas das linhas para os valores PML.

Tabela 54 – PML das alternativas para o subcritério Sinalização

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,2222 | 0,2500 | 0,2174 | 0,2299 |
| Rota B | 0,1111 | 0,1250 | 0,1304 | 0,1222 |
| Rota C | 0,6667 | 0,6250 | 0,6522 | 0,6479 |

Fonte: Autora (2024).

Em relação à desertificação das ruas, as prioridades de rota são: Rota C (64,79%), Rota A (22,99%) e Rota B (12,22%). Considerando o valor de $\lambda_{\max} = 3,005$ (Goepel, 2022) e $n = 3$, o IC calculado é de 0,0025. Assume-se que o RI tabelado para matriz ordem 3 é 0,58, desta forma, a Razão de Consistência resultante da divisão de IC por RI é 0,004310. Por ser inferior a 0,1, o julgamento é consistente.

Em relação ao subcritério “Largura das vias”, a Rota B é 19 cm mais larga que a Rota C, como a diferença é pequena, foi considerado como mesmo peso. A Rota A é 1,17 m menor que a Rota B, sendo uma diferença significativa. Ao fazer a análise par a par, foi construída a seguinte matriz de julgamento (Tabela 55):

Tabela 55 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Largura das vias

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|---------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 1/4 | 1/4 |
| Rota B | 4 | 1 | 1 |
| Rota C | 4 | 1 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

Para calcular os valores de PML, os elementos da matriz foram divididos pelo somatório da coluna em que se encontram para obter a matriz normalizada e depois foram calculadas as médias aritméticas das linhas conforme Tabela 56, a seguir.

Tabela 56 – PML das alternativas para o subcritério Largura das vias

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,1111 | 0,1111 | 0,1111 | 0,1111 |
| Rota B | 0,4444 | 0,4444 | 0,4444 | 0,4444 |
| Rota C | 0,4444 | 0,4444 | 0,4444 | 0,4444 |

Fonte: Autora (2024).

As prioridades obtidas com o cálculo de PML para “Largura das vias” foram: Rota B e C com 44,44% e Rota A com 11,11%. Assumindo $\lambda_{máx} = 3,000$ (Goepel, 2022) e $n = 3$, o IC resultante é 0, logo a Razão de Consistência também. Por ser inferior a 0,1, o julgamento é consistente.

Em relação ao subcritério “Arborização”, foi avaliado o percentual arborizado de cada rota. Com isso, foi possível fazer a análise par a par para construção da seguinte matriz de julgamento disponível na Tabela 57, a seguir.

Tabela 57 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Arborização

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|---------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 1/5 | 1/4 |
| Rota B | 5 | 1 | 2 |
| Rota C | 4 | 1/2 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

A matriz normalizada foi e os valores de PML podem ser visualizados na Tabela 58.

Tabela 58 – PML das alternativas para o subcritério Arborização

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,1000 | 0,1176 | 0,0769 | 0,0982 |
| Rota B | 0,5000 | 0,5882 | 0,6154 | 0,5679 |
| Rota C | 0,4000 | 0,2941 | 0,3077 | 0,3339 |

Fonte: Autora (2024).

Dados os valores de PML, as ordens de prioridades são: Rota B (56,79%), Rota C (33,39%) e Rota A (9,82%). Para este subcritério, Goepel (2022) informa $\lambda_{máx} = 3,025$, sendo $n = 3$, o valor calculado para IC é 0,0125. O valor de RI tabelado para uma matriz ordem 3 é 0,58, desta forma, a divisão IC/RI (Razão de Consistência) é 0,02155 e o julgamento é consistente por RC ser inferior a 0,1.

Em relação subcritério “Uso de Solo”, todas as rotas são residenciais, mas passam por algumas áreas de comércio, que são polos de origem e destino de viagem. Sendo assim, para construção da matriz de julgamento da Tabela 59, foram consideradas as extensões dessas áreas.

Tabela 59 – Matriz de julgamento das alternativas à luz do subcritério Uso do Solo

| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C |
|---------------|--------|--------|--------|
| Rota A | 1 | 2 | 1/5 |
| Rota B | 1/2 | 1 | 1/5 |
| Rota C | 5 | 5 | 1 |

Legenda: 1 - Mesma importância, 3 - Importância Moderada, 5 - Alta importância, 7 - Muito alta importância, 9 - Extrema importância (2,4,6,8 valores entre este intervalo).

Fonte: Autora (2024).

Ao somar as colunas e dividir por cada elemento obtém-se a matriz normalizada para então calcular a média aritmética das linhas resultando nos valores de PML, conforme Tabela 60.

Tabela 60 – PML das alternativas para o subcritério Uso do Solo

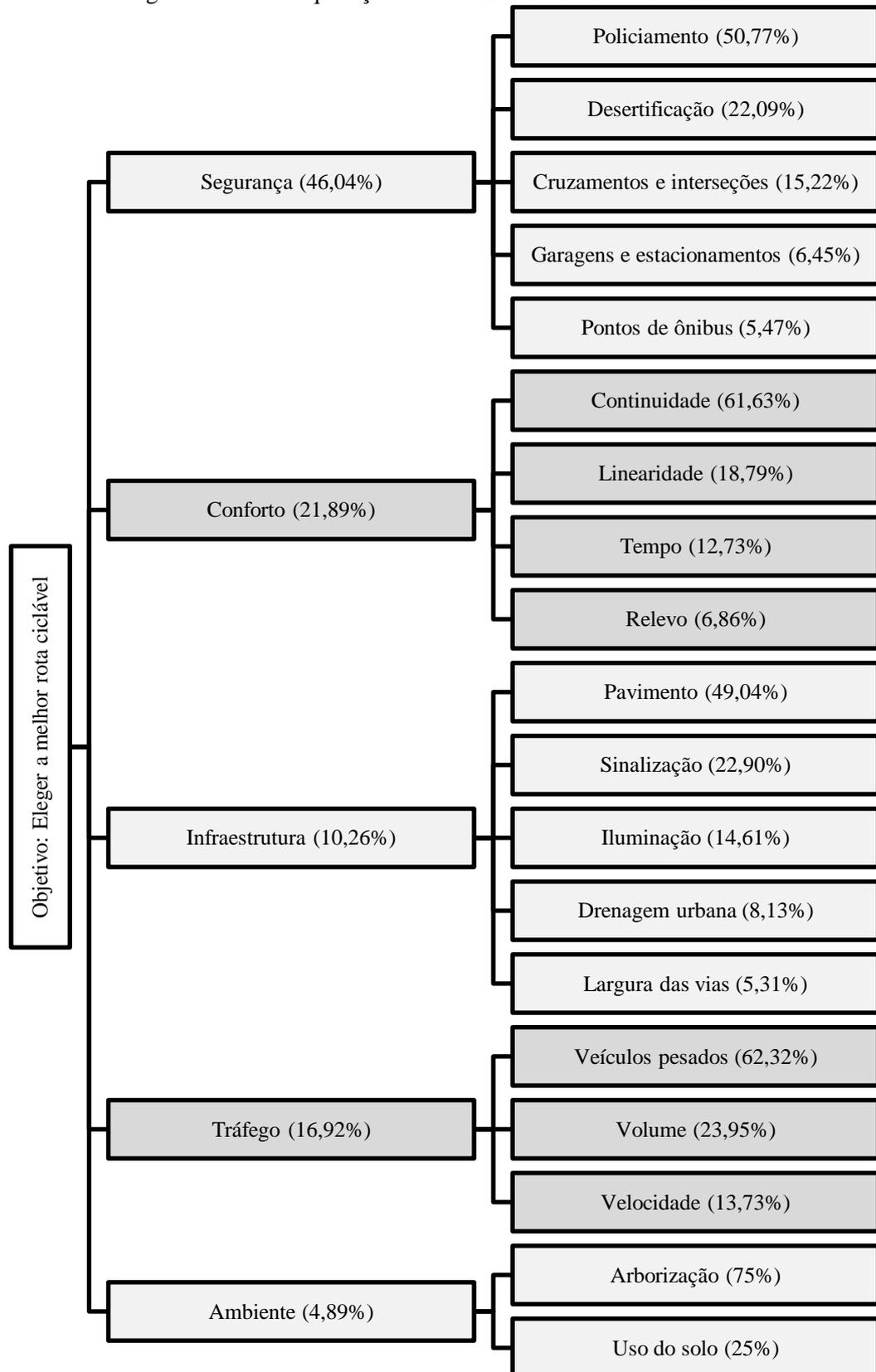
| Subcritérios | Rota A | Rota B | Rota C | PML |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Rota A | 0,1538 | 0,2500 | 0,1429 | 0,1822 |
| Rota B | 0,0769 | 0,1250 | 0,1429 | 0,1149 |
| Rota C | 0,7692 | 0,6250 | 0,7143 | 0,7028 |

Fonte: Autora (2024).

Sendo assim, é possível inferir que, os graus de prioridade são: Rota C (70,28%); Rota A (18,22%) e Rota B (18,22%). De acordo com Goepel (2022), o valor de $\lambda_{máx}$ é 3,054. Sendo $n = 3$, IC é 0,027. Ao dividir pelo valor tabelado de 0,58, a Razão de Consistência (IC/RI) resultante é 0,04655. O julgamento é considerado consistente por ser inferior a 0,1.

Ao analisar os critérios à luz dos objetivos e os subcritérios à luz dos critérios, obteve-se as prioridades atribuída a cada por especialistas e ciclistas tendo como dados de entrada as respostas dos questionários aplicados. A atribuição de peso e alcance do objetivo podem ser mais bem visualizados quando aplicados a uma hierarquia similar a pré-definida para o modelo AHP, conforme disponível no esquema da Figura 55, a seguir.

Figura 55 – Hierarquização com PML dos critérios e subcritérios



Fonte: Autora (2024)

5.4. ANÁLISE DA MELHOR ROTA CICLÁVEL

Identificados as PMLs no julgamento das alternativas, é preciso calcular as prioridades globais (PMG), que une as duas etapas supracitadas. São elas que relacionam a alternativa ao objetivo e, conforme detalhado no capítulo de metodologia para aplicação do AHP, é resultante do somatório das multiplicações do valor de cada PML pelo somatório de cada coluna, ou em outras palavras, o somatório dos produtos dos pesos das prioridades e dos pesos dos critérios.

Quando a estrutura hierárquica do AHP possui 3 níveis (critérios, subcritérios e alternativas), os subcritérios são ponderados com bases nos critérios e as alternativas nos subcritérios como foi realizado até o momento, tais valores foram resumidos e apresentados na Tabela 61, com destaque em negrito das alternativas que tiveram maior destaque nos subcritérios.

Tabela 61 – Síntese das PMLs das alternativas em relação aos subcritérios

| Peso dos critérios | Peso dos subcritérios | Peso das alternativas | | |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|
| | | Rota A | Rota B | Rota C |
| Segurança (0,4604) | Policimento (0,5077) | 0,6080 | 0,1199 | 0,2721 |
| | Desertificação (0,2209) | 0,1925 | 0,1307 | 0,6768 |
| | Cruzamentos e interseções (0,1522) | 0,2200 | 0,7132 | 0,0669 |
| | Garagens e estacionamentos (0,0645) | 0,0738 | 0,2828 | 0,6434 |
| | Ponto de ônibus (0,0547) | 0,0909 | 0,8182 | 0,0909 |
| Tráfego (0,2189) | Velocidade (0,1373) | 0,6039 | 0,3258 | 0,0703 |
| | Volume (0,2395) | 0,2395 | 0,6232 | 0,1373 |
| | Veículos pesados (0,6232) | 0,3202 | 0,1226 | 0,5571 |
| Conforto (0,1692) | Relevo (0,0686) | 0,1096 | 0,3092 | 0,5813 |
| | Tempo (0,1273) | 0,4000 | 0,4000 | 0,2000 |
| | Continuidade (0,6163) | 0,2249 | 0,6349 | 0,1402 |
| Infraestrutura (0,1026) | Linearidade (0,1879) | 0,4429 | 0,3873 | 0,1698 |
| | Pavimento (0,4904) | 0,5390 | 0,2973 | 0,1638 |
| | Drenagem urbana (0,0813) | 0,2973 | 0,1638 | 0,5390 |
| | Iluminação (0,1461) | 0,6248 | 0,1176 | 0,2576 |
| | Sinalização (0,2290) | 0,2299 | 0,1222 | 0,6479 |
| Ambiente (0,0489) | Largura das vias (0,0531) | 0,1111 | 0,4444 | 0,4444 |
| | Arborização (0,75) | 0,0982 | 0,5679 | 0,3339 |
| | Uso do solo (0,25) | 0,1822 | 0,1149 | 0,7028 |

Fonte: Autora (2024).

A partir dos dados acima, os produtos que retornam as prioridades locais das rotas são apresentados na Tabela 62, a seguir.

Tabela 62 – Cálculo das prioridades globais

| Alternativa | Prioridade global |
|-------------|--|
| Rota A | $(0,4604 \cdot 0,5077 \cdot 0,6080) + (0,4604 \cdot 0,2209 \cdot 0,1925) + (0,4604 \cdot 0,1522 \cdot 0,2200) +$ $(0,4604 \cdot 0,0645 \cdot 0,0738) + (0,4604 \cdot 0,0547 \cdot 0,0909) + (0,2189 \cdot 0,1373 \cdot 0,6039) +$ $(0,2189 \cdot 0,2395 \cdot 0,2395) + (0,2189 \cdot 0,6232 \cdot 0,3202) + (0,1692 \cdot 0,0686 \cdot 0,1096) +$ $(0,1692 \cdot 0,1273 \cdot 0,4000) + (0,1692 \cdot 0,6163 \cdot 0,2249) + (0,1692 \cdot 0,1879 \cdot 0,4429) +$ $(0,1026 \cdot 0,4904 \cdot 0,5390) + (0,1026 \cdot 0,0813 \cdot 0,2973) + (0,1026 \cdot 0,1461 \cdot 0,6248) +$ $(0,1026 \cdot 0,2290 \cdot 0,2299) + (0,1026 \cdot 0,0531 \cdot 0,1111) + (0,0489 \cdot 0,75 \cdot 0,0982) +$ $(0,0489 \cdot 0,25 \cdot 0,1822) = \mathbf{0,3542 \text{ ou } 35,42\%}$ |
| Rota B | $(0,4604 \cdot 0,5077 \cdot 0,1199) + (0,4604 \cdot 0,2209 \cdot 0,1307) + (0,4604 \cdot 0,1522 \cdot 0,7132) +$ $(0,4604 \cdot 0,0645 \cdot 0,2828) + (0,4604 \cdot 0,0547 \cdot 0,8182) + (0,2189 \cdot 0,1373 \cdot 0,3258) +$ $(0,2189 \cdot 0,2395 \cdot 0,6232) + (0,2189 \cdot 0,6232 \cdot 0,1226) + (0,1692 \cdot 0,0686 \cdot 0,3092) +$ $(0,1692 \cdot 0,1273 \cdot 0,4000) + (0,1692 \cdot 0,6163 \cdot 0,6349) + (0,1692 \cdot 0,1879 \cdot 0,3873) +$ $(0,1026 \cdot 0,4904 \cdot 0,2973) + (0,1026 \cdot 0,0813 \cdot 0,1638) + (0,1026 \cdot 0,1461 \cdot 0,1176) +$ $(0,1026 \cdot 0,2290 \cdot 0,1222) + (0,1026 \cdot 0,0531 \cdot 0,4444) + (0,0489 \cdot 0,75 \cdot 0,5679) +$ $(0,0489 \cdot 0,25 \cdot 0,1149) = \mathbf{0,3158 \text{ ou } 31,58\%}$ |
| Rota C | $(0,4604 \cdot 0,5077 \cdot 0,2721) + (0,4604 \cdot 0,2209 \cdot 0,6768) + (0,4604 \cdot 0,1522 \cdot 0,0669) +$ $(0,4604 \cdot 0,0645 \cdot 0,6434) + (0,4604 \cdot 0,0547 \cdot 0,0909) + (0,2189 \cdot 0,1373 \cdot 0,0703) +$ $(0,2189 \cdot 0,2395 \cdot 0,1373) + (0,2189 \cdot 0,6232 \cdot 0,5571) + (0,1692 \cdot 0,0686 \cdot 0,5813) +$ $(0,1692 \cdot 0,1273 \cdot 0,2000) + (0,1692 \cdot 0,6163 \cdot 0,1402) + (0,1692 \cdot 0,1879 \cdot 0,1698) +$ $(0,1026 \cdot 0,4904 \cdot 0,1638) + (0,1026 \cdot 0,0813 \cdot 0,5390) + (0,1026 \cdot 0,1461 \cdot 0,2576) +$ $(0,1026 \cdot 0,2290 \cdot 0,6479) + (0,1026 \cdot 0,0531 \cdot 0,4444) + (0,0489 \cdot 0,75 \cdot 0,3339) +$ $(0,0489 \cdot 0,25 \cdot 0,7028) = \mathbf{0,3300 \text{ ou } 33\%}$ |

Fonte: Autora (2024).

De acordo com os cálculos expostos, a rota que melhor atende aos critérios estabelecidos é a Rota A, com 35,42% de aderência aos critérios e subcritérios. Esta é a rota que foi proposta pela prefeitura da cidade e passa pela rua Cônego de Vasconcelos, sendo um trecho em sentido contrário ao tráfego. Ela obteve maior destaque em policiamento, velocidade da via, tempo, linearidade, pavimento e iluminação.

Em segundo lugar, com 33% de prioridade está a Rota C, que passa pela rua Tibagi ligando a infraestrutura da av. Pires Rabelo a infraestrutura da rua da Feira para que o ciclista possa chegar a estação ferroviária. Esta rota se destacou em desertificação, garagens e

estacionamentos, veículos pesados, relevo, drenagem urbana, sinalização, largura das vias e uso do solo. Em última colocação com 31,58% está a Rota B, proposta pela prefeitura, que passa pela Barão de Capanema até a av. Santa Cruz. Ela é a rota com menor quantidade de cruzamentos e interseções, menos pontos de ônibus, menor volume de carros. Também obteve destaque em tempo, continuidade, largura das vias e arborização.

Há duas hipóteses para proximidade dos valores: uma é a similaridade das rotas, que pouco se diferem entre si e outra é o tamanho amostral, uma vez que o número de *stakeholders* consultados serve para demonstração do funcionamento do modelo matemático AHP, mas não tem valor amostral significativo. Logo, para aplicação com maior margem de confiabilidade, é necessário o mínimo de 68 participantes, conforme previsto na seção 3.1.

5.5. DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS NA PERSPECTIVA DOS *STAKEHOLDERS*

Usuários de infraestruturas cicláveis e especialistas no planejamento podem ter perspectivas distintas sobre os principais pontos de impacto na escolha de uma rota, conforme foi constatado na aplicação dos questionários. Enquanto especialistas elencam como prioridade infraestrutura, conforto, segurança, tráfego e ambiente, os usuários consideram importantes segurança, conforto/infraestrutura, tráfego e ambiente.

A Segurança foi considerada o critério mais importante para os usuários, enquanto para especialistas recebeu a mesma quantidade de votos para ocupar tanto o 2º quanto o 3º lugar, ficando em 3º por eliminação ao contar o número de votos para cada subcritério por posição. No ranqueamento, ambas as partes atribuíram as mesmas posições de importância, conforme Tabela 63.

Tabela 63 – Comparação entre as opiniões de ciclistas e especialistas sobre Segurança

| Subcritérios | Ciclistas | Especialistas |
|------------------------------------|-----------|---------------|
| Policiamento | 1º | 1º |
| Desertificação | 2º | 2º |
| Cruzamento | 3º | 3º |
| Garagens e estacionamento laterais | 4º | 4º |
| Pontos de ônibus | 5º | 5º |

Fonte: Autora (2024).

Apesar dos subcritérios de segurança terem a mesma colocação para ciclistas e especialistas, a opinião dos especialistas não foi unificada quanto ao segundo lugar e cada

critério recebeu um voto. O desempate ocorreu por eliminação avaliando-se o total de votos dados por eles nas demais colocações.

Dos cinco critérios abordados no AHP, para os ciclistas o Tráfego ocuparia a 3º colocação e para os especialistas, a 4º. O único subcritério de Tráfego em que houve consenso entre ambas as partes no posicionamento foi o volume de carros da via, conforme apresentado na Tabela 64.

Tabela 64 – Comparação entre as opiniões de ciclistas e especialistas sobre Tráfego

| Subcritérios | Ciclistas | Especialistas |
|------------------|-----------|---------------|
| Velocidade | 3º | 1º |
| Volume | 2º | 2º |
| Veículos pesados | 1º | 3º |

Fonte: Autora (2024).

Enquanto 37% dos ciclistas participantes votaram que a presença de veículos pesados é o que mais impacta na escolha da rota, este subcritério ficou em 3º lugar na escolha dos especialistas, que deram o primeiro lugar para velocidade permitida da via. Como as vias da região de estudo possuem velocidades similares ou aproximadas, provavelmente, a diferença não seja percebida pelos ciclistas, que se preocupam mais com a presença dos veículos pesados. Enquanto isso, os especialistas possuem uma visão macro e não tem tanto conhecimento do território, o que pode explicar a diferença neste quesito.

Para os ciclistas, o critério Conforto empata com Infraestrutura com ambos recebendo a mesma quantidade de votos (7) para ocupar tanto a 2º quanto a 4º colocação, mas para os especialistas, o Conforto ocupa o 2º lugar, logo após a Infraestrutura. Em relação aos subcritérios, ambas as partes concordam que a continuidade da rota é o mais importante, mas atribuem importâncias diferentes aos demais, conforme Tabela 65.

Tabela 65 – Comparação entre as opiniões de ciclistas e especialistas sobre Conforto

| Subcritérios | Ciclistas | Especialistas |
|--------------|-----------|---------------|
| Relevo | 4º | 2º |
| Tempo | 3º | 4º |
| Continuidade | 1º | 1º |
| Linearidade | 2º | 3º |

Fonte: Autora (2024).

O Conforto é uma variável subjetiva e depende de fatores como idade, condicionamento físico e outros. A colocação do relevo em 4º lugar pelos usuários, possivelmente esteja associado ao perfil etário e condicionamento dos participantes, possivelmente, para idosos e pessoas com maior nível de dificuldade física, o relevo tenha maior importância. Como os especialistas tendem a ter um olhar mais holístico sobre a população, este subcritério ganha relevância para que possa atender a diferentes perfis.

Em relação ao critério Infraestrutura, no ranqueamento dos especialistas ele obteve o 1º lugar com 4 de 5 votos. No questionário dos ciclistas, assim como o critério “Conforto”, obteve a mesma quantidade de votos para ocupar tanto o 2º quanto o 4º lugar (7 votos para cada). Em relação aos subcritérios, os ciclistas tiveram opiniões bem definidas, mas não foi possível identificar as quatro primeiras colocações do ranqueamento dos especialistas, visto que não houve consenso nas prioridades entre eles (Tabela 66).

Tabela 66 – Comparação entre as opiniões de ciclistas e especialistas sobre Infraestrutura

| Subcritérios | Ciclistas | Especialistas |
|------------------|-----------|---------------|
| Pavimento | 1º | n/d |
| Drenagem urbana | 2º | 5º |
| Iluminação | 3º | n/d |
| Sinalização | 4º | n/d |
| Largura das vias | 5º | n/d |

Legenda: n/d – não definido.

Fonte: Autora (2024).

Na opinião dos ciclistas, o pavimento ganhou o primeiro lugar com 14 votos. Para os especialistas, o primeiro lugar foi disputado entre iluminação e largura das vias, cada um com dois votos. No segundo lugar houve empate entre pavimento e sinalização. Os subcritérios pavimento e largura das ruas também receberam dois votos cada para ocupar o terceiro lugar.

O critério “Ambiente” ocupou a última colocação para ambos, mas também não houve consenso entre as partes quanto aos subcritérios. Os ciclistas banguenses dão maior importância a arborização do que ao uso do solo, inversamente a opinião dos especialistas conforme apresentado na Tabela 67.

Tabela 67 – Comparação entre as opiniões de ciclistas e especialistas sobre Ambiente

| Subcritérios | Ciclistas | Especialistas |
|--------------|-----------|---------------|
| Arborização | 1° | 2° |
| Uso de solo | 2° | 1° |

Fonte: Autora (2024).

O conceito de uso de solo foi explicado no questionário dos ciclistas. A hipótese que possivelmente explica essa diferença é a característica do território estudado, que tem seu uso de solo residencial e é reconhecidamente um bairro de altas temperaturas, sendo assim, o tipo de uso não faz diferença para os ciclistas e sim se o trajeto possui ou não árvores para aliviar a sensação térmica. Enquanto isso, especialistas olham para o caráter técnico da disposição do solo, valorizando se é ou não de uso misto.

5.6. CONTRIBUIÇÕES PARA A ASSERTIVIDADE DE POLÍTICAS PÚBLICAS

A administração pública deve seguir o Princípio da Eficiência, ou seja, buscar resultados positivos que atendam às necessidades da sociedade. Uma gestão de projeto com qualidade deve garantir que os objetivos sejam alcançados e que estes resultados atendam às expectativas, para isto é preciso uma comunicação eficaz com *stakeholders* informados e engajados.

A exposição das semelhanças e diferenças de opiniões ressalta a importância do envolvimento de todas as partes interessadas no processo de decisão. Isso pode ser realizado por meio de consultas públicas, pesquisas de opinião e reuniões com a comunidade para que as possíveis diferenças sejam equalizadas, tendo em vista a melhor escolha para ambas as partes. Enquanto os usuários podem fornecer o conhecimento do território e compartilhar suas vivências na rua, os especialistas contribuem com os conhecimentos técnico-legislativo necessários para a implementação das rotas cicláveis.

O Plano Diretor e o Estatuto da Cidade garantem a ampla participação social nos espaços de decisão. O modelo AHP proposto permite conciliar as perspectivas da população às de outras partes interessadas, como especialistas de transportes e governo para eleger a melhor rota ciclável com base em critérios e subcritérios pré-definidos, com isso há otimização dos recursos que serão dispensados para tal fim. Além disto, há possibilidade de adaptá-lo a outros cenários, com diferentes variáveis.

6. CONCLUSÕES

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme exposto no decorrer da pesquisa, a cidade do Rio de Janeiro possui uma extensa rede cicloviária, sem integração a outros meios de transporte e com diversas desigualdades. A partir de um levantamento de infraestruturas pré-existentes no bairro de Bangu, foi identificado que a infraestrutura disponível na av. Pires Rabelo era a mais conservada da região, no entanto, não ligava a nenhuma área de interesse.

Em conformidade com os conceitos de *Transit Oriented Development* (TOD), sobre coordenar o uso do solo ao transporte público para captar mais usuários, o trabalho propôs-se a eleger a melhor rota ciclável para integrá-la à estação ferroviária com auxílio do método multicritério AHP, sendo 3 alternativas possíveis (A - Cônego, B – Barão de Capanema e C - Tibagi), das quais as duas primeiras são propostas de implantação da prefeitura da cidade e a terceira sugestão da autora para conectar suas infraestruturas existentes, além de ser um meio de chegar à estação ferroviária do bairro.

A estrutura hierárquica foi composta por 5 critérios (Segurança, Conforto, Tráfego, Infraestrutura e Ambiente) e 19 subcritérios coletados da literatura em mobilidade sustentável. Para atribuição dos pesos foram aplicados questionários a 5 especialistas em transportes e 27 ciclistas da área de estudo. O questionário aplicado aos *stakeholders* auxiliou não apenas na ponderação do modelo, como a identificar semelhanças e diferenças de perspectivas. Enquanto os especialistas possuíam um olhar mais técnico, dando maior importância a “Infraestrutura”, os ciclistas tinham um pensamento voltado para o território e uso do seu equipamento (bicicleta), se preocupando principalmente com a segurança pública.

Tal fato reforça o quão relevante é o envolvimento de todas as partes interessadas no processo de decisão, visto que possuem conhecimentos complementares. Usuários, de preferência pertencentes à população local, são a parte mais interessada como destinatários finais, possuem maior domínio do território e podem compartilhar suas vivências na rua e especialistas contribuem com conhecimento técnico-legislativo necessário para a implementação das rotas cicláveis.

O estudo das rotas considerou o estado atual das ruas, sem intervenções ou adaptações. Importante ressaltar que além de serem necessárias, é preciso também realizar manutenção nas infraestruturas previamente existentes, pois encontram-se em mau estado de conservação. Ao aplicar o método AHP, a Rota A (Cônego de Vasconcelos) atingiu a maior prioridade global,

ou seja, maior aderência ao objetivo proposto com 35,42% de prioridade, ela obteve maior relevância nos subcritérios policiamento, velocidade da via, tempo, linearidade, pavimento e iluminação. Em segundo lugar com 33% de prioridade ficou a Rota C (Tibagi), proposta pela autora e em último a Rota B, com 31,58% de prioridade.

A mobilidade urbana é um tema que envolve processos decisórios complexos e a metodologia multicritério permite a combinação de diferentes variáveis, conciliando possíveis conflitos de interesse de acordo com o tratamento dado a cada um desses critérios, favorecendo resultados mais assertivos, íntegros e transparentes.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como trabalho futuro, sugere-se consultar a opinião dos usuários de bicicleta sobre o uso e qualidade das estruturas cicloviárias existentes na região. Visto que foram constatadas inúmeras problemáticas nas infraestruturas e muitos dos ciclistas consultados desconheciam a existência de algumas delas devido à falta de pavimento vermelho e de via segregada na maior parte do percurso, principalmente a Infraestrutura 2, localizada na rua da Feira, que era a mais afetada e a mais desconhecida pela população.

Sugere-se também mapear as principais incongruências nas infraestruturas cicláveis com uso do georreferenciamento. Destaca-se que todas as infraestruturas da região foram implantadas sem consulta popular, o que não é recomendado uma vez que um projeto deste tipo deve envolver todas as partes interessadas, principalmente o usuário.

REFERÊNCIAS

- AGRANONIK, M.; HIRAKATA, V. N. **Cálculo de tamanho de amostra: proporções**. *Clinical & Biomedical Research*, [S.l.], v. 31, n. 3, nov. 2011. ISSN 2357-9730. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/hcpa/article/view/23574/15837> Acesso em 27 nov. 2020.
- ALVES, F. M. A.; ANDRADE, B. R. **A importância do estudo das diferenças de percepção entre ciclistas e aspirantes para o planejamento**. 20º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. IX INTRANS. Agência Nacional de Transportes Públicos – ANTP. Santos, 2015. Disponível em <http://www.antp.org.br/congresso-brasileiro-de-transporte-e-transito/20-congresso-brasileiro-de-transporte-e-transito/comunicacoes-tecnicas-programacao.html> Acesso em 22 Ago 2020.
- ANTP – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - Simob/ANTP: Relatório Geral 2017**. São Paulo, 2020. Disponível em <http://files.antp.org.br/simob/sistema-de-informacao-de-mobilidade-urbana-da-antp--2017.pdf> Acesso em 16 de agosto de 2020.
- AVELAR, F. B.; CARDOSO, L.; ALMEIDA, L. A. P.; OLIVEIRA, L. K.; BARROS, R. M.; DIAS, J. A.; LESSA, D. A.; LOBO, C. **A bicicleta como meio de transporte integrado a estações de metrô: o caso da estação Santa Tereza (Belo Horizonte/MG)**. 33º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET. Balneário Camboriú – SC, novembro, 2019, p. 3047- 3058.
- AZEVEDO, J. P. L. **Aplicação do método multicritério AHP com objetivo de suporte a tomada de decisão em gerência de portfólios**. 2019. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Sistemas de Informação, Quixadá, 2019. Disponível em http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/49765/1/2019_tcc_jplazevedo.pdf Acesso em 25 out 2020.
- BACCHIERI, G. ALUÍSIO J D BARROS, A. J. D.; SANTOS, J. V.; GONÇALVES, H.; GIGANTE, D. P. **Intervenção comunitária para prevenção de acidentes de trânsito entre trabalhadores ciclistas**. *Revista Saúde Pública*, v. 44, n. 5, 2010, p 867-76.
- BAGNASCHI, C. F. **Tomada de decisão em sistema de transporte urbano: uma análise multicritério**. 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Universidade Federal do Amazonas (UFAM), 2012. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/3541/4/Camila%20Bagnaschi.pdf> Acesso em 18 out 2020.
- BARBIERI, A. C.; INÁCIO, P. P. A.; LIMA, J. P. **Métodos de análise multicritério aplicados a transportes: uma revisão sistemática**. In: Anais [...]. [S.l.: s.n.], 2016. p. 2516–2527. Disponível em https://aprender.ead.unb.br/pluginfile.php/409390/mod_resource/content/3/1_264_AC_M%C3%89TODOS%20DE%20AN%C3%81LISE%20MULTICRIT%C3%89RIO%20APLICADO%20A%20TRANSPORTES.pdf Acesso em 25 out 2020.

BIKE RIO. **Aluguel de bicicletas Rio de Janeiro**. 2024. Disponível em <https://bikeitau.com.br/rio/> Acesso em 12 abr 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Vigência Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nºs 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nºs 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. [S. l.], 3 jan. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm. Acesso em: 16 de agosto de 2020.

BRASIL. **Emenda constitucional nº 90, de 15 de setembro de 2015**. Dá nova redação ao art. 6º da Constituição Federal, para introduzir o transporte como direito social. [S. l.], 16 set. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc90.htm. Acesso em: 16 ago. 2020.

BRITO, G. Q.; GOMES, L. B.; RODRIGUES, M. R.; LEITE, P. S. **Análise das percepções sobre a integração do sistema de bicicleta compartilhada com o transporte público por ônibus – estudo de caso: o Gynderbike**. 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET. Gramado - RS, novembro, 2018, p. 854-865.

CAETANO, M. H. T. **Avaliação da adequação geométrica de três ciclovias da cidade de Fortaleza**. 2022. 75 p. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará. Russos, 2022.

CAMPOS, P. A., RIBEIRO, C. R. **Avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia de contribuição da Represa de São Pedro – Juiz de Fora/MG**. 2020. 30 p. Trabalho de qualificação em engenharia ambiental e sanitária - Rede de Ensino Doctum. Juiz de Fora, 2020.

CARDOSO, P. B.; CAMPOS, V. B. G. **Metodologia para planejamento de um sistema cicloviário**. Revista Transportes v. 24, n. 4, 2016, p. 39-48.

CASTRO, C. M. S., BARBOSA, H. M.; OLIVEIRA, L. K. **Análise do potencial de integração da bicicleta com o transporte coletivo em Belo Horizonte**. Journal of Transport Literature, 2013, vol. 7, n. 2, pp. 146-170.

CASTRO, C. C.; KANASHIRO, M. **Mobilidade urbana sustentável: proposta de um sistema cicloviário para Londrina**. Cidades Verdes, v.03, n.08, 2015, pp. 49-63.

CARVALHO, J. W. **Proposta de implementação de novas ciclovias no Conselho de Loures em articulação com a rede de transporte público: Contributo para a sustentabilidade ambiental e valorização do turismo (património) no Município**. Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Universidade Nova de Lisboa. Mestrado. Portugal, 2016.

CHAPADEIRO, F. C.; ANTUNES, L. L. **A inserção da bicicleta como modo de transporte nas cidades**. Revista UFG / julho 2012 / Ano XIII nº 12.

CONTRAN - CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Volume 1: Sinalização vertical de Regulamentação**. Contran-Denatran, 2º edição - Brasília: Contran, 2007. 220p.

CONTRAN - CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Volume 2: Sinalização vertical de advertência**. Contran-Denatran, 1º edição - Brasília: Contran, 2007. 218p.

CONTRAN - CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Volume 4: Sinalização horizontal**. Contran-Denatran, 1º edição - Brasília: Contran, 2007. 128p.

CORREIA, L. F. M.; GALVES, M. L. **Apoio ao planejamento do transporte metropolitano sustentável**. Revista Transportes, v. 2, n. 1, 2019.

COSTA, T. B.; SIQUEIRA, M. F.; LIMA, R. C. C.; LOPES, A. S.; LOUREIRO, C. F. G. **Integração bicicleta-transporte público no contexto das grandes cidades brasileiras**. 33º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET. Balneário Camboriú – SC, novembro, 2019, p. 2853-2864.

DATA RIO. **Bicicletários**. 2018. Disponível em https://www.data.rio/datasets/55d5fde287144084ba9d0c17c3d99dad_0/data?geometry=-43.472%2C-22.879%2C-43.458%2C-22.875 Acesso em 25 out 2020.

DATA RIO. **Mapa das Áreas de Planejamento (AP) e Regiões Administrativas (RA) do Município do Rio de Janeiro**. Instituto Pereira Passos, 2019. Disponível em: <http://www.data.rio/datasets/3f105a10dcf7475eae69b2514b9d6262> Acesso em 03 set 2020.

DATA RIO. **Mapa digital das rotas cicloviárias do Rio de Janeiro**. Prefeitura do Rio de Janeiro, 2023. Disponível em <https://www.data.rio/apps/PCRJ::mapa-digital-das-rotas-cicloviarias-do-rio-de-janeiro-1/explore> Acesso em 16 abr 2024

DATA RIO. **Rede cicloviária implantada**. 2024. Disponível em <https://www.data.rio/datasets/PCRJ::rede-ciclovi%C3%A1ria-implantada/about> Acesso em 12 abr 2024.

DIAS, V. F. Q. **Instrumento para avaliar a qualidade de sistemas cicloviários**. 2017. 165 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2017.

DIAS, V. F. Q.; MAGAGNIN, R. C. **A percepção do ciclista em relação à infraestrutura cicloviária: estudo de caso da ciclofaixa da Avenida Comendador José da Silva Martha em Bauru**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 04, n. 27, 2016, pp. 01-13.

DINIZ, C. M. **A percepção da segurança cicloviária em cruzamentos urbanos não semaforizados**. 2019. 91 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2019.

DINIZ, C. M.; FERREIRA, M. A. G. **Avaliação da percepção de segurança em relação a presença de três tipos de infraestrutura cicloviária em cruzamentos não semaforizados**. Revista Transportes, Volume 28, Número 1, 2020.

DUARTE, C. D. **Mobilidade urbana sustentável: estudo sobre infraestrutura cicloviária em Jacarepaguá utilizando Sistema de Informações Geográficas**. 2021. 118 p. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) - Escola Politécnica/UFRJ. Rio de Janeiro, 2021.

FGV/CPS – CENTRO DE POLÍTICAS SOCIAIS DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **R\$ Renda per capita - População Total e Favelas Bairros - Rio de Janeiro**. 2020. Disponível em <https://cps.fgv.br/r-renda-capita-populacao-total-e-favelas-bairros-rio-de-janeiro> Acesso em 05 set 2020.

FILHO, I. M. S. **Grau de satisfação dos ciclistas noturnos em relação à infraestrutura na cidade de Fortaleza**. 2017. 62 f. Dissertação (Graduação em Administração) – Universidade Federal do Ceará (Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade). Fortaleza, 2017.

FREITAS, P. V. N.; SILVEIRA, J. A. R.; SILVA, G. J. A.; SILVA, D. C. **Mobilidade urbana sustentável: problemas e soluções**. Revista Científica ANAP Brasil, v. 8, n. 12, 2015, p. 01-17.

FREITAS, F. O. F.; TONETTI, E. L.; FARIA, G. G. **Mobilidade urbana sustentável: análise do sistema cicloviário na área urbana de Matinhos-PR**. Periódico eletrônico Fórum Ambiental da Alto Paulista, v. 15, n. 2, 2019.

FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER. **Governança e sustentabilidade nas cidades**. Cadernos Adenauer XV, nº 2. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, dezembro 2014.

GARCEZ, L. S.; MARTINS, M.; VIEIRA, P. S. **Conexão política em espaços urbanos: estudos etnográficos sobre atuações de parlamentares na cidade do Rio de Janeiro**. Ponto Urbe [Online], v.5, 2009. Disponível em <http://journals.openedition.org/pontourbe/1519> Acesso em 16 abr 2024

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6º ed. São Paulo: Atlas, 2017. 192 p.

GODOI, W. C. **Método de construção das matrizes de julgamento paritários no AHP – método do julgamento holístico**. Revista Gestão Industrial, v. 10, n. 3, 2014. DOI: 10.3895/S1808-04482014000300001

GOPEL, K. D. Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS). **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v. 10, n. 3, 2018, p. 469-487. Disponível em: <https://doi.org/10.13033/ijahp.v10i3.590> Acesso em 17 mai de 2024.

GUARNIERI, P. **Síntese dos Principais Critérios, Métodos e Subproblemas da Seleção de Fornecedores Multicritério**. Rev. adm. contemp. Curitiba, v. 19, n. 1, p. 1-25, fev. 2015. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac20151109>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico - Tabela 202: População residente, por sexo e situação de domicílio**. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/202#resultado> Acesso em 02 nov 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama Censo 2022**. 2024. Disponível em <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/indicadores.html?localidade=5300108&tema=1> Acesso em 16 abr 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama das cidades: Rio de Janeiro**. 2022. Disponível em <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/mapas.html?localidade=33> Acesso em 03 dez 2023.

ITDP - INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. **Política de mobilidade por bicicletas e rede cicloviária da cidade de São Paulo: Análise e Recomendações**. ITDP Brasil, novembro de 2015, 60 p. Disponível em <http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2016/03/Relatorio-Ciclovias-SP.pdf> Acesso em 23 Ago 2020.

ITDP – INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. **Guia de planejamento cicloinclusivo**. 2017. Disponível em <https://itdpbrasil.org/guia-cicloinclusivo/> Acesso em 25 ago. 20.

ITDP - INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. **Boletim #5: Estatísticas nacionais e políticas de mobilidade urbana**. ITDP Brasil, novembro de 2019, 23 p.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Mobilidade urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões**. Rio de Janeiro: Ipea, 2016.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Agenda 2030**. 2018. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/ods11>>. Acessado em: 11 abr 2023.

IPP - INSTITUTO PEREIRA PASSOS. **Anexo VI – Descrição e Mapas da Área de Planejamento**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4290214/4105682/06.AnexoVIDescricaoMapadaAreaPlanejamento5.pdf>>. Acesso: 15 abr 2024.

IPP - INSTITUTO PEREIRA PASSOS. **Índice de progresso social da cidade do Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://ips-rio-pcrj.hub.arcgis.com/pages/bangu> Acesso: 16 abr 2024.

LEÃO, R. M. N. **Percepção do transporte não motorizado (bicicletas) no município de Vitória–ES**. 2016. 183 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas e Naturais - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2016.

LEONESI, T.; TERAZZI, L. F. Identificação e hierarquização de critérios e subcritérios para seleção de fornecedores em uma concessionária de rodovias utilizando o método Analytic Hierarchy Process (AHP). **Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, 2020. Disponível em DOI: 10.31510/inf.v17i2.897 Acesso em 16 mai 2024.

LIMA, A. C.; INÁCIO, P. P. A.; LIMA, J. P. **Métodos de análise multicritério aplicados a transportes: uma revisão sistemática**. In: Anais XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Ouro Preto, 2016. Disponível em https://aprender.ead.unb.br/pluginfile.php/409390/mod_resource/content/3/1_264_AC_M%C

3%89TODOS%20DE%20AN%C3%81LISE%20MULTICRIT%C3%89RIO%20APLICADO S%20A%20TRANSPORTES.pdf Acesso em 18 out 2020.

MACIEL, A. B. L.; FREITAS, A. L. P. **Entendendo percepções, motivações e comportamentos dos ciclistas: um estudo exploratório.** XXI SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru, 2014.

MESQUITA, A. R.; SOUZA, T. D.; RIBEIRO, S. K.; MENINI, S. E.; ALMEIRA, I. M. **Critério para avaliar o nível de participação do transporte cicloviário em planos diretores e de mobilidade urbana.** 32º Congresso de pesquisa e ensino em transporte da ANPET, Gramado/RS, 2018.

MONARI, M. **Método para definição de rede de rotas cicláveis em áreas urbanas de cidades de pequeno porte: um estudo de caso para a cidade de Bariri-SP.** 2018. 206 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2018.

MONTEIRO, F. B.; CAMPOS, V. B. G. **Métodos de avaliação da qualidade dos espaços para ciclistas.** XXV ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Belo Horizonte, 2011.

MOTTA, R. A.; SILVA, P. C. M.; BRASIL, A. C. M. **Desafios da mobilidade sustentável no Brasil.** Revista dos Transportes Públicos - ANTP - Ano 34 - 2012 - 2º quadrimestre.

NASCIMENTO, L. G.; SANTOS, N. R. Z. **Percepção dos ciclistas em relação ao benefício do uso da bicicleta.** São Gabriel, RS. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre, 2015.

OLEKSZECHEN, N.; BATTISTON, M.; KUHNEN, A. **Uso da bicicleta como meio de transporte nos estudos pessoa-ambiente.** Desenvolv. Meio Ambiente, v. 36, p. 355-369, abr. 2016.

OLIVEIRA, G.; SILVA, A. N. R. **Desafios e perspectivas para avaliação e melhoria da mobilidade urbana sustentável: um estudo comparativo de municípios brasileiros.** Revista Transportes, v. 23, n. 1, 2015.

OLIVEIRA, V. A. R.; SALOMON, V. A. P. **Métodos de decisão multicritério aplicados a análise de indicadores de desempenho - um estudo bibliométrico.** IN: XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Joinville, 2017. Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_243_408_31111.pdf Acesso em 25 out 2020.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Global Outlook on Walking and Cycling.** UN Environment. Nairobi, 2016. Disponível em: <http://www.unep.org/Transport/SharetheRoad> Acesso em 06 de agosto de 2020.

PEDRO, N. S. **Atributos para seleção de rotas cicláveis: percepção dos ciclistas.** 2013. 118f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Regional e Urbano) – Departamento de Ciências Sociais Políticas e do Território - Universidade do Aveiro. Aveiro, 2013.

PEREIRA, M. P. **Diretrizes para definição de rotas cicláveis utilizando geotecnologias.** 2018. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

PICANÇO, M. F.; CALLIL, V. (org.) **Desafio: estudos de mobilidade por bicicleta 2** [livro eletrônico]. São Paulo: CEBRAP, 2019. Disponível em https://cebrap.org.br/wp-content/uploads/2019/07/DesafioMobilidade2_eBook.pdf Acesso em 05 set 2020

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. edição. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PROVIDELO, J. K.; SANCHES, S. P. 2010. **Análise fatorial da percepção sobre o uso da bicicleta. IV Congresso luso-brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado, sustentável.** Universidade do Algarve, Faro, Portugal, 2010. Pluris do IV Congresso luso-brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado, sustentável.

REZENDE, D. S.; DE ARO, E. R. **Análise dos indicadores de mobilidade urbana no programa de desenvolvimento institucional integrado – PDI: estudo dos municípios apoiados pelo TCE/MT.** Medius – Revista acadêmica do IMFT Primavera do Leste, 2019.

RIBEIRO, M. C. C. R.; ALVES, A. S. **Aplicação do método Analytic Hierarchy Process (AHP) com a mensuração absoluta num problema de seleção qualitativa.** Sistemas & Gestão, v. 11. N. 3, 2016, 270-281. <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2016.v11n3.988>

RICCARDI, J. C. R. **Ciclovias e Ciclofaixas: critérios para localização e implantação.** 2010. 79 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

RICIERI, M. G.; FONTENELE, H. B.; JUNIOR, C. A. P. S. **Percepção de cidadãos de uma cidade de médio porte em relação ao uso da bicicleta como modo de transporte.** Revista Eletrônica da Engenharia Civil, v. 13, n. 1, p. 283-296, 2017.

RIO DE JANEIRO. **Anexo técnico I: Informações sobre todas as áreas de planejamento. Coordenação Operacional de Atendimento de Emergências.** s/d. Disponível em <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1529762/DLFE-220205.pdf/1.0#:~:text=%C3%81REA%20DE%20PLANEJAMENTO%203.1%2C%203.2,habitantes%2C%20segundo%20o%20Censo%202000>. Acesso em 03 set 2020.

RIO DE JANEIRO. **Caderno de encargos para execução de projetos cicloviários.** 2014. Disponível em <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/91265/4124033/CADERNO.DE.ENCARGOS.FINAL.062014.pdf> Acesso em 23 ago. 2020.

RIO DE JANEIRO. **Mapa de bases.** s/d. Disponível em: <https://www.segurancapresente.rj.gov.br/bases> Acesso em 15 mai 2024.

RIO DE JANEIRO. **Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS).** Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/pmus/documentos> Acesso em 03 set 2020.

RIO DE JANEIRO. **Transparência da mobilidade**. 2020. Disponível em <http://www.rio.rj.gov.br/web/transparenciamobilidade> Acesso em 03 set 2020.

RIO DE JANEIRO. **Uso do solo**. 2022. Disponível em: <https://www.data.rio/apps/PCRJ::uso-do-solo-1/explore> Acesso em 16 mai 2024.

ROSSONI, C. F. **Decisão multicritério: uma pesquisa experimental para avaliação de percepção dos gestores de MPE acerca do modelo de tomada de decisão multicritério T-ODA quanto à sua aplicabilidade**. 2011. 260 f. Dissertação (Mestrado em administração) - Faculdade Campo Limpo Paulista - FACCAMP. Campo Limpo Paulista, 2011. Disponível em http://www.faccamp.br/new/arq/pdf/mestrado/Documentos/producao_discente/2011/02fevereiro/ClaudioFariasRossoni/dissertaCAO.pdf Acesso em 25 out 2020.

SÁ, C. C. V. **Bangu a identidade perdida? - memórias, heranças, valores e mudanças**. 2014. 39 p. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Política e Planejamento Urbano) - IPPUR/UFRJ. Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, M. M. **A bicicleta como meio de transporte e instrumento de lazer: um estudo da percepção de ciclistas acerca do uso da bicicleta em cidades do agreste de Pernambuco**. 2016. 10 f. Monografia (Graduação em Administração) – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Caruaru, 2016.

SANTOS, R. O. S. **Morbimortalidade de motociclistas, pedestres e ciclistas e percepção dos usuários do ambiente viário sobre segurança e mobilidade no trânsito de Campo Grande**. 2018. 57f. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (Mestrado em Saúde e Desenvolvimento). 2018.

SEABRA, L. O.; TACO, P. W. G.; DOMINGUEZ, E. M. **Sustentabilidade em transportes: do conceito às políticas públicas de mobilidade urbana**. Revista dos Transportes Públicos - ANTP - Ano 35 - 2013 - 2º quadrimestre.

SENNA, B. A. **Os princípios do TOD na linha troncal de ônibus da cidade de Palmas-TO: o projetado e o aplicado**. 2020. 104 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Desenvolvimento Regional, Palmas, 2020.

SILVA, A. L. B. **Análise multicritério para avaliação de rotas cicláveis integradas ao transporte público**. 2014. 207 f. Monografia (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola politécnica - Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, 2014.

SILVA, A. L. D. N. **Interseções rodociclovíarias: percepção de segurança dos usuários do modo ciclovitário**. 2014. 125f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014b.

SILVA, A. M. O. **Cyclin cities: Promoção da mobilidade ciclável com elo de ligação com a linha ferroviária e os transportes públicos coletivos urbanos**. 2019. 262 f. Monografia (Mestrado em Arquitetura - Especialização em Urbanismo) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019.

SILVA, F. M. S. **Mobile sharing: identificação e avaliação das funcionalidades principais de uma aplicação móvel**. 2019. 188f. Monografia (Mestrado em Multimedia) – Universidade do Porto, Porto, 2019.

SILVA, M. E. R. **Mobilidade Urbana: a percepção dos principais stakeholders do meio viário sobre o tráfego de ciclistas em calçadas**. 2017. 97 f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.

SILVEIRA, M. O. **Mobilidade Sustentável: A bicicleta como um meio de transporte integrado**. 2010. 155 p. Dissertação (mestrado em Engenharia de Transportes) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes.

SILVEIRA, M. O.; BALASSIANO, R.; MAIA, M. L. A. **A bicicleta como um modal de transporte integrado ao sistema de metrô da cidade de Recife**. XXV ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte. Belo Horizonte – MG, novembro, 2011, p. 454-465.

SMU – SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO. **Gerências de planejamento local**. Prefeitura do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em <http://www.rio.tj.gov.br/web/smu/exibeconteudo?id=4481419> Acesso em 03 set 2020.

SOUSA, I. C. N.; PENHA-SANCHES, S. **Fatores influentes na escolha de rota dos ciclistas**. Revista v. 45, n. 134, 2019, p. 31-52.

SOUSA, P. B. de. **Bangu caminhável**. 2021. 319 f. Trabalho Final de Graduação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

TISCHER, V. **Validação de sistema de parâmetros técnicos de mobilidade urbana aplicados para sistema cicloviário**. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), 2017 set./dez., v. 9, n. 3, 587-604.

TRANSPORTE ATIVO. **Novo Mapa Rio Metropolitano de Transportes**. 2018. Disponível em <http://transporteativo.org.br/ta/?p=12392> Acesso em 20 nov. 2020.

TRANSPORTE ATIVO. **Parceria Nacional pela Mobilidade por Bicicleta Pesquisa Perfil do Ciclista 2018**. Disponível em: <http://ta.org.br/perfil/ciclista18.pdf> Acesso em 05 set 2020.

TRANSPORTE ATIVO. **Parceria Nacional pela Mobilidade por Bicicleta Pesquisa Perfil do Ciclista 2015**. <http://www.ta.org.br/perfil/ciclista.pdf> Acesso em 05 set 2020.

TRONCOSO, L. D. M. **Ciclismo urbano: A perspectiva dos cicloativistas de São Paulo**. (Dissertação Mestrado em Ciências da Motricidade). 2017. 191 f. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro – Rio Claro, 2017.

TRONCOSO, L. D. M.; TORO-AREVALO, S. A.; PUTTINI, R. F. **A perspectiva do ciclismo urbano como sentido político em São Paulo, Brasil: experiências laborais na promoção da Bicicultura**. Retos, n. 36, 2019 (2º semestre).

VEGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 12° ed. São Paulo: Atlas, 2010.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE CONSULTA A CICLISTAS



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia Urbana-PEU



Politécnica
UFRJ



ESCOLA POLITÉCNICA TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O POTENCIAL DE INTEGRAÇÃO DA BICICLETA COM O TRANSPORTE PÚBLICO: uma avaliação por análise multicritério em área da Zona Oeste do RJ.

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que estudará as rotas cicloviárias em Bangu e os principais critérios usados pelos ciclistas na hora de escolher seu percurso, a fim de propor uma rota integrada ao transporte público. Sua atuação neste estudo consiste em compartilhar conosco, suas vivências no tema em questão. Esclarecemos que todo e qualquer material obtido durante as conversas, tais como: respostas de questionários, transcrições de diálogos, gravações (caso haja) de áudio e/ou vídeo, serão utilizadas apenas e exclusivamente para fins acadêmicos,

As informações obtidas neste estudo serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação, por ora da apresentação dos resultados em publicação científica ou educativa, uma vez que, os resultados serão apresentados como retrato de um grupo e não de pessoa específica. Você poderá se recusar de participar ou de responder a algumas das perguntas a qualquer momento, se esta for sua decisão, não havendo nenhum prejuízo pessoal. Sua participação está isenta de despesas.

Os resultados desta pesquisa servirão para a realização do projeto citado, de uma Dissertação de mestrado e/ou trabalhos a serem submetidos a eventos sobre o tema, visando alavancar na discussão e busca por propostas que um método para propor as melhores rotas cicláveis integradas ao transporte público, conectando infraestruturas já existentes em Bangu.

Sua participação voluntária é muito importante para nosso trabalho. Por favor, para continuar é necessário marcar a opção “SIM”, no campo a seguir.

“Declaro estar ciente das informações constantes neste “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”.

*

Sim, desejo continuar.

Contato com o(a) pesquisador(a) responsável: Jessica Venel Alves

Tel: (21) 97995-5039

e-mail: jessicavenel@poli.ufrj.br

Endereço: Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica, Av. Athos da Silveira Ramos, 149, CT- Bloco D – Térreo – Sala 108 – Cidade Universitária – Rio de Janeiro – RJ – Brasil, CEP:21941-909 – Caixa Postal 68536

“Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Programa de Engenharia Urbana (PEU) da UFRJ”: Tel e Fax - (0XX) 21- 3938-8060

E-Mail: secretaria.peu@poli.ufrj.br

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE CONSULTA A CICLISTAS (Continuação)

O POTENCIAL DE INTEGRAÇÃO DA BICICLETA COM O TRANSPORTE PÚBLICO: uma avaliação por análise multicritério em área da Zona Oeste do RJ

Este questionário foi realizado como requisito para conclusão da dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana pela UFRJ, ele busca identificar o perfil dos ciclistas da zona oeste e o quais critérios estas pessoas utilizam para escolher as rotas por onde andar. Agradeço desde já sua colaboração.

Parte 1 - Identificação do perfil do ciclista

Essa parte busca conhecer o perfil de quem usa bicicleta na zona oeste, como idade, gênero, escolaridade e outros.

Gênero: () Masculino () Feminino () Outro

Idade: () Até 14 anos () 15 a 19 anos () 20 a 29 anos () 30 a 39 anos () 40 a 49 anos () 50 a 59 anos () 60 anos ou mais

Nível de renda: () sem renda () até 1 salário- mínimo () de 1 a 2 salários-mínimos () de 2 a 3 salários-mínimos () de 3 a 4 salários-mínimos () mais de 4 salários-mínimos

Escolaridade: () sem instrução () Ensino Fundamental () Ensino Médio () Ensino Superior () Pós-Graduação

Com que frequência usa a bicicleta como meio de transporte?

() nunca () 1 a 2 vezes na semana () 3 a 4 vezes na semana () 4 a 5 vezes na semana () mais de 5 vezes na semana

Para quais destinos utiliza a bicicleta como meio de transporte?

- Trabalho Escola/Faculdade Estação de transporte Compras Lazer
 Esporte todos os anteriores

Há quanto tempo usa a bicicleta como meio de transporte?

- menos de 6 meses 6 meses a 1 ano 1 a 2 anos 2 a 3 anos 3 a 4 anos
 4 a 5 anos mais de 5 anos

Quais os motivos que te levam a usar bicicleta como meio de transporte? [pode selecionar mais de um]

- mais rápido mais barato saúde não tem ônibus direto para onde vou
 ônibus demora a vir flexibilidade de horário

Já sofreu algum acidente usando a bicicleta como meio de transporte?

- não sim, envolvendo carro ou moto sim, envolvendo a pista (Ex: buracos, quebra-molas, etc)

Parte 2 - Critérios importantes para definir a rota

Nessa parte vamos identificar o que é importante para você na hora de definir por onde ir de bicicleta e o peso de cada critério... segurança, trânsito, ambiente, etc. Por favor, **NÃO REPITA** as numerações, pois elas servem para comparar a importância entre um e outro.

Considerando os critérios a seguir e tudo o que está relacionado a eles, marque **SEM REPETIR**, os graus de importância de 1 a 5 que cada um tem na hora de escolher por onde ir de bicicleta (sendo 1 o mais importante e 5, o menos).

| Critérios | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| SEGURANÇA (policimento, rua menos deserta, menos cruzamentos, menos estacionamentos e menos pontos de ônibus) | | | | | |
| CONFORTO (menor tempo, menor distância, menos subida, continuidade da ciclovía) | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| TRÁFEGO (velocidade da via, volume de carros, presença de veículos pesados) | | | | | |
| INFRAESTRUTURA (asfalto, iluminação, sinalização, drenagem urbana, largura da rua) | | | | | |
| AMBIENTE (arborização, rua residencial/comercial/industrial) | | | | | |

Em relação a SEGURANÇA, coloque em ordem de 1 a 5 (sendo 1 o mais importante e 5, o menos), os atributos que você considera na hora de escolher por onde ir de bicicleta.

| SEGURANÇA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| Policiamento na rua | | | | | |
| Ruas menos desertas | | | | | |
| Menos cruzamentos e interseções de ruas | | | | | |
| Menos garagens e estacionamentos ao longo da rua | | | | | |
| Menos pontos de ônibus | | | | | |

Em relação a CONFORTO, coloque em ordem de 1 a 4 (sendo 1 o mais importante e 4, o menos), os atributos que você considera na hora de escolher por onde ir de bicicleta.

| CONFORTO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------------|---|---|---|---|
| Ruas com menos subidas | | | | |
| Menor tempo até o destino | | | | |
| Menor distância até o destino | | | | |
| Continuidade da ciclovia | | | | |

Em relação a TRÁFEGO, coloque em ordem de 1 a 3 (sendo 1 o mais importante e 3, o menos), os atributos que você considera na hora de escolher por onde ir de bicicleta.

| TRÁFEGO | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Velocidade permitida | | | |
| Volume de carros na rua | | | |
| Presença de veículos pesados (carreta, caminhão, etc) | | | |

Em relação a INFRAESTRUTURA, coloque em ordem de 1 a 5 (sendo 1 o mais importante e 5, o menos), os atributos que você considera na hora de escolher por onde ir de bicicleta.

| INFRAESTRUTURA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| Pavimento (asfalto liso, buracos, quebramola, etc) | | | | | |
| Drenagem urbana (ruas com bueiros, que não alagam) | | | | | |
| Iluminação | | | | | |
| Sinalização (placas para carros e bicicletas, semáforos) | | | | | |
| Largura das ruas | | | | | |

Em relação a AMBIENTE, coloque em ordem de 1 a 2 (sendo 1 o mais importante e 2, o menos), os atributos que você considera na hora de escolher por onde ir de bicicleta.

| AMBIENTE | 1 | 2 | 3 |
|--|---|---|---|
| Arborização (presença de árvores e mais sombras) | | | |
| Se a área é residencial, comercial ou industrial | | | |

Questionário finalizado.
Obrigada pela participação!!

APÊNDICE B – CONSULTA A ESPECIALISTAS EM TRANSPORTES

Prezado (a),

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que estudará as rotas cicloviárias em Bangu e os principais critérios usados pelos ciclistas na hora de escolher seu percurso, a fim de propor uma rota integrada ao transporte público. Sua atuação neste estudo consiste em compartilhar conosco, suas vivências no tema em questão. Esclarecemos que todo e qualquer material obtido durante as conversas, tais como: respostas de questionários, transcrições de diálogos, gravações (caso haja) de áudio e/ou vídeo, serão utilizadas apenas e exclusivamente para fins acadêmicos.

Agradeço sua disponibilidade para participar da pesquisa de dissertação de mestrado “O potencial de integração da bicicleta com o transporte público: uma avaliação por análise multicritério em área da Zona Oeste do RJ”. Complemento que se trata de uma pesquisa que estudará rotas cicloviárias em Bangu e os principais critérios usados pelos ciclistas para escolha do melhor percurso, e propor rota integrada ao transporte público.

Para identificação do perfil do participante, solicito, por gentileza, que preencha as informações abaixo.

| Formação (Graduação) | Titulação Máxima (Instituição) | Área de atuação | Tempo de atuação | Nível de conhecimento sobre transporte cicloviário |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------|--|
| | | | | () muito baixo () baixo () mediano () alto () muito alto |

Na literatura, a mobilidade sustentável apresenta alguns quesitos importantes sobre escolha de rotas cicláveis, onde alguns foram selecionados e agrupados no Quadro adiante, em “Critérios” e divididos nos respectivos “Subcritérios”. Para hierarquizar estas variáveis categóricas, peço sua ajuda para ponderar o grau de importância de cada um de acordo com o procedimento estabelecido adiante. Caso acredite que falta algum critério/subcritério relevante ou queira excluir algum, pode sinalizar no fim do documento.

Os Critérios (Segurança, Conforto, Tráfego, Infraestrutura, Ambiente) devem ser pontuados de 0 a 100, segundo sua relevância, sendo 100 o valor total máximo da soma de todas as pontuações. O valor atribuído a cada critério deve ser distribuído aos subcritérios de forma que cada um pontue de 0 a 10 e não haja repetição de notas em um mesmo critério.

Exemplo:

- Sendo a distribuição dos 100 pontos entre critérios: 27 para Tráfego, 26 para Infraestrutura, 19 para Conforto, 16 para Segurança e 12 para Ambiente;
- Os 27 do Tráfego serão distribuídos entre velocidade, volume e veículos pesados, de forma que recebam entre 0 a 10 pontos cada, sem repetir pontuação. Como, por exemplo: 10 pontos para velocidade, 9.5 para veículos pesados e 7.5 para volume.

Qual a importância de cada um dos fatores listados abaixo para a definição do traçado de uma rota ciclável em área urbana?

| Critérios | Hierarquia (0-100) | Subcritérios | Hierarquia (0-10) |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Segurança (pública e pessoal) | | (+) Policiamento | |
| | | (-) Vias desertas | |
| | | (-) Cruzamentos e interseções | |
| | | (-) Garagens e estacionamentos | |
| | | (-) Pontos de ônibus | |
| Conforto | | (-) Aclive | |
| | | (-) Tempo até o destino | |
| | | (+) Continuidade da via | |
| | | (+) Linearidade (menor distância) | |
| Tráfego | | (-) Velocidade | |
| | | (-) Volume | |
| | | (-) Veículos pesados | |
| Infraestrutura | | (+) Qualidade do pavimento | |
| | | (+) Drenagem urbana | |
| | | (+) Iluminação | |
| | | (+) Sinalização | |
| | | (+) Largura das vias | |
| Ambiente | | (+) Arborização | |
| | | Uso do solo (tipo) | |

Legenda: + quanto mais, melhor; - quanto menos, melhor.

APÊNDICE C – INSTRUMENTO DE CONSULTA A POLICIAIS



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia Urbana-PEU



Politécnica
UFRJ



ESCOLA POLITÉCNICA TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O POTENCIAL DE INTEGRAÇÃO DA BICICLETA COM O TRANSPORTE PÚBLICO: uma avaliação por análise multicritério em área da Zona Oeste do RJ.

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que estudará as rotas cicloviárias em Bangu e os principais critérios usados pelos ciclistas na hora de escolher seu percurso, a fim de propor uma rota integrada ao transporte público. Sua atuação neste estudo consiste em compartilhar conosco, suas vivências no tema em questão. Esclarecemos que todo e qualquer material obtido durante as conversas, tais como: respostas de questionários, transcrições de diálogos, gravações (caso haja) de áudio e/ou vídeo, serão utilizadas apenas e exclusivamente para fins acadêmicos,

As informações obtidas neste estudo serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação, por ora da apresentação dos resultados em publicação científica ou educativa, uma vez que, os resultados serão apresentados como retrato de um grupo e não de pessoa específica. Você poderá se recusar de participar ou de responder a algumas das perguntas a qualquer momento, se esta for sua decisão, não havendo nenhum prejuízo pessoal. Sua participação está isenta de despesas.

Os resultados desta pesquisa servirão para a realização do projeto citado, de uma Dissertação de mestrado e/ou trabalhos a serem submetidos a eventos sobre o tema, visando alavancar na discussão e busca por propostas que um método para propor as melhores rotas cicláveis integradas ao transporte público, conectando infraestruturas já existentes em Bangu.

Sua participação voluntária é muito importante para nosso trabalho. Por favor, para continuar é necessário marcar a opção “SIM”, no campo a seguir.

“Declaro estar ciente das informações constantes neste “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”.

*

Sim, desejo continuar.

Contato com o(a) pesquisador(a) responsável: Jessica Venel Alves

Tel: (21) 97995-5039

e-mail: jessicavenel@poli.ufrj.br

Endereço: Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica, Av. Athos da Silveira Ramos, 149, CT- Bloco D – Térreo – Sala 108 – Cidade Universitária – Rio de Janeiro – RJ – Brasil, CEP:21941-909 – Caixa Postal 68536

“Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Programa de Engenharia Urbana (PEU) da UFRJ”: Tel e Fax - (0XX) 21- 3938-8060

E-Mail: secretaria.peu@poli.ufrj.br

APÊNDICE C – INSTRUMENTO DE CONSULTA A POLICIAIS (Continuação)

SEGURANÇA NAS ROTAS CICLÁVEIS

Este questionário é complementar a pesquisa de mestrado "O POTENCIAL DE INTEGRAÇÃO DA BICICLETA COM O TRANSPORTE PÚBLICO: uma avaliação por análise multicritério em área da Zona Oeste do RJ" e tem por objetivo averiguar o grau de segurança das rotas cicláveis.

E-mail* [insira um e-mail válido]

Você trabalha(ou) no Bangu Presente? () sim () não

Marque as regiões banguenses que você conhece:

- () Rua Tibagi
- () Rua da Feira
- () Rua Barão de Capanema
- () Rua Cônego de Vasconcelos
- () Rua Silva Cardoso

Dentre os trajetos para andar de bicicleta, quais você consideraria mais seguro para o ciclista? (em termos de segurança pública)

- () Av. Engenheiro Pires Rabelo - Rua Tibagi - Rua da Feira - Rua Silva Cardoso
- () Av. Engenheiro Pires Rabelo - Rua Barão de Capanema
- () Av. Engenheiro Pires Rabelo - Rua Cônego de Vasconcelos - Rua Silva Cardoso

Qual o mais inseguro/perigoso?

- () Av. Engenheiro Pires Rabelo - Rua Tibagi - Rua da Feira - Rua Silva Cardoso
- () Av. Engenheiro Pires Rabelo - Rua Barão de Capanema
- () Av. Engenheiro Pires Rabelo - Rua Cônego de Vasconcelos - Rua Silva Cardoso

Quanto risco cada trajeto oferece ao ciclista? (só colocar o número na opção que achar adequada)

Cônego - Silva Cardoso: () Baixo risco () Baixo para médio risco () Médio risco () Médio para alto risco () Alto risco () Altíssimo risco

Barão de Capanema: () Baixo risco () Baixo para médio risco () Médio risco () Médio para alto risco () Alto risco () Altíssimo risco

Tibagi - Rua da Feira - Silva Cardoso: () Baixo risco () Baixo para médio risco () Médio risco () Médio para alto risco () Alto risco () Altíssimo risco

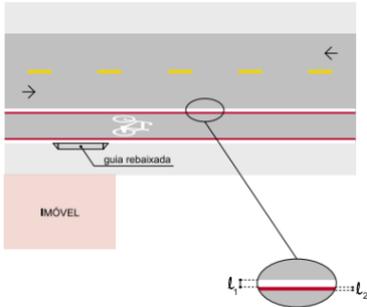
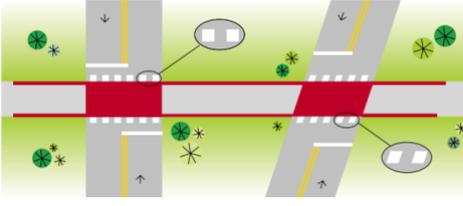
Durante seu trabalho, que tipo de ocorrências você observou em cada trajeto? (ex: Rua X tem muito roubo de rua, rua Y tem muita agressão, etc)

[resposta aberta]

ANEXO A – SINALIZAÇÃO, SIGNOS E SIGNIFICADOS

| Sinalização | Signos | Significados |
|----------------------------|--|--|
| Semafórica |  | Pare |
| |  | Atenção |
| |  | Continue |
| Vertical de regulamentação | R-29  | Proibido Trânsito de pedestres |
| | R-30  | Pedestre, ande pela esquerda |
| | R-31  | Pedestre, ande pela direita |
| | R-35a  | Ciclista, transite à esquerda |
| | R-35b  | Ciclista, transite à direita |
| | R-36a  | Ciclistas à esquerda, pedestres à direita |
| | R-36b  | Ciclistas à direita, pedestres à esquerda |
| Vertical de advertência |  A-30a | Trânsito de ciclistas |
| |  A-30b | Passagem sinalizada de ciclistas |
| |  A-30c | Trânsito compartilhado por ciclistas e pedestres |

ANEXO A – SINALIZAÇÃO, SIGNOS E SIGNIFICADOS (continuação)

| | | |
|------------|--|--|
| |  | <p>O SIC é utilizado para indicar a existência de faixa ou pista exclusiva de ciclistas.</p> |
| Horizontal |  | <p>Marcação de ciclovia ao longo da via</p> |
| |  | <p>Marcação de cruzamento rododociclovário MCC</p> |

Fontes: Contran (2007, 2007b e 2007c)

ANEXO B - MAPA METROPOLITANO DE TRANSPORTES DO RIO DE JANEIRO



Legenda Legend

Consulte nos sites das empresas os horários de funcionamento das estações e das linhas *Please check the company's website for the opening hours of the stations and lines*

| | | | | | | |
|---|----------|---|-------------|---|------------|---|
| Ramal Saracuruna Saracuruna Branch | SUPERVIA | Linha 1 Line 1 | METRÔRIO | Ônibus Intermunicipal Intermunicipal Bus | FETRANSPOR | Trecho do viário com tráfego compartilhado Shared traffic section |
| Ramal Vila Inhomirim Vila Inhomirim Branch | SUPERVIA | Linha 2 Line 2 | METRÔRIO | Bonde de Santa Teresa Santa Teresa Trolley | CENTRAL | Trecho em sentido único One way stretch |
| Ramal Guapimirim Guapimirim Branch | SUPERVIA | Linha 4 Line 4 | METRÔRIO | TransDeste TransDeste | BRT RIO | Estação Station |
| Ramal Belford Roxo Belford Roxo Branch | SUPERVIA | Metrô na Superfície Metropolitan Surface | METRÔRIO | TransCarioca TransCarioca | BRT RIO | Estação com acessibilidade Station with accessibility |
| Ramal Japeri Japeri Branch | SUPERVIA | Linha 1 Line 1 | VLT CARIÓCA | TransOlimpica TransOlimpica | BRT RIO | Integração - Gratuita Integration - Free |
| Ramal Paracambi Paracambi Branch | SUPERVIA | Linha 2 Line 2 | VLT CARIÓCA | TransCarioca TransCarioca | BIKE RIO | Integração - Tarifada Integration - Tariffed |
| Ramal Santa Cruz Santa Cruz Branch | SUPERVIA | Linha 3 Line 3 | VLT CARIÓCA | TransCarioca TransCarioca | BRT RIO | Integração gratuita mediante cartão RioCard ou Pré-pago MetrôRio Free integration via RioCard or Pre-paid MetrôRio |
| Ramal Deodoro Deodoro Branch | SUPERVIA | Sistema Aquaviário Waterway System | CCR BARCAS | TransCarioca TransCarioca | BRT RIO | Terminal de Ônibus Bus Terminal |
| | | | | Bicletário Bike Parking Terminal | | Aeroporto Airport |
| | | | | Bicletário de Rua Street Parking Point | | Terminal de Cruzeiros Cruise Terminal |

Fonte: Transporte Ativo (2018).