

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**ESTUDO SOBRE REDES CICLOVIÁRIAS EM REGIÕES  
METROPOLITANAS**

**MARIA PAULA ROSA FREATO**

São Carlos

2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**ESTUDO SOBRE REDES CICLOVIÁRIAS EM REGIÕES  
METROPOLITANAS**

**MARIA PAULA ROSA FREATO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rochele Amorim Ribeiro

São Carlos

2023

**AOS MEUS PAIS MUITO AMADOS, MARCELO E MARILDA**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por me proporcionar sempre a acreditar nos meus sonhos e fazê-los realidade, dando-me forças e capacidade para concluir todos as etapas e desafios.

Aos meus pais, Marcelo e Marilda, a quem devo o que sou e o que alcanço, sempre me incentivando ao crescimento profissional e dando-me todo suporte necessário. E também aos meus irmãos, Ana Maria, João Francisco, Luis Manoel e Maria Eduarda, por todas as orações, amor, apoio e paciência.

A minha orientadora Rochele, pela exímia orientação deste trabalho, pela dedicação, por seus ensinamentos, pelo apoio sempre às atividades acadêmicas, pela amizade, disponibilidade e, sobretudo, por ter confiado e incentivado este trabalho.

À Universidade Federal de São Carlos e todo o corpo docente e administrativo do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, transmitindo seus conhecimentos e experiências profissionais e pessoais, pela excelência e qualidade no trabalho que exercem.

Ao Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de Mestrado no segundo ano do curso.

A todos os colegas de sala que convivi no decorrer dessa jornada, pela partilha das experiências e dificuldades, em especial ao Renan, pela amizade, parceria e por sempre me auxiliar.

Ao Giovanne, pelo auxílio neste trabalho e pela amizade, sendo sempre disponível e dedicado.

As pessoas que auxiliaram na divulgação e participação do questionário, por todos os grupos de ciclistas, colegas, professores, redes sociais, programas de pesquisa, que puderam contribuir para a realização dessa pesquisa.

Ao Lucas, por fazer parte de mais essa jornada, por todo o amparo, paciência, companheirismo e amor.

E a todos que fizeram parte de alguma forma para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

***“É O TRABALHO QUE NUNCA SE COMEÇA QUE MAIS TEMPO LEVA A TERMINAR”***

***J.R.R. TOLKIEN***

## RESUMO

A escolha dos meios de transporte não motorizados para o deslocamento da população é essencial a fim de elevar padrões de qualidade de vida. A bicicleta, como exemplo, pode ser um elemento de reordenação e reconfiguração do espaço urbano, além de integrar eficientemente com demais modos. Muito se discute no cenário nacional e internacional sobre as viagens consideradas utilitárias por bicicleta no contexto urbano. Logo, extrapolando para um contexto regional, o incentivo do uso da bicicleta para movimentos pendulares diários entre cidades inseridas em regiões metropolitanas pode ser uma alternativa. Desta forma, tendo em vista que o planejamento estratégico de redes cicloviárias entre cidades frente às interfaces urbano-rodoviárias brasileiras ainda é incipiente, buscou-se estudar a relação entre o ciclismo e as viagens pendulares através da avaliação da infraestrutura. Portanto, o presente estudo teve como objetivo definir um método de avaliação de uma rede cicloviária para viagens pendulares em escala metropolitana observando critérios de segurança e acessibilidade. O estudo foi composto por duas etapas: (1) definição de um instrumento para avaliação da infraestrutura cicloviária em regiões metropolitanas através da análise hierárquica de processos (AHP) e (2) aplicação do instrumento no estudo de caso, utilizando Sistema de Informação Geográfica (SIG). Para o desenvolvimento da etapa 1, foi elaborado e aplicado um questionário visando obter uma hierarquia de importância entre os critérios por meio da percepção dos entrevistados. Já para a etapa 2, foi escolhida a recente e promissora Região Metropolitana de Ribeirão Preto (SP) como área de estudo, devido suas características territoriais não conurbadas e presença de intensos fluxos pendulares. Os resultados indicaram: (i) segundo a percepção geral dos entrevistados, a ordem de importância dos critérios (etapa 1), sendo (a) gestão cicloviária (0,29), (b) projeto cicloviário (0,28); (c) percepção cicloviária (0,22); (d) facilidades cicloviárias (0,21); e (ii) no estudo de caso na RMRP (etapa 2), vias com potencial para implantação de uma rede cicloviária que interligam Ribeirão Preto às cidades de (a) Jardinópolis, (b) Sertãozinho, (c) Serrana, além do seu anel rodoviário, no entanto, em grande parte, caracterizadas com pontuações regulares e ruins. Por fim, visto as áreas selecionadas serem de grande relevância e, em contrapartida, apresentarem suas fragilidades, qualificou-se a rede sugerida a fim de estabelecer-la às realidades locais. Conclui-se que o estudo contribuiu para o uso de bicicletas em rotas de médias e longas distâncias, sob a ótica da segurança, bem como acentuou um grande potencial para implantação de uma rede cicloviária na Região Metropolitana de Ribeirão Preto (SP).

**Palavras-chave:** Mobilidade urbana. Infraestrutura cicloviária. Região Metropolitana. AHP. SIG

## ABSTRACT

The choice of non-motorized modes of transportation for the population's displacement is essential in order to elevate standards of quality of life. The bicycle, for example, can be an element of reordering and reconfiguration of urban space, as well as efficiently integrating with other modes. Much is discussed nationally and internationally about utilitarian bicycle trips in the urban context. Thus, extrapolating to a regional context, promoting the use of bicycles for daily commuting between cities located in metropolitan regions can be an alternative. Therefore, considering that the strategic planning of cycle networks between cities in the face of Brazilian urban-road interfaces is still incipient, this study sought to study the relationship between cycling and commuting trips through infrastructure evaluation. Thus, the present study aimed to define an evaluation method for a cycle network for commuting trips on a metropolitan scale, considering safety and accessibility criteria. The study was composed of two stages: (1) definition of an instrument for evaluating cycle infrastructure in metropolitan regions through Analytic Hierarchy Process (AHP) analysis and (2) application of the instrument in the case study, using Geographic Information System (GIS). For the development of stage 1, a questionnaire was elaborated and applied to obtain a hierarchy of importance among the criteria through the perception of the interviewees. For stage 2, the recent and promising Metropolitan Region of Ribeirão Preto (SP) was chosen as the study area, due to its non-conurban territorial characteristics and presence of intense commuting flows. The results indicated: (i) according to the general perception of the interviewees, the order of importance of the criteria (stage 1), being (a) cycle management (0.29), (b) cycle design (0.28), (c) cycle perception (0.22), (d) cycle facilities (0.21); and (ii) in the case study in RMRP (stage 2), roads with potential for implementing a cycle network that connect Ribeirão Preto to the cities of (a) Jardinópolis, (b) Sertãozinho, (c) Serrana, in addition to its ring road, however, mostly characterized by regular and poor scores. Finally, considering that the selected areas are of great relevance and, on the other hand, present their weaknesses, the suggested network was qualified in order to establish it to local realities. It is concluded that the study contributed to the use of bicycles in medium and long-distance routes, from the perspective of safety, as well as emphasized a great potential for implementing a cycle network in Metropolitan Region of Ribeirão Preto (SP).

**Keywords:** Urban mobility. Cycling infrastructure. Metropolitan Region. AHP. GIS.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma inicial de trabalho do método AHP.....	33
Figura 2: Fluxograma de qualificação do “mais importante” do método AHP.....	33
Figura 3: Exemplo de cenário de comparação AHP: cenários de 1 a 4.....	35
Figura 4: Exemplo de cenário de comparação AHP: cenários de 5 a 8.....	36
Figura 5: Fluxograma de comparação dos elementos cicloviários adaptado do método AHP....	37
Figura 6: Hierarquia de importância dos critérios cicloviários.....	41
Figura 7: Hierarquia de importância dos elementos cicloviários.....	42
Figura 8: Gênero - análise do perfil dos entrevistados.....	44
Figura 9: Gênero - hierarquia de importância dos critérios cicloviários.....	44
Figura 10: Faixa etária - análise do perfil dos entrevistados.....	44
Figura 11: Faixa etária - hierarquia de importância dos critérios cicloviários.....	45
Figura 12: Escolaridade - análise do perfil dos entrevistados.....	45
Figura 13: Escolaridade - hierarquia de importância dos critérios cicloviários.....	46
Figura 14: Renda familiar - análise do perfil dos entrevistados.....	46
Figura 15: Renda familiar - hierarquia de importância dos critérios cicloviários.....	47
Figura 16: Conhecimento técnico - análise do perfil dos entrevistados.....	47
Figura 17: Conhecimento técnico - hierarquia de importância dos critérios cicloviários.....	47
Figura 18: Potenciais usuários - análise do perfil dos entrevistados.....	48
Figura 19: Potenciais usuários - hierarquia de importância dos critérios cicloviários.....	48
Figura 20: Mapa das relações intermunicipais de fluxos pendulares da RMRP.....	91
Figura 21: Mapa da divisão UTM, território, rodoviárias e buffer de trabalho da RMRP.....	94
Figura 22: Mapa raster com aplicação parcial do instrumento de avaliação cicloviária.....	100
Figura 23: Mapa parcial em raster com aplicação estatística.....	102
Figura 24: Mapa parcial recortado em raster com aplicação estatística.....	104
Figura 25: Mapa raster com aplicação final do instrumento de avaliação cicloviária.....	108
Figura 26: Mapa final em raster com aplicação estatística.....	110

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação do critério: projeto cicloviário - geometria e cruzamentos.....	26
Quadro 2: Classificação do critério: gestão cicloviária - pavimento.....	27
Quadro 3: Classificação do critério: gestão cicloviária - sinalização.....	28
Quadro 4: Classificação do critério: percepção cicloviária - aparência e segurança.....	29
Quadro 5: Classificação do critério: facilidades cicloviárias - postos de serviço e suporte.....	30
Quadro 6: Critérios e elementos cicloviários elencados para instrumento de avaliação.....	31
Quadro 7: Escala de referência original para comparação dos critérios do método AHP.....	34
Quadro 8: Escala de referência adaptada para comparação dos critérios do método AHP.....	34
Quadro 9: Síntese da quarta seção questionário - características de deslocamento.....	37
Quadro 10: Síntese da quinta seção questionário - informações do entrevistado.....	38
Quadro 11: Resultado final da aplicação do método AHP - instrumento de avaliação cicloviária.....	41
Quadro 12: Aplicação do teste qui-quadrado de Pearson - critérios cicloviários.....	43
Quadro 13: Aplicação do teste qui-quadrado de Pearson - perfis socioeconômicos.....	49
Quadro 14: Critérios e indicadores para consolidação da Região Metropolitana de Ribeirão Preto.....	90
Quadro 15: Camadas territoriais e rodoviárias.....	93
Quadro 16: Projeto cicloviário - geometria.....	95
Quadro 17: Gestão cicloviária - pavimento.....	96
Quadro 18: Percepção cicloviária - segurança.....	97
Quadro 19: Facilidades cicloviárias - postos de serviço e suporte.....	98
Quadro 20: Pesos dos critérios e elementos cicloviários da aplicação parcial do instrumento de avaliação.....	99
Quadro 21: Valores estatísticos do mapa raster com aplicação parcial do instrumento.....	101
Quadro 22: Valores estatísticos de mínimo, máximo, média e desvio padrão.....	101
Quadro 23: Projeto cicloviário - cruzamentos.....	105
Quadro 24: Gestão cicloviária - sinalização.....	106
Quadro 25: Percepção cicloviária - segurança.....	107
Quadro 26: Pesos dos critérios e elementos cicloviários da aplicação final do instrumento de avaliação.....	107
Quadro 27: Valores estatísticos do mapa raster final.....	109

## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A: Questionário online <i>Google Forms</i> .....	52
Apêndice B: Escala de referência numérica e textual adotada do método AHP.....	79
Apêndice C: Arranjo dos pesos determinados e matriz de comparação de pares dos cenários...80	
Apêndice D: Divulgação questionário online.....	82
Apêndice E: Dados para aplicação do teste qui-quadrado de Pearson - critérios ciclovitários....83	
Apêndice F: Dados para aplicação do teste qui-quadrado de Pearson - características socioeconômicas.....	84
Apêndice G: Dados municípios da Região Metropolitana de Ribeirão Preto.....	115
Apêndice H: Mapa raster do elemento ciclovitário de largura.....	116
Apêndice I: Mapa raster do elemento ciclovitário de declividade.....	117
Apêndice J: Mapa raster do elemento ciclovitário do pavimento.....	118
Apêndice K: Mapa raster do elemento ciclovitário da seguridade - acidentes fatais.....	119
Apêndice L: Mapa raster do elemento ciclovitário da seguridade - acidentes não fatais.....	120
Apêndice M: Mapa raster do elemento ciclovitário da seguridade - postos policiais rodoviários e pedágios.....	121
Apêndice N: Mapa raster do elemento ciclovitário de postos de serviço.....	122
Apêndice O: Mapa raster do elemento ciclovitário de suporte - lazer, educação e saúde.....	123
Apêndice P: Mapa raster do elemento ciclovitário de cruzamentos.....	124
Apêndice Q: Mapa raster do elemento ciclovitário de sinalização.....	125
Apêndice R: Mapa raster do elemento ciclovitário de aparência.....	126

## LISTA DE SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
AHP	Análise Hierárquica de Processos
ARTESP	Agência de Transporte do Estado de São Paulo
CEP	Comitê de Ética em Pesquisas
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ECF	European Cyclists' Federation
EMPLASA	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Museus
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IEMA	Instituto de Energia e Meio Ambiente
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ITDP	Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento
ONU	Organização das Nações Unidas
OSM	Open Street Maps
PDUI	Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado
PNMU	Política Nacional de Mobilidade Urbana
RMBS	Região Metropolitana da Baixada Santista
RMC	Região Metropolitana de Campinas
RMR	Região Metropolitana de Recife
RMRP	Região Metropolitana de Ribeirão Preto
RMS	Região Metropolitana de Sorocaba
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SAU	Sistema de Atendimento a Usuários
SeMOB	Secretaria Nacional da Mobilidade Urbana
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SMA	Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SRC	Sistema de Referência de Coordenadas

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVOS.....	16
<b>1.1.1 Objetivo geral.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
<b>2 PRIMEIRO ARTIGO: INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA EM REGIÕES METROPOLITANAS ATRAVÉS DA ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSOS (AHP).....</b>	<b>19</b>
2.1 RESUMO.....	19
2.2 INTRODUÇÃO.....	20
2.3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
<b>2.3.1 Primeira etapa: caracterização geral e estruturação do instrumento.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.2 Segunda etapa: seleção dos critérios e elementos de infraestrutura cicloviária.....</b>	<b>24</b>
2.3.2.1 Projeto cicloviário: geometria e cruzamentos.....	25
2.3.2.2 Gestão cicloviária: pavimento e sinalização.....	27
2.3.2.3 Percepção cicloviária: aparência e seguridade.....	28
2.3.2.4 Facilidades cicloviárias: postos de serviço e suporte.....	30
2.3.2.5 Critérios e elementos de avaliação da infraestrutura cicloviária.....	31
<b>2.3.3 Terceira etapa: desenvolvimento do questionário com uso do método AHP.....</b>	<b>32</b>
2.3.3.1 Primeira seção: critérios das redes cicloviárias.....	32
2.3.3.2 Segunda seção: comparação par a par dos critérios cicloviários.....	33
2.3.3.3 Terceira seção: comparação dos elementos cicloviários.....	36
2.3.3.4 Quarta seção: características de deslocamento.....	37
2.3.3.5 Quinta seção: informações do entrevistado.....	38
<b>2.3.4 Quarta etapa: aplicação do questionário online.....</b>	<b>39</b>
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40

<b>2.4.1</b>	<b>Análise estatística da aplicação do método AHP.....</b>	<b>40</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Análise do perfil dos entrevistados.....</b>	<b>43</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Análise estatística do perfil dos entrevistados.....</b>	<b>48</b>
<b>2.5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>50</b>
<b>2.7</b>	<b>APÊNDICES DO ARTIGO.....</b>	<b>52</b>
<b>3</b>	<b>SEGUNDO ARTIGO: AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE MOBILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE CICLOVIÁRIA NA REGIÃO METROPOLITANA DE RIBEIRÃO PRETO/SP.....</b>	<b>87</b>
<b>3.1</b>	<b>RESUMO.....</b>	<b>87</b>
<b>3.2</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>87</b>
<b>3.3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>89</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Primeira etapa: caracterização da área de estudo.....</b>	<b>89</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Segunda etapa: processamento de dados primários na plataforma SIG.....</b>	<b>92</b>
<b>3.3.2.1</b>	<b>Camadas territoriais e redes rodoviárias.....</b>	<b>93</b>
<b>3.3.2.2</b>	<b>Camada de projeto cicloviário: geometria.....</b>	<b>95</b>
<b>3.3.2.3</b>	<b>Camada de gestão cicloviária: pavimento.....</b>	<b>95</b>
<b>3.3.2.4</b>	<b>Camada de percepção cicloviária: seguridade.....</b>	<b>96</b>
<b>3.3.2.5</b>	<b>Camada de facilidades cicloviárias: postos de serviço e suporte.....</b>	<b>97</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Terceira etapa: aplicação parcial do instrumento de avaliação cicloviária.....</b>	<b>98</b>
<b>3.3.3.1</b>	<b>Análise e recorte da rede cicloviária.....</b>	<b>101</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Quarta etapa: processamento de dados secundários na plataforma SIG.....</b>	<b>105</b>
<b>3.3.4.1</b>	<b>Camada de projeto cicloviário: cruzamentos.....</b>	<b>105</b>
<b>3.3.4.2</b>	<b>Camada de gestão cicloviária: sinalização.....</b>	<b>106</b>
<b>3.3.4.3</b>	<b>Camada de percepção cicloviária: aparência.....</b>	<b>106</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Quinta etapa: aplicação final do instrumento de avaliação cicloviária.....</b>	<b>107</b>
<b>3.4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>109</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Análise estatística da rede cicloviária.....</b>	<b>109</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Relações intermunicipais de origem destino da rede cicloviária.....</b>	<b>112</b>

<b>3.4.3 Qualificação da rede cicloviária.....</b>	<b>112</b>
3.5 CONCLUSÕES.....	114
3.7 APÊNDICES DO ARTIGO.....	115
<b>4 DISCUSSÕES FINAIS.....</b>	<b>127</b>
4.1 DISCUSSÃO GERAL SOBRE O TRABALHO.....	127
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>129</b>
5.2 SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS.....	130
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>131</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A escolha dos meios de transporte não motorizados para o deslocamento da população é essencial a fim de proporcionar aos centros urbanos padrões de qualidade de vida mais elevados. A bicicleta, como exemplo, pode ser um considerável elemento de reordenação e reconfiguração do espaço urbano e da lógica social, além da capacidade de interagir eficientemente nos sistemas de mobilidade urbana e ser um catalisador de melhoria ambiental (IEMA, 2010).

A bicicleta foi colocada em segundo plano no sistema rodoviarista de grande parte das cidades brasileiras durante o século XX, que objetivava acomodar o maior número de viagens de automóvel. Entretanto, nos últimos anos ela desempenha um papel importante para solucionar problemas de deslocamento urbano. Estas soluções são voltadas para a sustentabilidade do uso dos espaços públicos, que além da circulação, passam também a caracterizar ambientes de lazer e bem-estar (ITDP, 2017).

Para as realidades metropolitanas, aglomerações urbanas e integradas de desenvolvimento, segundo Gonzaga e Kneib (2015), a mobilidade urbana é ainda mais desafiadora, pois se observa um agravamento de problemas como congestionamentos, acidentes de trânsito e aumento da poluição.

Tais regiões metropolitanas são legalmente consolidadas para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum e demandam uma rede de transporte eficaz como fomentadora para tais afluências demográficas (BRASIL, 2015a).

Muito se discute no cenário nacional e internacional sobre as viagens consideradas utilitárias por bicicleta no contexto urbano, por exemplo: trabalho, compras, estudos e até mesmo por motivações de lazer e turismo. Contudo, o incentivo desse modo de transporte para movimentos pendulares diários entre cidades inseridas em regiões metropolitanas com grande potencial econômico pode surgir como opção ao incremento da mobilidade urbana sustentável (ITDP, 2017).

Para isso, é importante compreender que os impactos positivos do uso da bicicleta dentro desses ambientes são tão relevantes quanto outros meios de transporte, e devem ser incluídos no planejamento cicloviário entre cidades pertencentes a estas regiões de desenvolvimento integrado. No entanto, a adequação para tais infraestruturas cicloviárias em vias de trânsito rápido e trechos urbanos rodoviários já existentes em realidades metropolitanas pode ser um desafio, principalmente no que tange a segurança e eficácia (DNIT, 2010).

Por conseguinte, o uso regulamentado dos acostamentos e faixas por pedestres e ciclistas pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB), tem acarretado sérios problemas de atropelamentos e colisões com bicicletas em meio urbano e rural, principalmente em contextos metropolitanos fundamentados pela cultura rodoviária vigente (DNIT, 2010).

Em vista disso, fundamentado pelos conceitos de Visão Zero e Sistemas Seguros instituídos pela Organização das Nações Unidas (ONU) até 2030, nos quais a premissa é nenhuma morte aceitável no trânsito, faz-se necessário proporcionar aos sistemas de transporte a segurança, acessibilidade e sustentabilidade, a fim de promover um eficaz planejamento urbano e também intra-metrópole, visto que grande parte dos óbitos ocorridos é de usuários vulneráveis – pedestres e ciclistas, em países em desenvolvimento, que são frequentemente atingidos por veículos motorizados (ONU, 2019).

No cenário internacional, estudos feitos pela *European Cyclists' Federation* (ECF), demonstram que estas rotas de ciclismo entre cidades, denominadas “*fast cycling routes*”, podem levar a grandes economias na realização de planos para redução do congestionamento, despesas com saúde e emissão de gases poluentes. Dados revelam que 100 quilômetros de ciclovias podem tirar até 50.000 carros da rede rodoviária regional todos os dias, ou seja, o aumento da utilização da bicicleta com uma infraestrutura adequada, também em percursos de média e longa distância, contribui para concretizar vários objetivos em simultâneo, como a promoção da saúde e do exercício, a prevenção de acidentes e a redução do ruído e da poluição, aprimorando o perfil inovador de uma região (ECF, 2014).

Como apresentado acima, as abordagens sobre o uso da bicicleta em interfaces urbano-rodoviárias estão principalmente voltadas sob a ótica da segurança e infraestrutura cicloviária eficazes, contribuindo diretamente para o desenvolvimento de grandes áreas urbanas contínuas, no que tange a mobilidade sustentável.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve como objetivo definir um método de avaliação para redes cicloviárias em viagens pendulares na escala metropolitana observando critérios de segurança e acessibilidade.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, tem-se:

- i. Definir um instrumento de avaliação da infraestrutura cicloviária em regiões metropolitanas através da análise hierárquica de processos (AHP);
- ii. Aplicar o instrumento de avaliação da infraestrutura cicloviária no estudo de caso da Região Metropolitana de Ribeirão Preto utilizando Sistema de Informação Geográfica (SIG).

## 1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi composto por duas etapas: (1) definição de um instrumento de avaliação da infraestrutura cicloviária em regiões metropolitanas através do AHP e (2) aplicação do instrumento elaborado em um estudo de caso utilizando SIG.

A apresentação deste trabalho de mestrado foi composta por dois artigos científicos, cada um correspondente a uma etapa do estudo. Os artigos estão precedidos pelo Capítulo 1, que apresenta uma introdução e justificativa geral do trabalho, a fim de sintetizar a temática, bem como os objetivos geral e específicos que norteiam a pesquisa.

O Capítulo 2 traz o conteúdo do primeiro artigo (Etapa 1), intitulado “INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA EM REGIÕES METROPOLITANAS ATRAVÉS DA ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSOS (AHP)”.

O objetivo do primeiro artigo foi desenvolver um instrumento de avaliação a partir de critérios e elementos da infraestrutura cicloviária elencados sob a ótica da segurança em interfaces urbano-rodoviárias, através do desenvolvimento e aplicação de um questionário com o uso adaptado do método AHP.

Este capítulo foi elaborado através das seguintes etapas: (i) caracterização geral e estruturação do instrumento; (ii) seleção dos critérios e elementos de infraestrutura cicloviária; (iii) desenvolvimento do questionário com uso do método AHP; (iv) aplicação do questionário online; (v) análise dos resultados coletados e (vi) definição do instrumento de avaliação cicloviária, bem como análises e discussão dos resultados.

O Capítulo 3 apresenta o segundo artigo (Etapa 2), intitulado “AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE MOBILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE CICLOVIÁRIA NA REGIÃO METROPOLITANA DE RIBEIRÃO PRETO/SP”.

O objetivo do estudo foi aplicar o instrumento desenvolvido em uma região metropolitana brasileira recentemente consolidada, e que fosse de conhecimento e acessibilidade da autora. Portanto, a Região Metropolitana de Ribeirão Preto (RMRP), São Paulo, foi utilizada como local de aplicação do instrumento.

A aplicação do instrumento com o uso do *software* QGIS nas camadas correspondentes sob a tradução dos critérios e elementos cicloviários, possibilitou a identificação de uma rede rodoviária existente com potencial para implantação de uma infraestrutura cicloviária, pontuando suas respectivas fragilidades, fazendo-se necessário qualificá-la às realidades locais, podendo viabilizar a conexão entre os principais pares origem-destino de deslocamentos diários presentes na RMRP.

Nesse sentido, ambos artigos apresentaram conexão e continuidade, em razão do instrumento de avaliação da infraestrutura cicloviária elaborado no primeiro artigo ser aplicado no estudo de caso contido no segundo artigo e complementam-se através do resultado em mapas temáticos com uso de SIG, apesar de serem completamente individuais e independentes.

Por conseguinte, no Capítulo 4, foram apresentadas as discussões gerais dos resultados obtidos nos artigos e, por fim, no Capítulo 5 a conclusão do trabalho de mestrado, bem como sugestões para aprofundamento e continuidade na temática de estudo.

Os apêndices de ambos artigos foram disponibilizados para consulta após suas respectivas conclusões. Já as devidas referências bibliográficas do trabalho foram agregadas e apresentadas no final desta dissertação.

## **2 PRIMEIRO ARTIGO: INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA EM REGIÕES METROPOLITANAS ATRAVÉS DA ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSOS (AHP)**

### **2.1 RESUMO**

A escolha de critérios e elementos relacionados à infraestrutura cicloviária devem ser considerados a fim de avaliar e mapear uma rede para viagens pendulares em escala metropolitana. Nesse sentido, o referido estudo teve como objetivo elaborar um instrumento de avaliação cicloviária, através do desenvolvimento e aplicação de um questionário, utilizando a análise hierárquica de processos (AHP) por meio da percepção dos entrevistados. A metodologia foi estruturada nas etapas de (1) caracterização geral e estruturação do instrumento, (2) seleção dos critérios e elementos de infraestrutura cicloviária, (3) desenvolvimento do questionário com uso adaptado do método AHP, (4) aplicação do questionário online, (5) análise dos resultados coletados e (6) definição do instrumento de avaliação cicloviária. Os resultados indicaram a (i) seleção dos critérios e elementos cicloviários, (ii) suas respectivas ordens de importância, segundo a média geral dos entrevistados: (a) gestão cicloviária (0,29), sendo geometria (0,48) e cruzamentos (0,52); (b) projeto cicloviário (0,28), sendo pavimento (0,50) e sinalização (0,50); (c) percepção cicloviária (0,22), sendo aparência (0,45) e segurança (0,55); e (d) facilidades cicloviárias (0,21), sendo postos de serviço (0,49) e suporte (0,51), e por fim a (iii) análise da amostra coletada em relação a características socioeconômicas. Desta forma, por meio de uma análise estatística, observou-se que os pesos dos critérios, oriundos da média geral de todos os entrevistados válidos, foram diferentes entre si (rejeita H<sub>0</sub>). Já considerando o perfil socioeconômico dos entrevistados, observou-se que: (i) houve diferenças entre os todos critérios cicloviários considerando renda e potenciais usuários (rejeita H<sub>0</sub>); (ii) houve também diferença no critério de projeto cicloviário para o gênero (rejeita H<sub>0</sub>); e, por fim, (iii) houve diferença no critério de facilidades cicloviárias para o conhecimento técnico no assunto referido (rejeita H<sub>0</sub>). Em conclusão, o instrumento de avaliação cicloviária elaborado, possibilitou contribuir aos órgãos competentes à eficácia das redes cicloviárias entre cidades inseridas no contexto metropolitano, visando garantir a segurança dos ciclistas para viagens pendulares e colaborando para a melhoria desse sistema de transporte, podendo subsidiar tomadas de decisões de planejamentos para elaboração de redes cicloviárias sob a ótica da segurança na área metropolitana desejada.

## 2.2 INTRODUÇÃO

As regiões metropolitanas são resultantes do agrupamento de municípios limítrofes instituídas por lei, que exibem algum tipo de integração em suas dinâmicas geográficas, ambientais, políticas e socioeconômicas, caracterizando-se, em grande escala, por um alto nível de complexidade na organização, planejamento e execução de funções públicas de interesse comum (CAVALCANTE, 2020).

Por conseguinte, no que diz respeito às características de deslocamento dessas regiões, Cavalcante (2020) afirma que a área metropolitana deve ser a representação da expansão contínua da malha urbana da metrópole, abrangendo especialmente áreas habitacionais, de serviços e industriais, caracterizadas pela presença de deslocamentos pendulares no território.

Desta forma, observa-se que o uso da bicicleta como transporte entre cidades pertencentes a estas regiões metropolitanas pode acarretar impactos positivos, sendo especialmente capaz de interagir com os sistemas de mobilidade (DNIT, 2010).

No cenário brasileiro, os incentivos deste transporte ativo por bicicletas iniciam-se em 1976, onde foi publicado pelo Governo Federal o primeiro Manual Brasileiro de Planejamento de Infraestrutura Cicloviária, denominado “Planejamento Cicloviário – Uma Política para as Bicycletas”. Nesse período, a bicicleta ainda não era considerada um veículo e foi passível de muitos equívocos de gerenciamento presentes na legislação (ITDP, 2017).

Foi somente em setembro de 1997, a partir do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que se constituiu um marco para o reconhecimento da bicicleta como veículo e modo de transporte, incorporando a correta hierarquia na sua circulação, a partir das relações de fragilidade no trânsito. Regulamenta-se a partir desse reconhecimento, que na ausência de ciclovias, ciclofaixas ou acostamentos, a bicicleta deverá utilizar a pista de rolamento sobre preferência dos veículos automotores, sendo de competência aos órgãos e entidades rodoviários promover a segurança dos respectivos ciclistas (BRASIL, 1997).

Após esse período, observa-se no contexto brasileiro marcos legislativos importantes, como o surgimento do Estatuto da Cidade, em 2001, tornando de caráter obrigatório o Plano de Transporte Urbano Integrado para municípios acima de 500 mil habitantes, relacionando a política urbana com cidades sustentáveis (BRASIL, 2001).

Posteriormente, em 2012, com a aprovação da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), priorizou-se o transporte público, o pedestre e a bicicleta, com foco no planejamento urbano integrado, em vista a elaboração de planos de mobilidade urbana vinculados aos recursos orçamentários (BRASIL, 2012).

Por fim, em 2015, é instituído o Estatuto da Metrópole, determinando que as regiões metropolitanas devem elaborar os seus Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI), traçando diretrizes para o desenvolvimento regional e metropolitano, incorporando áreas urbanas e rurais, sob o olhar das funções públicas de interesse comum aos municípios que a compõem, com vistas à incentivos no ordenamento territorial, bem como incentivos à mobilidade urbana sustentável e integrada (BRASIL, 2015a).

Durante este longo histórico brasileiro com incentivos ao uso da bicicleta através de manuais e legislações, observa-se atualmente a existência de planos cicloviários, atribuídos ao PDUI, em algumas regiões metropolitanas brasileiras. O objetivo dessas redes cicloviárias é integrar municípios adjacentes, bem como conectá-las às redes urbanas já existentes, a fim de cumprir, desta maneira, as obrigatoriedades legislativas já evidenciadas, visando incentivar o desenvolvimento regional através da mobilidade ativa.

Como exemplo, o Plano Cicloviário da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), consolidado em 2006, integrando os nove municípios (SÃO PAULO, 2006), o Plano Cicloviário da Região Metropolitana de Recife (RMR), concretizado em 2013, inserindo quinze municípios (PERNAMBUCO, 2013), e a Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), que apesar da não existência de um Plano Cicloviário, conta com grandes incentivos no uso da bicicleta na cidade, bem como em municípios limieiros em realidades rodoviárias não conurbadas (SOROCABA, 2021).

Ademais, no estado de São Paulo, desde 1998, através da Lei Estadual nº 10.095, dispõe o Plano Cicloviário nas estradas de rodagem pavimentadas em operação ou em projetos de novas rodovias, para fins de segurança e regulamentação (SÃO PAULO, 1998). Posterior a isso, em 2018, foi instituído o Decreto Estadual nº 63.881, que em geral regulamenta a lei já existente (SÃO PAULO, 2018).

Todavia, exemplos de redes cicloviárias em contextos rodoviários também podem ser encontrados em cenários internacionais nos quais a bicicleta tornou-se um meio de transporte significativo. No continente Europeu, a *European Cyclists' Federation* (ECF), desde sua fundação em 1983, visa promover no seu máximo potencial o ciclismo como um meio de transporte e recreação. Denominada “*EuroVelo*”, as redes cicloviárias de longa distância estão presentes em escala continental, com aproximadamente 80 mil quilômetros em atividade, conectando países através de ciclovias, ciclorrotas e ciclofaixas (ECF, 2021).

À vista disso, o incentivo e desenvolvimento dessas rotas de ciclismo entre cidades advém no momento onde muitos centros urbanos enfrentam intensos desafios na mobilidade, especialmente congestionamentos e poluição, e conseqüentemente, buscam encontrar novas

soluções, que coincidem com tendências dentro do setor do ciclismo, como o compartilhamento de bicicletas, e-bikes e bicicletas de carga. À medida que mais pessoas percorrem distâncias mais longas com mais frequência e maior velocidade, exige-se uma atualização e eficácia na infraestrutura cicloviária (ECF, 2014).

Desta forma, diante de tais incentivos e cenários explanados, nota-se que há regulamentações e benefícios de extrema relevância com o uso da bicicleta como transporte em escala regional, visando principalmente fomentar a mobilidade ativa, exercidos pelos órgãos e entidades reguladoras nas regiões metropolitanas.

No Brasil, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021a), atualmente há regulamentadas 81 regiões metropolitanas, sendo distribuídas nas regiões nordeste (32), sul (24), sudeste (13), norte (10) e centro-oeste (2), e em contrapartida, ténues avanços e incentivos à infraestrutura eficaz e segura no sistema cicloviário entre as cidades inseridas nestes contextos.

Por fim, é notória a importância de uma avaliação na infraestrutura cicloviária nessas regiões metropolitanas, com ênfase na segurança dos seus usuários, visto que a bicicleta é um meio de transporte já utilizado, presente na circulação viária e vulnerável se comparado aos demais veículos regulamentados nas estradas de rodagem, sendo um sistema de transporte passível de análise e avaliação (ITDP, 2017).

### 2.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do instrumento de avaliação da infraestrutura cicloviária em regiões metropolitanas, foi elaborado, a partir da investigação de cenários nacionais e internacionais existentes, e suas respectivas referências, uma revisão na bibliografia, a fim de caracterizar parâmetros relevantes voltados à interface de estudo.

O objetivo foi, sob o olhar da vertente segurança, elencar critérios e elementos que seriam de extrema relevância para que uma rede cicloviária entre cidades inseridas em regiões metropolitanas fosse avaliada como segura e acessível para movimentos pendulares.

O método AHP desenvolvido por Saaty (1977), como um modelo de decisão multicritério, permite a hierarquização de fatores qualitativos. Sua aplicabilidade é variada e eficaz em projetos de transportes, principalmente com a combinação de informações geográficas (BEILER, TREAT, 2014).

À vista disso, para este trabalho foi elaborada uma adaptação na coleta de dados pelo método AHP, a fim de ajustar para o formato de um questionário online, autoexplicativo para o respondente, sem a condução pelo o entrevistador. Este questionário tem como objetivo

determinar, sob a percepção pessoal dos entrevistados, quais os pesos dos critérios e elementos cicloviários elencados, sendo explanado na sequência.

### **2.3.1 Primeira etapa: caracterização geral e estruturação do instrumento**

Uma rede cicloviária é entendida, de acordo com a Secretaria Nacional da Mobilidade Urbana (SeMOB), como o conjunto de infraestruturas exclusivas (ciclovias e ciclofaixas) ou compartilhadas (ciclorrotas) para a circulação de pessoas por bicicletas, visando ser bem conectada (BRASIL, 2016). Vale destacar que, conforme o CTB, o tráfego de bicicletas é permitido em todas as vias, com preferência sobre os veículos automotores, salvo onde houver regulamentação contrária (BRASIL, 1997).

O tamanho e a cobertura de uma rede cicloviária variam conforme suas características, peculiaridades e demanda de cada cidade e/ou região metropolitana. Em geral, recomenda-se que sejam observadas as diretrizes municipais respectivas, caso existam, assim como as normas e manuais que regulamentem tal implementação (ITDP, 2017).

Conforme o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), o projeto cicloviário urbano-rodoviário deve considerar os elementos de riscos de acidentes para as bicicletas, os volumes de distribuição do tráfego, as velocidades dos veículos motorizados e os locais de travessia, além do cuidado que requer as interseções (DNIT, 2010).

O grupo-alvo das denominadas “rotas de ciclismo rápidas” são de viagens a trabalho, escolas, universidades, feitas pelo menos 3 vezes na semana. Sobretudo é necessário ter características específicas para promoverem a interligação entre centros urbanos distintos de longas distâncias, superiores a 5 quilômetros. Ademais, orienta-se que o processo de planejamento deste tipo de ciclovia, além de incluir áreas residenciais relevantes, de empregos e locais de ensino superior, deve ter acesso a terminais de transporte público e estacionamento, sendo passíveis de avaliações cotidianas conforme seus progressos (ECF, 2014).

Sobre o perfil do usuário, conforme a *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), os fatores que influenciam são a (i) idade (crianças, adultos e idosos) e (ii) nível de confiança (experiente/confiante ou casual/menos confiante) (AASHTO, 2012).

Estes usuários são caracterizados conforme sua faixa etária e distâncias que estão aptos a percorrer. Conforme estudo da Prefeitura de Londres, em 2016, analisando o potencial do ciclismo na região metropolitana da cidade, as viagens pendulares não são consideradas potencialmente cicláveis se forem percorridas distâncias superiores a 10 km, para pessoas com menos de 5 anos ou idades superiores a 64 anos. Já para aqueles com idade entre 65 a 79 anos,

as viagens cicláveis não são válidas se forem superiores a 5 km. Por fim, para as pessoas acima de 80 anos, as rotas são ineficientes se ultrapassados 3 quilômetros (LONDON, 2017).

As características de comportamento dos usuários para as viagens de longa distância com a bicicleta dependem do nível de conforto, da capacidade física e do propósito da viagem. Geralmente, estes usuários andam sozinhos e utilizam a bicicleta como meio de transporte principal, podendo ou não ter acesso ao carro para viagens (AASHTO, 2012).

No que diz respeito ao horário, algumas viagens ocorrem durante a manhã e à noite, nos deslocamentos para a escola e trabalho, mas no geral as viagens de bicicleta podem ocorrer em qualquer hora do dia, portanto não há critérios relevantes para o horário (AASHTO, 2012).

Por fim, segundo a ECF (2014), as redes cicloviárias urbano-rodoviárias devem ser percursos de alto padrão de infraestrutura cicloviária destinados aos ciclistas para comunicações rápidas e diretas em longas distâncias. São cinco critérios amplamente aceitos para essa alta qualidade de infraestrutura cicloviária, sendo: (i) Segurança, (ii) Coerência, (iii) Objetividade, (iv) Conforto, (v) Atratividade.

Desta forma, entende-se que os benefícios oriundos de todas essas diretrizes para infraestruturas cicloviárias resumidamente expostas visam garantir a segurança dos ciclistas, com objetivo de cessar acidentes e mortes das viagens que já ocorrem e incentivar o uso contínuo de bicicletas para viagens pendulares, visando a mobilidade urbana sustentável, além de estimular a atividade física, reduzindo as viagens motorizadas e os impactos ambientais.

Para continuidade no desenvolvimento do instrumento desejado, foram elencados os denominados critérios e elementos cicloviários, bem como suas respectivas características, após as pesquisas bibliográficas dos cenários nacionais e internacionais existentes na interface urbano-rodoviária a partir das seguintes referências: (i) Manual de projeto geométrico de travessias urbanas, do DNIT (2010); (ii) *Guide for the Development of Bicycle Facilities*, da AASHTO (2012); e (iii) Caderno técnico para projetos de mobilidade urbana - Transporte ativo, da SeMOB (BRASIL, 2016), bem como na experiência da autora e grupo de pesquisa. Tais respaldos bibliográficos para o desenvolvimento do instrumento têm, em sua íntegra, aspectos de infraestrutura cicloviária na realidade e legislação brasileira e internacional sob o olhar da mobilidade urbana em relação ao transporte ativo.

### **2.3.2 Segunda etapa: seleção dos critérios e elementos de infraestrutura cicloviária**

Conforme DNIT (2010), para que uma rede cicloviária rodoviária seja eficiente, é necessário considerar os seguintes fatores subjetivos e objetivos:

- i. Fatores subjetivos: percepção de distância de viagem, segurança de tráfego, conveniência do modo de transporte e custos;
- ii. Fatores objetivos ambientais: clima e topografia;
- iii. Fatores objetivos de infraestrutura: presença de instalações para bicicletas (ciclovias ou ciclofaixas), condições de tráfego, acessibilidade, rede cicloviária articulada e alternativas de transporte.

Balizados por estas categorias, objetivando desenvolver o instrumento, através da bibliografia já selecionada, foram elencados 4 critérios relacionados à infraestrutura cicloviária sob o olhar da segurança, e, para cada critério, 2 elementos cicloviários, sendo denominados: (i) projeto cicloviário: (a) geometria e (b) cruzamento, (ii) gestão cicloviária: (a) pavimento e (b) sinalização, (iii) percepção cicloviária: (a) aparência e (b) seguridade, e (iv) facilidades cicloviária: (a) postos de serviço e (b) suporte.

Como o objetivo é utilizar o método AHP, estabelecendo hierarquias através da percepção pessoal dos entrevistados mediante um questionário, foi caracterizado em cada critério e elemento cicloviário, os seus aspectos eficientes e positivos, ou seja, cenários ideais impostos pelas bibliografias selecionadas, de maneira de fácil entendimento para qualquer pessoa apta a participar da pesquisa.

Na sequência, foram apresentados os respectivos detalhamentos de cada seleção, elencando a importância de sua presença do instrumento, assim como a motivação que levou à sua escolha e o agrupamento de suas características e nomenclaturas.

#### 2.3.2.1 Projeto cicloviário: geometria e cruzamentos

Para o critério de projeto cicloviário, assim denominado por convenção da própria autora, foram agrupados todos os parâmetros relacionados ao desenho da via destinada à bicicleta, considerando que o parâmetro construtivo é o princípio básico de toda rede cicloviária ao ser implantada.

De acordo com DNIT (2010), no subcapítulo detalhado sobre o transporte cicloviário, é necessário orientar os projetistas sobre as especificidades de um projeto que atenda ao uso de rodovias por ciclistas, considerado a realidade nacional, no qual as rotas cicloviárias são parte da rede rodoviária, formando um mesmo elemento.

Portanto, objetivando reunir as principais características relacionadas ao projeto cicloviário, foram destacadas nesse critério as características geométricas, como dimensões, largura de faixas (unidirecionais e bidirecionais), inclinações (greides), interseções, além da orientação para separação do tráfego motorizado (segregação).

A partir disso, o Quadro 1 sintetiza as nomenclaturas e suas respectivas descrições adotadas para o instrumento com base nas bibliografias já elencadas.

Quadro 1: Classificação do critério: projeto cicloviário - geometria e cruzamentos

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	DNIT (2010)	AASHTO (2012)	BRASIL (2016)
<b>Projeto Cicloviário</b>	<b>Geometria</b>	Segregação total	“Ciclovias” no mesmo sentido do fluxo da rodovia, evitando situações de conflitos	As “ <i>Shared Use Paths Adjacent to Roadways (Sidepaths)</i> ”, devem priorizar o mesmo sentido do fluxo rodoviário	“Ciclovias” no mesmo sentido de fluxo de veículos, diminuindo a possibilidade de colisões e atropelamentos
		Largura adequada	Desejável: Unidirecional: 1,50 metros; Aceitável: Bidirecional: 3,00 metros	Desejável: Unidirecional: 1,50 metros; Aceitável: Bidirecional: 3,00 metros, podendo ser 2,40 metros	Unidirecional: 1,50 metros; Bidirecional: 2,50 metros
		Declividade suave e confortável (greides)	Desejável: até 3%; Aceitável: de 3% a 5%; Evitável: maior que 5%	Desejável: de 0,5% a 3%; Aceitável: de 3% a 5%; Evitável: menor que 0,5% e maior que 5%	Recomendável: 2% a fim de favorecer a drenagem
	<b>Cruzamentos</b>	Rotas diretas e rápidas	Atendimento mais direto possível entre origem e destino; evitar paradas	Direcionamento da rota e instalações contínuas conectadas; devem evitar o número de paradas para ser eficiente	Proporcionar rotas diretas, com o mínimo de conflito no percurso
	Ótimas condições em travessias/ cruzamentos	Evitar conflitos com veículos motorizados, e se houver, melhorar as condições voltadas para o ciclista	Evitar cruzamentos e locais com históricos de acidentes e conflitos	Investir em sinalização para evidenciar a prioridade de ciclistas em relação aos demais veículos	
	Boa visualização	Condições de ampla visualização para os ciclistas e usuários da rodovia em todas as direções	Eficiente visualização de todos os usuários, principalmente do ciclista	Priorizar a visualização de todos os usuários para evitar conflitos e acidentes	

### 2.3.2.2 Gestão cicloviária: pavimento e sinalização

Para o critério de gestão cicloviária, da mesma forma, foram agrupados todos os parâmetros relacionados à manutenção e gerenciamento físico das ciclovias, considerando ainda fatores objetivos de infraestrutura, no entanto, dando importância a operação do sistema cicloviário em sua completude.

A partir disso, de acordo com as bibliografias escolhidas, o Quadro 2 e Quadro 3 sintetizam as nomenclaturas e suas respectivas descrições adotadas para o instrumento.

Quadro 2: Classificação do critério: gestão cicloviária – pavimento

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	DNIT (2010)	AASHTO (2012)	BRASIL (2016)
<b>Gestão Cicloviária</b>	<b>Pavimento</b>	Pista cicloviária	As vias de bicicletas devem ser livres de saliências, buracos e irregularidades na superfície, para que atraiam e atendam às necessidades dos ciclistas	Devem ter uma superfície lisa e ser de qualidade. As tampas dos utilitários (bueiros) devem ser ajustadas niveladas com o superfície da pista	Deve ser regular, impermeável, antiderrapante e de aspecto agradável, para que seja atrativo e confortável aos usuários
		Sistema de drenagem	Dispositivos de drenagem devem respeitar a continuidade da superfície e, se possível, ficar fora da trajetória das bicicletas	Devem ser providas de drenagem adequada (grelhas) para evitar o acúmulo de água, lavagens, acúmulo de detritos e outros preocupações dos ciclistas	Além de possuir uma declividade transversal para o escoamento eficiente das águas pluviais, deve estar direcionada para as faixas de tráfego motorizado, de forma a aproveitar o sistema de drenagem existente
		Manutenção e limpeza	Os serviços de manutenção melhoram a segurança e a operação. É essencial que exista um programa local ou regional de manutenção de vias destinadas a bicicletas	Deve ser implantada a rede cicloviária desde que se entenda que é um compromisso de longo prazo com um nível adequado de manutenção	Periódica

Quadro 3: Classificação do critério: gestão cicloviária – sinalização

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	DNIT (2010)	AASHTO (2012)	BRASIL (2016)
<b>Gestão Cicloviária</b>	<b>Sinalização</b>	Rotas coerentes	Deve-se observar o fluxo de tráfego para solução mais conveniente no local	As rotas devem fazer sentido ao ciclista e possíveis usuários	Integração com outros modos de transporte
		Sinalizações	Deve existir, sendo delimitada por pintura no pavimento e sinalização específica, projetada de acordo com as edições mais recentes normatizadas	Há uma seção sobre diversos tipos de sinalização horizontal, vertical, de advertência, semafórica, entre outras específicas para diversos cenários	Deve conter sinalização horizontal, vertical e semafórica específica. Recomenda-se que tenha um sistema de informação para guiar ciclistas ao longo do seu percurso através de <i>totens</i> , placas, mapas, etc, em raios de 15 minutos de pedalada
		Gerenciamento e atualizações	-	Devem ser feitas com uso de tecnologias e serem executadas periodicamente	Deve buscar informações que estejam sempre localizadas em pontos estratégicos e sejam atualizadas

### 2.3.2.3 Percepção cicloviária: aparência e segurança

Em continuidade, para a o critério de percepção cicloviária, destacam-se os fatores subjetivos, ou seja, características do ambiente em relação à percepção e segurança em seus diversos âmbitos, sob a ótica da infraestrutura. O objetivo é investigar barreiras mais significativas, a fim de perceber as limitações das vias potencialmente cicláveis em relação a fatores externos.

A partir disso, o Quadro 4 também sintetiza as nomenclaturas e suas respectivas descrições adotadas com base no referencial teórico para o instrumento de avaliação cicloviária.

Quadro 4: Classificação do critério: percepção cicloviária – aparência e segurança

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	DNIT (2010)	AASHTO (2012)	BRASIL (2016)
Percepção Cicloviária	Aparência	Integração ao ambiente circundante com paisagens, arborizações e temperaturas agradáveis	A paisagem é uma consideração importante ao longo de uma via. Árvores refrescam o ambiente no verão e atuam como quebra-vento	O cenário é importante, particularmente se será também para fins recreativos. Os ciclistas tendem a escolher rotas mais atraentes com vistas panorâmicas	Possibilidade de ser usado para criar uma ciclofaixa verde, gerando o aumento da conectividade de percursos de bicicletas e de trazer benefícios econômicos para a área. Ideal também ser parte de um sistema interconectado de trilhas de parques
	Segurança	Sem potenciais criminosos e roubos	Deve ser levado em conta o potencial para atos criminosos contra ciclistas, especialmente em trechos de uso geral isolados, e a possibilidade de roubos e vandalismo, em estacionamento	“Security”: Questões relacionadas à segurança devem ser consideradas, especialmente para locais onde não são visíveis de estradas e edifícios vizinhos	Por serem totalmente segregadas do tráfego, se tornam uma experiência mais segura, desde que na sua aplicação existam componentes de iluminação e segurança suficientes
		Baixo número de acidentes	O número elevado de acidentes com bicicletas caracteriza a importância de sua redução. Deve ser estudada a viabilidade de resolver o problema com a de melhoria das condições de segurança do fluxo de ciclistas	“Safety”: A análise de dados de acidentes e revisões de relatórios também podem ajudar na identificação dos locais de melhorias na rede cicloviária com base na experiência de segurança	-

### 2.3.2.4 Facilidades cicloviárias: postos de serviço e suporte

Por fim, a partir da revisão bibliográfica, entende-se que uma rede cicloviária deve ser, além de todos os critérios supracitados, conectada a lugares onde pessoas queiram ir: uma rede completa garante um trânsito de bicicletas mais seguro, mais agradável e, essencialmente, mais bem-sucedido (AASHTO, 2012).

Portanto, o Quadro 5 descreve, com base na bibliografia, as respectivas nomenclaturas e descrições adotadas para o instrumento em relação às facilidades cicloviárias.

Quadro 5: Classificação do critério: facilidades cicloviárias – postos de serviço e suporte

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	DNIT (2010)	AASHTO (2012)	BRASIL (2016)
<b>Facilidades Cicloviárias</b>	<b>Postos de serviço</b>	Locais para atendimento emergenciais e manutenção das bicicletas	Deve ser considerado o acesso adequado para atender emergências, bem como veículos de manutenção e serviço	As bicicletas demandam manutenção específica. Esses locais devem existir e serem identificados	-
		Locais para alimentação e higiene	-	Durante o percurso deve haver locais estratégicos para que os usuários de longas rotas tenham este respaldo, mesmo se forem próprios para veículos motorizados	-
	<b>Suporte</b>	Bicicletários e vestiários	-	Há uma seção indicando como devem ser os estacionamentos e bicicletários dentro e fora dos locais de origem/destino. O estacionamento também pode ser uma estratégia barata para aumentar a oferta em lojas, estações de trânsito, escolas e locais de trabalho	Prever a existência de bicicletários e paraciclos em vias e calçadas estratégicas, ou até mesmo estacionamentos dedicados, de forma a potencializar o uso da bicicleta como modo de transporte

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	DNIT (2010)	AASHTO (2012)	BRASIL (2016)
<b>Facilidades Ciclovias</b>	<b>Suporte</b>	Acessos aos locais de origem	Deve-se considerar a provisão de acessos frequentes e adequados, especialmente nas áreas residenciais	Devem permitir que os ciclistas acessem os principais destinos, como trabalho, escolas, compras, restaurantes, cafés, instalações esportivas, entre outros tipos de uso do solo	Deve-se garantir que todos os destinos de comércio, negócios, lazer e espaços públicos sejam acessíveis por bicicleta

### 2.3.2.5 Critérios e elementos de avaliação da infraestrutura ciclovias

Por conseguinte, após desenvolvidos e explanados os devidos critérios e elementos ciclovias, mediante as três bibliografias elencadas (DNIT, 2010); (AASHTO, 2012); (BRASIL, 2016), foi elaborado o Quadro 6, a fim de sintetizar e compor o instrumento de avaliação ciclovias.

Quadro 6: Critérios e elementos ciclovias elencados para instrumento de avaliação

CRITÉRIOS	ELEMENTOS	DESCRIÇÃO
Projeto Ciclovias	Geometria	Pista ciclovias separada totalmente da rodovia com larguras adequadas e declividades suaves e confortáveis
	Cruzamentos	Rotas diretas, rápidas e ótimas condições em travessias, com boa visualização em todas as direções para os ciclistas e usuários da rodovia
Gestão Ciclovias	Pavimento	Pista ciclovias livre de saliências, buracos e irregularidades, com adequado sistema de drenagem e manutenções e limpeza periódicas
	Sinalização	Rotas coerentes, bem demarcadas, com sinalização de trânsito apropriada para o ciclista, bem como seu gerenciamento e atualizações
Percepção Ciclovias	Aparência	Rotas com integração ao ambiente circundante com a existência de paisagens, arborizações, contato com a natureza e temperaturas agradáveis
	Segurança	Rotas em locais sem potenciais para atos criminosos e roubos, bem como baixo número de acidentes rodoviários
Facilidades Ciclovias	Postos de serviço	Rotas contendo locais de atendimento emergencial, paradas para alimentação, higiene e manutenção da bicicleta ao longo do trajeto
	Suporte	Existência de bicicletários, vestiários e demais serviços seguros e acessíveis nos locais de chegada de trabalho, estudo, shoppings e áreas de lazer

### 2.3.3 Terceira etapa: desenvolvimento do questionário com uso do método AHP

Dado a escolha dos critérios e elementos cicloviários para serem objetos de avaliação da infraestrutura cicloviária, foi desenvolvido um questionário com vistas a obter os seus respectivos níveis de importância.

A coleta de dados tem objetivo de identificar a percepção do entrevistado de diferentes localidades brasileiras, independente da aderência e conhecimento do sistema cicloviário proposto. A análise dos dados leva em conta a aplicação adaptada do método AHP com auxílio de métodos estatísticos para associar a amostragem da população com os níveis de importância elencados.

Optou-se por realizar um questionário online pela plataforma *Google Forms*, visto maior possibilidade de adesão devido o cenário de pandemia, sendo analisado e aprovado em 14 de janeiro de 2022 pelo Comitê de Ética em Pesquisas (CEP), sob CAAE: 52911521.2.0000.5504.

O questionário online foi dividido em cinco seções, e a seguir foram descritas, podendo ser consultado em sua íntegra no Apêndice A deste artigo.

#### 2.3.3.1 Primeira seção: critérios das redes cicloviárias

Na primeira seção do questionário foram coletadas informações sobre a percepção do entrevistado para fazer uma viagem de bicicleta em trechos rodoviários entre cidades de uma mesma região, em relação ao nível de importância dos quatro critérios já elencados: (i) projeto cicloviário, (ii) gestão cicloviária, (iii) percepção cicloviária e (iv) facilidades cicloviárias. Tais critérios foram descritos e ilustrados sob o olhar eficaz no que diz respeito ao sistema cicloviário proposto deste estudo, para assim obter melhor compreensão dos entrevistados.

Por tratar-se de um questionário remoto e sem obrigatoriedade de conhecimento técnico no objeto de estudo, nesta seção, a fim de simplificação aos entrevistados, conforme sintetizado no fluxograma da Figura 1, questiona-se apenas qual é (a) o mais importante e (b) o menos importante, classificações estas que foram utilizadas no método AHP, sendo balizadores para a matriz de comparação de pares e continuidade na aplicação.

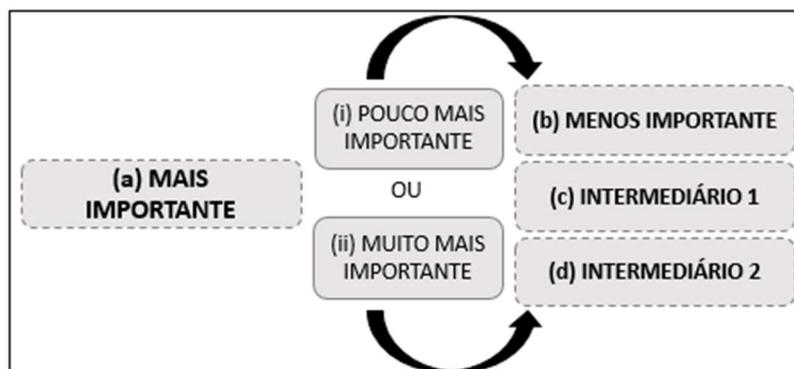
Figura 1: Fluxograma inicial de trabalho do método AHP



### 2.3.3.2 Segunda seção: comparação par a par dos critérios cicloviários

Posteriormente, a segunda seção foi automaticamente direcionada conforme a resposta da primeira seção, onde o entrevistado nesse momento determinou o nível de importância do critério escolhido “mais importante” em relação aos outros três critérios: não escolhidos (“intermediário 1” e “intermediário 2”) e o “menos importante”. As opções disponíveis nesta seção, ilustradas na Figura 2, foram: (i) pouco mais importante; ou (ii) muito mais importante.

Figura 2: Fluxograma de qualificação do “mais importante” do método AHP



Após finalizadas as duas seções iniciais, foi possível originar uma matriz AHP para cada entrevistado, conforme método proposto de níveis de importância, onde neste artigo foram estatisticamente analisados em relação aos pesos e médias de todos os entrevistados.

Para esta determinação da matriz AHP de cada entrevistado, a partir de Saaty (1977), descrito na Quadro 7, foi adaptada à pesquisa a pontuação de 1 a 5 com suas devidas definições e explicações, visando simplificar e adaptar o método para o questionário remoto, originando assim as pontuações descritas no Quadro 8.

Quadro 7: Escala de referência original para comparação dos critérios do método AHP

VALOR	DEFINIÇÃO	EXPLICAÇÃO
1	Igual importância	Os dois critérios contribuem de forma idêntica para o objetivo
3	Pouco mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é um pouco mais importante que o outro
5	Muito mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é claramente mais importante que o outro
7	Bastante mais importante	A análise e a experiência mostram que um dos critérios é predominante para o objetivo
9	Extremamente mais importante	Sem qualquer dúvida um dos critérios é absolutamente predominante para o objetivo
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Também podem ser utilizados

Fonte: Saaty (1977)

Quadro 8: Escala de referência adaptada para comparação dos critérios do método AHP

VALOR	DEFINIÇÃO	EXPLICAÇÃO
1	Igual importância	Os dois critérios contribuem de forma idêntica para o objetivo
2	Intermediário	Intermediário
3	Pouco mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é um pouco mais importante que o outro
4	Intermediário	Intermediário
5	Muito mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é claramente mais importante que o outro

Fonte: Adaptado de Saaty (1977)

Conforme pontuação elencada de 1 a 5, foi possível simplificar as combinações da matriz de pares 4 por 4, adaptando os parâmetros estabelecidos pelo método AHP. Em continuidade, visando uma tabulação dos dados, aplicou-se a função estatística de análise combinatória, identificando o número exato de combinações possíveis que cada entrevistado pode escolher.

Assim sendo, para cada critério ciclovitário, denominado como (a), a título de exemplo, se escolhido como “mais importante”, e (b) como sendo “menos importante”, será resultado na aplicação de análise combinatória, 12 combinações possíveis.

Em seguida, utilizando esse mesmo exemplo, o critério (a) escolhido como o “mais importante” é comparado com os outros três critérios: (b) “menos importante”, (c)

“intermediário 1” e (d) “intermediário 2”, os classificando como “pouco mais” ou “muito mais”, gerando assim mais 8 combinações possíveis.

Portanto, diante do número de combinações possíveis apresentadas, sendo para este estudo intitulado “cenário” que cada entrevistado pode escolher, o número total de combinações, aplicando a análise combinatória, é de 96 cenários, ou seja 96 possíveis matrizes de comparação de pares.

Para melhor compreensão da análise combinatória, as Figura 3 e Figura 4 ilustram os 8 cenários de comparação que o questionário é capaz de originar conforme exemplo acima sendo (a) “mais importante” e (b) como sendo “menos importante”.

Figura 3: Exemplo de cenário de comparação AHP: cenários de 1 a 4

<b>CENÁRIO 1</b>			<b>CENÁRIO 2</b>		
A	MAIS IMPORTANTE		A	MAIS IMPORTANTE	
B	MENOS IMPORTANTE	POUCO MAIS	B	MENOS IMPORTANTE	MUITO MAIS
C	INTERMEDIÁRIO 1	POUCO MAIS	C	INTERMEDIÁRIO 1	POUCO MAIS
D	INTERMEDIÁRIO 2	POUCO MAIS	D	INTERMEDIÁRIO 2	POUCO MAIS

<b>CENÁRIO 3</b>			<b>CENÁRIO 4</b>		
A	MAIS IMPORTANTE		A	MAIS IMPORTANTE	
B	MENOS IMPORTANTE	MUITO MAIS	B	MENOS IMPORTANTE	POUCO MAIS
C	INTERMEDIÁRIO 1	MUITO MAIS	C	INTERMEDIÁRIO 1	MUITO MAIS
D	INTERMEDIÁRIO 2	MUITO MAIS	D	INTERMEDIÁRIO 2	MUITO MAIS

Figura 4: Exemplo de cenário de comparação AHP: cenários de 5 a 8

CENÁRIO 5			CENÁRIO 6		
A	MAIS IMPORTANTE		A	MAIS IMPORTANTE	
B	MENOS IMPORTANTE	MUITO MAIS	B	MENOS IMPORTANTE	MUITO MAIS
C	INTERMEDIÁRIO 1	POUCO MAIS	C	INTERMEDIÁRIO 1	MUITO MAIS
D	INTERMEDIÁRIO 2	MUITO MAIS	D	INTERMEDIÁRIO 2	POUCO MAIS

CENÁRIO 7			CENÁRIO 8		
A	MAIS IMPORTANTE		A	MAIS IMPORTANTE	
B	MENOS IMPORTANTE	POUCO MAIS	B	MENOS IMPORTANTE	POUCO MAIS
C	INTERMEDIÁRIO 1	POUCO MAIS	C	INTERMEDIÁRIO 1	MUITO MAIS
D	INTERMEDIÁRIO 2	MUITO MAIS	D	INTERMEDIÁRIO 2	POUCO MAIS

A partir destes cenários explanados como combinações possíveis, exemplificados acima, foram determinadas as pontuações adaptadas do método AHP, sendo síntese da escala textual e numérica considerada, presentes no Apêndice B para consulta.

Já o arranjo dos pesos determinados, matriz de comparação de pares, pesos de cada critério, índices de consistência (C.I.) e valores numéricos, sendo estes resultados obtidos com a aplicação do método AHP, estão contidos no Apêndice C deste artigo para melhor compreensão.

### 2.3.3.3 Terceira seção: comparação dos elementos cicloviários

Na terceira seção, ainda utilizando o método AHP, é descrito e ilustrado no questionário, para cada um dos 4 “critérios cicloviários”, os 2 “elementos cicloviários” característicos, sendo para (i) projeto cicloviário: (i) geometria e (b) cruzamentos; para (ii) gestão cicloviária: (a) pavimento e (b) sinalização; para (iii) percepção cicloviária: (a) aparência e (b) segurança; para (iv) facilidades cicloviárias: (a) postos de serviços e (b) suporte.

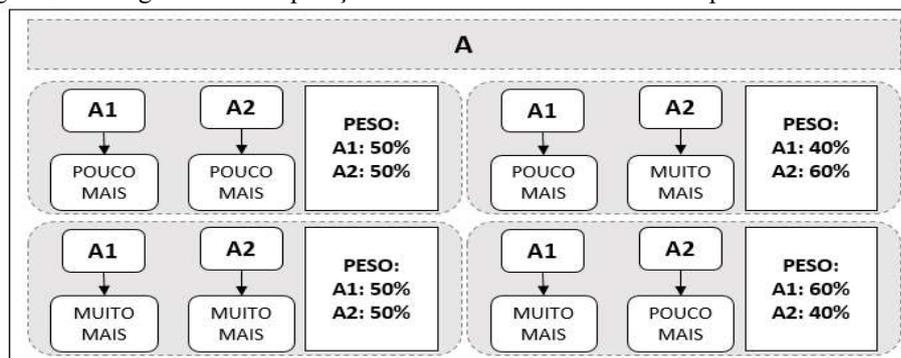
Nessa seção o entrevistado determinou, em cada elemento cicloviário, se o considera: “pouco importante” ou “muito importante”, somente permitindo a comparação entre eles.

A aplicação do método AHP consistiu somente na adaptação em relação à distribuição dos pesos. Os valores de mesmo peso: “pouco importante” ou “muito importante”, foram classificados de maneira igual, ou seja, 50% cada; e quando distintos, adotado pela autora, os pesos considerados foram de 60% para “muito importante” e 40% para “pouco importante”.

Conforme a matemática de combinações, foram 4 cenários para cada critério, sendo o total 16 possibilidades de resposta.

A título de exemplo, o fluxograma da Figura 5 simplifica quais os pesos conforme a comparação de dois elementos cicloviários de cada critério cicloviário, sendo “A” simbolizando o critério cicloviário, e “A1” e “A2” os seus dois respectivos elementos cicloviários.

Figura 5: Fluxograma de comparação dos elementos cicloviários adaptado do método AHP



#### 2.3.3.4 Quarta seção: características de deslocamento

Já na quarta seção, denominada “características de deslocamento”, foram coletadas características de deslocamento do entrevistado para compor a análise do que diz respeito a identificar o perfil dos possíveis usuários, sendo descritas no Quadro 9, objetivando as caracterizações dos respondentes na sequência do estudo.

Quadro 9: Síntese da quarta seção questionário - características de deslocamento

PERGUNTA	OPÇÕES DE RESPOSTAS	JUSTIFICATIVA
(i) Estado onde reside	Estados brasileiros	Localização de origem do entrevistado
(ii) Cidade onde reside	Resposta aberta	
(iii) Estuda e/ou trabalha em uma cidade diferente na qual reside	Sim ou não	Localização de destino do entrevistado
(iv) O(s) nome(s) da(s) cidade(s)/estado(s) que estuda e/ou trabalha	Resposta aberta	
(v) Possui veículo próprio que possa utilizar	Sim ou não	Possibilidade de deslocamento individual
(vi) Possui bicicleta que possa utilizar	Sim ou não	Perfil do entrevistado em relação ao uso da bicicleta

PERGUNTA	OPÇÕES DE RESPOSTAS	JUSTIFICATIVA
(vii) Qual o tipo de ciclista que o entrevistado se considera	Ciclista ativo (que utiliza a bicicleta para viagens cotidianas); Casual (que utiliza a bicicleta para lazer e exercício); Não ciclista (não utiliza a bicicleta para nenhuma finalidade)	
(ix) atividades que pratica em cidades próximas na qual reside.	Trabalho; estudo; motivos de saúde, como consultas médicas, hospitais, etc; fazer compras; visitar pessoas; frequentar atividades de lazer, shopping center, restaurantes, museus, etc; passear em áreas rurais, como cachoeiras, fazendas, trilhas, etc; não me desloco regularmente para outras cidades	Caracterização de viagens do entrevistado entre cidades

### 2.3.3.5 Quinta seção: informações do entrevistado

Por fim, a quinta e última seção do questionário foi caracterizada por perguntas de caráter pessoal sobre o entrevistado (a). Essa seção, explanada no Quadro 10, foi utilizada para compor a caracterização socioeconômica dos usuários aderentes ou não ao sistema cicloviário, objeto de estudo, também objetivando análises de caracterização dos participantes da pesquisa.

Quadro 10: Síntese da quinta seção questionário - informações do entrevistado

PERGUNTA	OPÇÕES DE RESPOSTAS
(i) Gênero	Feminino; Masculino; Outro (escrever)
(ii) Faixa etária	18-24 anos; 25-39 anos; 40-54 anos; 55-64 anos; 65 anos ou mais
(iii) Escolaridade	Ensino Fundamental; Ensino Médio; Ensino Superior; Pós-graduação; Outro (escrever)
(iv) Nº de pessoas que moram na residência (inclusive você)	De 1 a 10 ou mais
(v) Renda familiar (soma estimada de todas as pessoas que moram na sua residência, inclusive a sua)	Até R\$ 2.424,00 R\$ 2.424,00 - R\$ 4.848,00 R\$ 4.848,00 - R\$ 12.120,00 R\$ 12.120,00 - R\$ 24.240,00 Acima de R\$ 24.240,00
(vi) Possui conhecimento técnico sobre transporte cicloviário	Sim ou não

PERGUNTA	OPÇÕES DE RESPOSTAS
(vii) Se, em um cenário ideal com todos os elementos ciclovitários elencados, o entrevistado utilizaria em algum momento a bicicleta como meio de deslocamento para viagens diárias utilitárias (trabalho e/ou estudo) bicicleta entre cidades de uma mesma região	Sim ou não
(viii) Considerações, comentários, percepções, sugestões, entre outros, sobre o tema abordado neste questionário, para contribuição à pesquisa	Resposta aberta

### 2.3.4 Quarta etapa: aplicação do questionário online

A aplicação do questionário online foi iniciada posteriormente à aprovação do CEP, em 14 de janeiro de 2022, e finalizada em 30 de novembro de 2022, complementando assim a defesa final da pesquisa de mestrado.

O público alvo foi composto por quaisquer pessoas maiores de idade, residentes no Brasil, a fim de que o objetivo fosse alcançado com vistas a obter opiniões de diversas localidades brasileiras em relação a níveis de importância. Desta forma, o questionário era compatível para os respondentes de qualquer município brasileiro, constituintes ou não de realidades metropolitanas, pois entendeu-se que todas as cidades têm proximidades intermunicipais.

De forma mais detalhada, a população a ser estudada poderia ser de qualquer gênero, idade, escolaridade, renda per capita, capacidade técnica ou não no assunto referido e se possui experiência ou não com o ciclismo. Ademais, esperava-se obter dados de todas essas variabilidades presentes nos municípios brasileiros, a fim de que fosse possível relacionar as respostas obtidas às diversidades da amostra.

Visando o direito do participante de não responder, em todas as perguntas do questionário descrito, seja ela do método AHP ou de característica do entrevistado, havia a opção de “prefiro não informar”, exigido pelo CEP. Para esta análise do artigo, a opção “prefiro não informar” foi critério de exclusão total da entrevista se o entrevistado a escolhesse na primeira, segunda e terceira seção do questionário. Ademais, a exclusão poderia ocorrer também quando o entrevistado, mediante a sua solicitação, desejasse excluir sua participação posterior à finalização e envio do formulário.

Como já citado, a pesquisa foi realizada em ambiente virtual, com divulgação nas comunidades acadêmicas, redes sociais e, em especial, em grupos locais relacionados ao assunto. O convite para participação na pesquisa pode ser consultado no Apêndice D deste artigo, e foi divulgado com a utilização de listas que não permitam a identificação dos convidados, nem a visualização dos seus dados de contato (e-mail) por terceiros, obedecendo o sigilo pessoal. O objetivo foi obter o máximo de respostas possíveis.

Portanto, a aplicação do questionário obteve o total de 291 entrevistas. Como foram desconsideradas somente as respostas “prefiro não informar” na primeira, segunda e terceira seções, bem como as respostas duplicadas na primeira e segunda seção, as respostas válidas para utilização do método AHP foram o total de: na primeira e segunda seção, 248 entrevistas; e na terceira seção, o total de 290 entrevistas válidas.

A análise de dados levou em conta a aplicação do método AHP com auxílio de métodos estatísticos para associar a amostragem da população com os níveis de importância dos critérios cicloviários elencados, descritas no próximo capítulo.

## 2.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente capítulo, apresentou-se os principais resultados, contemplando os produtos descritos no item 2.3 MATERIAIS E MÉTODOS.

### 2.4.1 Análise estatística da aplicação do método AHP

Nessa primeira etapa de análise, foram tabuladas todas as respostas oriundas do questionário aplicado. Posteriormente, automatizou-se a planilha dos dados para que em cada linha, ou seja, cada entrevistado, fosse possível classificar nos cenários de 1 a 96, já determinados pelo número de possibilidades de comparação estatística dos critérios cicloviários (primeira e segunda seção do questionário). Se o entrevistado considerou “prefiro não informar”, como já descrito como critério de exclusão, esta linha foi descartada para continuidade da análise.

Em seguida, obteve-se a matriz de comparação de pares respectiva de cada entrevistado. Desta forma, pela aplicação estatística própria do método AHP, foram já determinados os (i) pesos de cada critério cicloviário, denominado pelo “*Weights (Eigen Vector)*”, bem como seu (ii) Índice de Consistência, “*CI (Eigen Value)*” e (iii) Valor Máximo, “*Maximum Eigen Value*”.

O mesmo foi feito para respostas válidas dos elementos cicloviários de cada entrevistado, onde houve somente a distribuição dos pesos por comparação, sem valores das

matrizes. Caso o entrevistado considerasse a opção “prefiro não informar”, este foi também excluído dos dados agregados.

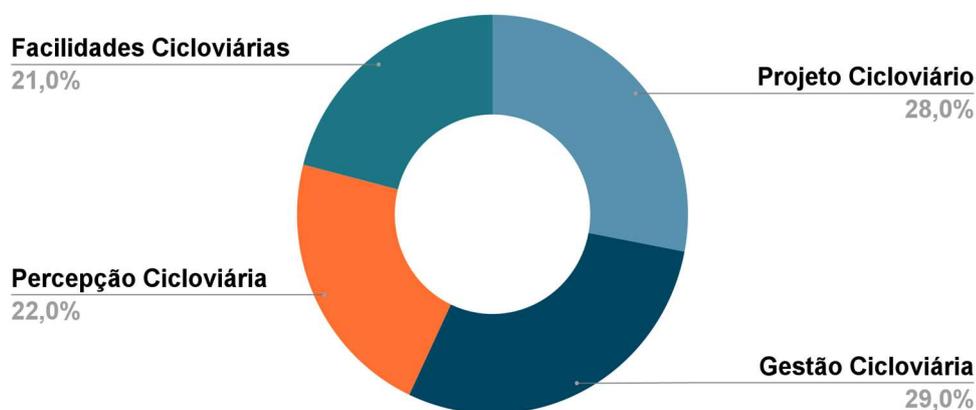
A partir disso, foram feitas a média aritmética de todas as entrevistas válidas para cada critério e elemento ciclovitário, sendo os resultados obtidos apresentados no Quadro 11.

Quadro 11: Resultado final da aplicação do método AHP - instrumento de avaliação ciclovitária

CRITÉRIO	PESO	ELEMENTO	PESO
(i) Projeto Ciclovitário	0,28	Geometria	0,48
		Cruzamentos	0,52
(ii) Gestão Ciclovitária	0,29	Pavimento	0,50
		Sinalização	0,50
(iii) Percepção Ciclovitária	0,22	Aparência	0,45
		Seguridade	0,55
(iv) Facilidades Ciclovitárias	0,21	Postos de Serviço	0,49
		Suporte	0,51

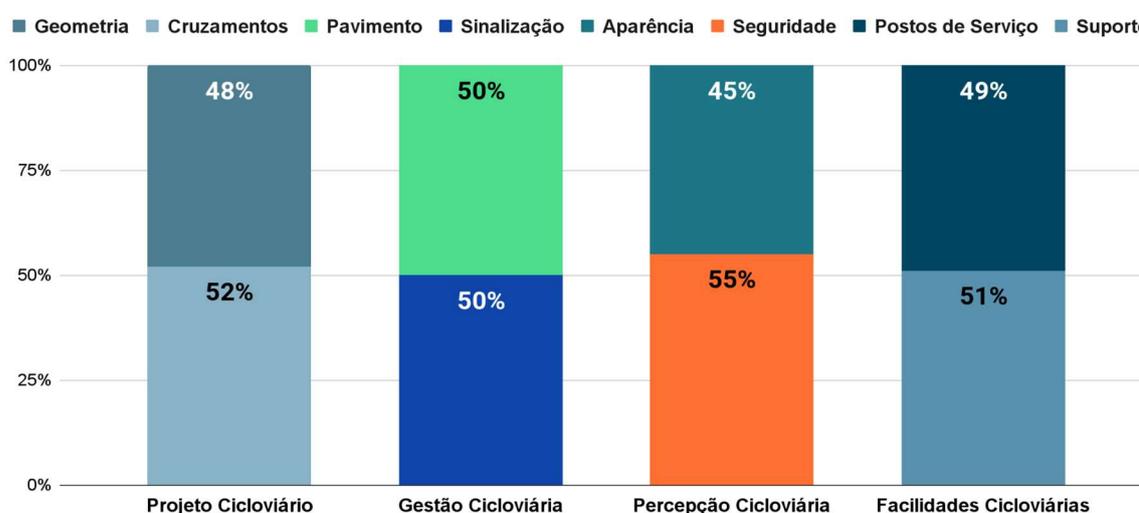
Com finalidade de análise, elaborou-se o gráfico da Figura 6, contendo o resultado final do questionário aplicado. Observa-se que o critério ciclovitário que teve maior peso foi o da gestão ciclovitária (0,29), bem próximo ao critério de projeto ciclovitário (0,28). Já as facilidades ciclovitárias foram a de menor peso (0,21), também com grande proximidade a percepção ciclovitária (0,22).

Figura 6: Hierarquia de importância dos critérios ciclovitários



Para a análise dos elementos cicloviários, conforme gráfico da Figura 7, foram também ilustrados os seus respectivos pesos. O projeto cicloviário teve sua distribuição de 48% para geometria e 52% para cruzamentos. Em relação aos elementos da gestão cicloviária, o pavimento e sinalização obtiveram o mesmo peso, ou seja, 50% cada. Já para a percepção cicloviária, a aparência teve peso de 45% e a seguridade 55%. E por fim, as facilidades cicloviárias tiveram peso 49% para os postos de serviço e 51% para o suporte.

Figura 7: Hierarquia de importância dos elementos cicloviários



Por conseguinte, nota-se que os critérios e elementos cicloviários, apesar de serem integralmente sobre a infraestrutura cicloviária, são bastante heterogêneos. Todavia, houve uma grande similaridade com os pesos do critério cicloviário de projeto e gestão. Da mesma forma, houve proximidade nos pesos do critério de percepção e facilidades cicloviárias, ou seja, semelhança em relação a qualidade visual e perceptiva do ambiente circundante com todos os serviços disponíveis. Tais fatores podem se justificar por se tratar de aspectos fisicamente visíveis e de grande relevância, sendo a avaliação caracterizada por qualquer pessoa, sendo ela usuária ou não do transporte por bicicletas.

Com vistas a analisar estatisticamente se houve diferença na hierarquia dos critérios cicloviários com a aplicação do questionário, originado através da média de todos os entrevistados válidos, optou-se por aplicar o teste não-paramétrico de qui-quadrado de *Pearson*.

O teste de associação qui-quadrado é um método que permite testar a significância da associação entre duas variáveis qualitativas, bem como avaliar a associação existente entre variáveis qualitativas (BARBETTA, 2002). O objetivo dessa aplicação foi comparar proporções, ou seja, possíveis divergências entre as frequências observadas e esperadas entre os critérios cicloviários.

Para tal aplicação, a hipótese nula ( $H_0$ ) adotada foi de que não haveria associação entre a distribuição de frequências entre os critérios. Já para a hipótese alternativa ( $H_1$ ), caso aceita, haveria associação entre a distribuição de frequências entre os critérios, ou seja, diferenças estatísticas entre os critérios cicloviários.

Em relação ao nível de significância ( $\alpha$ ) para a rejeição da hipótese nula, parte da aplicação do teste qui-quadrado, foi estabelecido nesse estudo em 5% ( $P=0,05$ ).

Em continuidade, ao analisar os resultados determinados pelos critérios cicloviários de cada entrevistado, a fim de agregá-los em intervalos de frequência com valores significativos para aplicação do teste qui-quadrado, determinou-se os intervalos de frequência: (i) 0 a 0,15, (ii) 0,15 a 0,30, (iii) 0,30 a 0,45, e (iv) 0,45 a 0,60, bem como os respectivos valores de cada critério e o valor esperado, ou seja, a média dos valores dos critérios. Tais valores descritos podem ser consultados no Apêndice E deste artigo para melhor compreensão.

Por fim, aplicou-se o teste qui-quadrado para cada critério cicloviário, contido no Quadro 12, onde os resultados foram inferiores a 5%, ou seja, o  $H_0$  foi rejeitado, aceitando assim que os valores são estatisticamente diferentes entre eles. Isto é, houve diferenças estatísticas entre os critérios cicloviários na frequência dos dados oriundos da percepção dos entrevistados, apesar de todos os critérios e elementos cicloviários elencados serem de extrema relevância sob a ótica da segurança e infraestrutura oferecida para o usuário.

Quadro 12: Aplicação do teste qui-quadrado de Pearson - critérios cicloviários

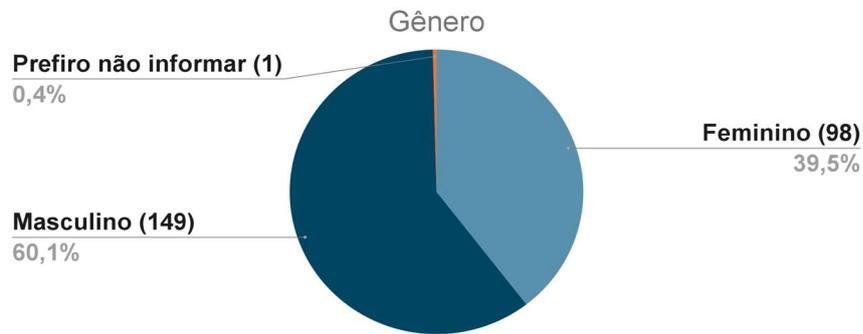
PROJETO	GESTÃO	PERCEPÇÃO	FACILIDADES	P-VALOR	RESULTADO
0,0361421%	0,0000981%	4,6010022%	0,0000035%	5%	Rejeito $H_0$

#### 2.4.2 Análise do perfil dos entrevistados

No que diz respeito a análise dos entrevistados em relação ao nível de importância, foi realizada uma caracterização do total de 248 respostas válidas, em relação a média geral da amostra, ou seja, o peso de cada critério cicloviário dos seguintes parâmetros dos respondentes: (i) Gênero; (ii) Faixa etária; (iii) Escolaridade; (iv) Renda familiar; (vi) Conhecimento técnico sobre o tema; e (vii) Potenciais usuários do sistema proposto. As respostas denominadas “prefiro não informar” foram desconsideradas da análise com a média geral por serem amostras de menor quantidade.

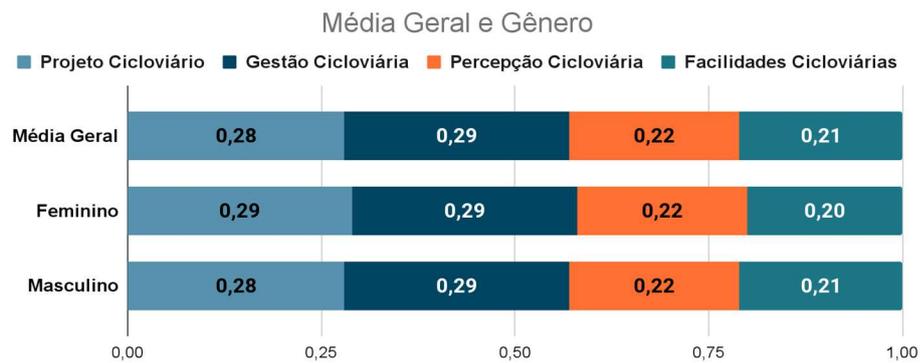
Para o (i) Gênero, o gráfico da Figura 8 ilustra a respectiva distribuição da amostra, sendo de maior número os entrevistados do sexo masculino.

Figura 8: Gênero - análise do perfil dos entrevistados



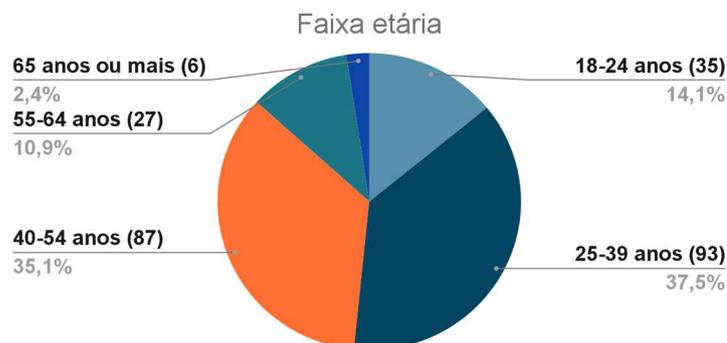
Em relação a hierarquia de importância da amostra do (i) Gênero, conforme ilustrado no gráfico da Figura 9, foi de mesma ordem de importância comparada à média geral para os entrevistados masculinos, e bastante semelhante para as entrevistadas femininas.

Figura 9: Gênero - hierarquia de importância dos critérios cicloviários



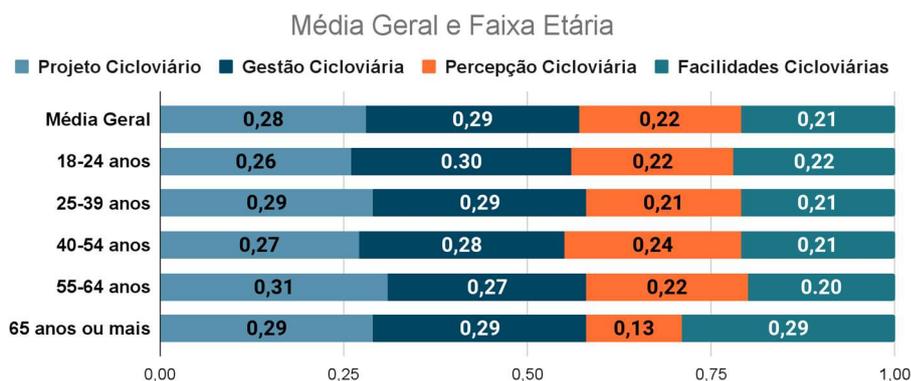
Para a (ii) Faixa etária, conforme gráfico da Figura 10, as maiores amostras foram nos entrevistados com idade entre 25-39 anos, e, em seguida, idades entre 40-54 anos.

Figura 10: Faixa etária - análise do perfil dos entrevistados



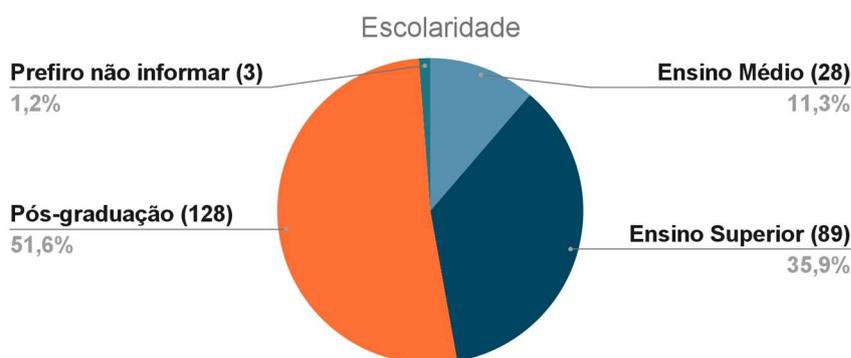
Em relação a hierarquia de importância da (ii) Faixa etária, como demonstra a Figura 11, comparado a média geral do instrumento, os pesos máximos (a) e mínimos (b) foram: (i) projeto cicloviário (a) 0,31 (55-64 anos) e (b) 0,26 (18-24); (ii) gestão cicloviária (a) 0,30 (18-24 anos) e (b) 0,27 (55-64 anos); (iii) percepção cicloviária (a) 0,24 (40-54 anos) e (b) 0,13 (65 anos ou mais); e (iv) facilidades cicloviárias (a) 0,29 (65 anos ou mais) e (b) 0,20 (55-64 anos).

Figura 11: Faixa etária - hierarquia de importância dos critérios cicloviários



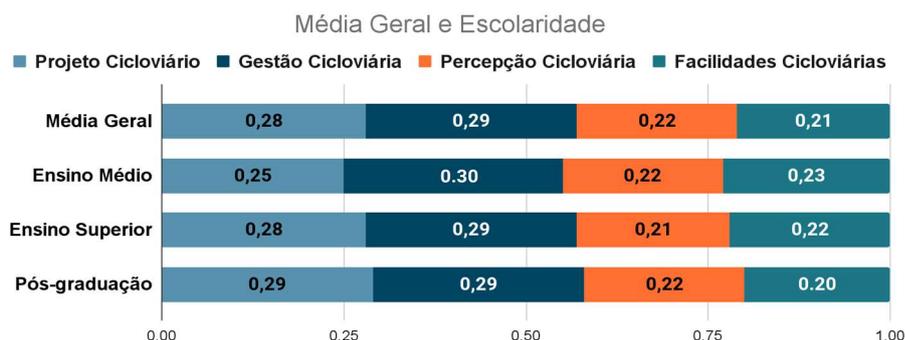
Para a (iii) Escolaridade, conforme gráfico da Figura 12, a maior amostra foi observada nos entrevistados que possuem pós-graduação.

Figura 12: Escolaridade - análise do perfil dos entrevistados



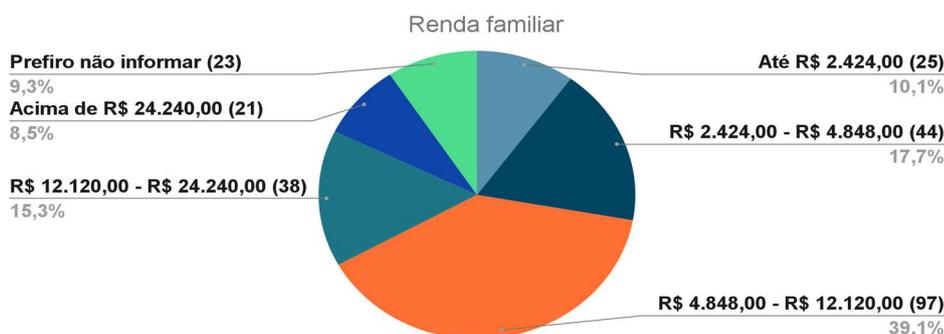
Para a (iii) Escolaridade, no que diz respeito a hierarquia de importância dos critérios cicloviários, ilustrado na Figura 13, comparado a média geral do instrumento, os pesos máximos (a) e mínimos (b) foram: (i) projeto cicloviário (a) 0,29 (pós) e (b) 0,25 (médio); (ii) gestão cicloviária (a) 0,30 (médio) e (b) 0,29 (superior e pós); (iii) percepção cicloviária (a) 0,22 (médio e pós) e (b) 0,21 (superior); e (iv) facilidades cicloviárias (a) 0,23 (médio) e (b) 0,20 (pós).

Figura 13: Escolaridade - hierarquia de importância dos critérios cicloviários



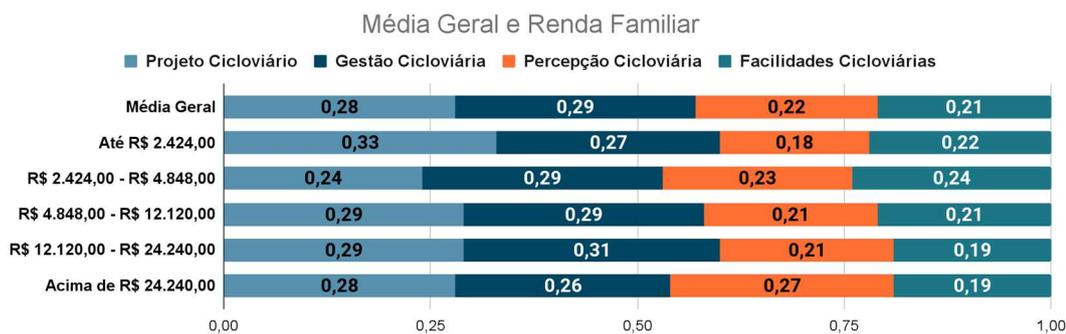
Em continuidade, para a (iv) Renda familiar, conforme gráfico da Figura 14, observou-se que a amostra maior foi dos entrevistados que se declararam na faixa de R\$4.848,00 a R\$12.120,00.

Figura 14: Renda familiar - análise do perfil dos entrevistados



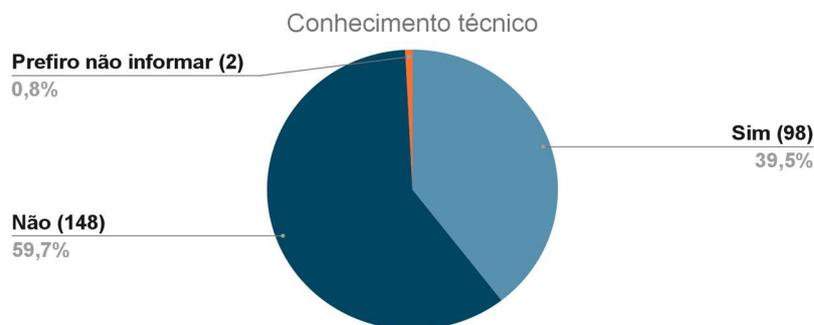
A respeito da hierarquia de importância dos critérios cicloviários para a (iv) Renda familiar, como mostra a Figura 15, em relação à média geral do instrumento, os pesos máximos (a) e mínimos (b) foram: (i) projeto cicloviário (a) 0,33 (até R\$ 2.424,00) e (b) 0,24 (R\$ 2.424,00 a R\$ 4.848,00); (ii) gestão cicloviária (a) 0,31 (R\$ 12.120,00 a R\$ 24.240,00) e (b) 0,26 (acima de R\$ 24.240,00); (iii) percepção cicloviária (a) 0,27 (acima de R\$ 24.240,00) e (b) 0,18 (até R\$ 2.424,00); e (iv) facilidades cicloviárias (a) 0,24 (R\$ 2.424,00 a R\$ 4.848,00) e (b) 0,19 (de R\$ 12.120,00 até acima de R\$ 24.240,00).

Figura 15: Renda familiar - hierarquia de importância dos critérios cicloviários



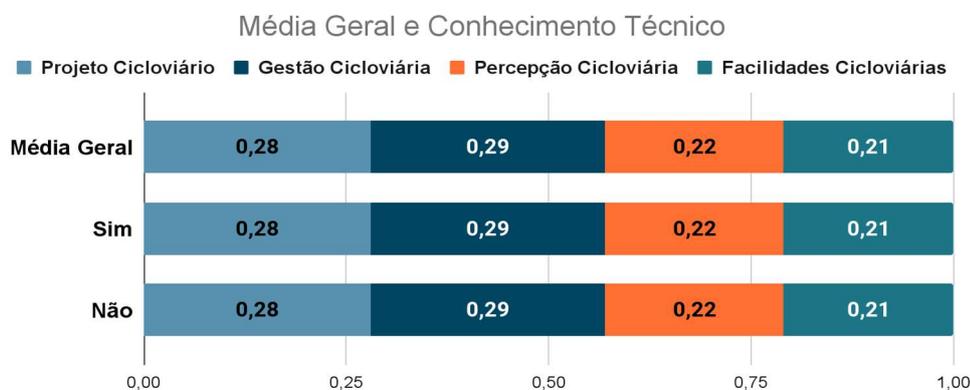
Para o (iv) Conhecimento técnico sobre o tema, conforme gráfico da Figura 16, grande parte da amostra, ou seja, 59,7% alegaram não ter nenhum conhecimento sobre o estudo.

Figura 16: Conhecimento técnico - análise do perfil dos entrevistados



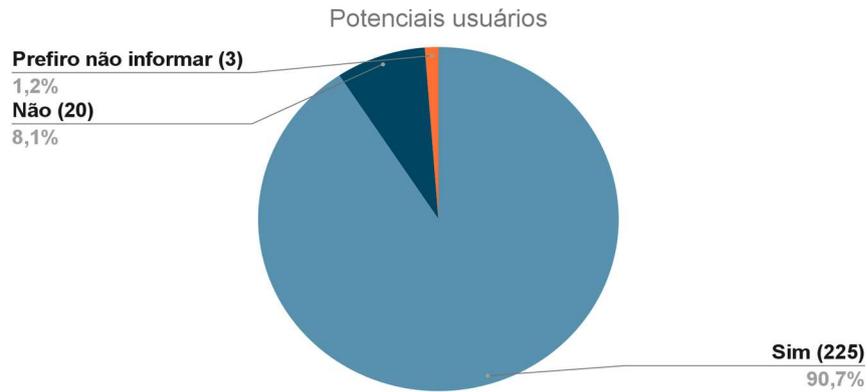
Em relação a hierarquia de importância dos critérios cicloviários do (iv) Conhecimento técnico sobre o tema, ilustrado na Figura 17, mesmo que quase 60% dos entrevistados não possuem o conhecimento técnico, não houve quaisquer alterações na média geral.

Figura 17: Conhecimento técnico - hierarquia de importância dos critérios cicloviários



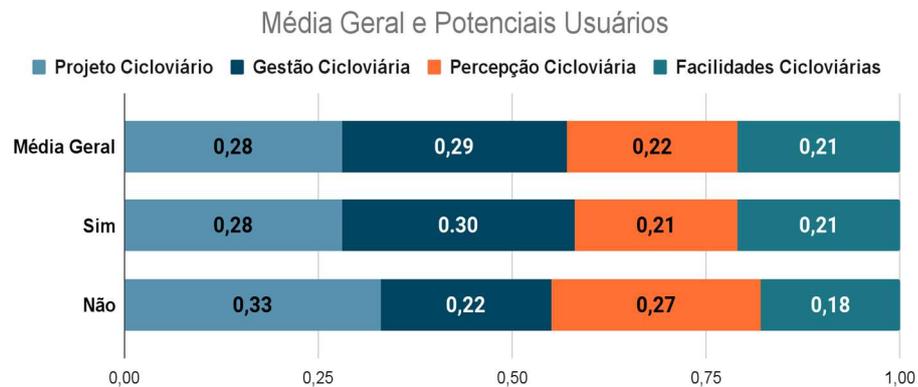
Já os (vii) potenciais usuários, conforme gráfico da Figura 18, mais de 90% dos entrevistados alegaram possivelmente aderir ao sistema proposto neste estudo.

Figura 18: Potenciais usuários - análise do perfil dos entrevistados



Por fim, como mostra a Figura 19, a hierarquia de importância para os (vii) Potenciais usuários, em relação a média geral do instrumento, os pesos máximos (a) e mínimos (b) foram: (i) projeto cicloviário (a) 0,33 (não aderir) e (b) não houve valor mínimo; (ii) gestão cicloviária (a) 0,30 (aderir) e (b) 0,22 (não aderir); (iii) percepção cicloviária (a) 0,21 (aderir) e (b) 0,27 (não aderir); e (iv) facilidades cicloviárias (a) não houve valor máximo e (b) 0,18 (não aderir).

Figura 19: Potenciais usuários - hierarquia de importância dos critérios cicloviários



Em síntese, conclui-se que além da hierarquia de importância resultante da média geral de todas as respostas válidas, dada a análise em relação ao perfil dos entrevistados, houve também diferentes pesos para uma avaliação da infraestrutura cicloviária conforme os perfis socioeconômicos.

### 2.4.3 Análise estatística do perfil dos entrevistados

Com vistas a analisar estaticamente a significância da associação entre as duas variáveis qualitativas: (i) critérios cicloviários e (ii) características socioeconômicas do perfil dos entrevistados, aplicou-se novamente o teste não-paramétrico qui-quadrado.

A hipótese nula (H0) adotada foi de que não haveria associação entre a distribuição de frequências nas variáveis dos critérios cicloviários e a variável socioeconômica analisada. Já para a hipótese alternativa (H1), caso aceita, haveria associação entre as variáveis analisadas, ou seja, diferenças estatísticas. Adotou-se para a aplicação do teste qui-quadrado o mesmo nível de significância ( $\alpha$ ) para a rejeição da hipótese nula, isto é, 5% ( $P=0,05$ ).

Como parte da aplicação do teste qui-quadrado, para analisar os resultados determinados pelos critérios cicloviários de cada entrevistado em seu respectivo fator socioeconômico, os intervalos de frequência com valores significativos foram: (i) 0 a 0,20; (ii) 0,20 a 0,40; e (iii) 0,40 a 0,60, adotando assim, para esta aplicação, o valor mínimo presente nas frequências determinadas de 10 entrevistados, visando maior eficiência do teste.

À vista disso, foi necessário agregar algumas categorias analisadas visando atingir o valor mínimo, sendo os fatores socioeconômicos: (i) idade, com a união da faixa etária de 18 a 24 anos com o intervalo de 25 a 39 anos, e a faixa etária de intervalo de 40 a 54 anos com as demais idades acima desses valores; (ii) escolaridade, com a união das categorias de ensino médio e superior; e (iii) renda, com a somatória das categorias de até 4 salários mínimos, e de 4 salários mínimos com as demais faixas salariais.

As descrições supracitadas podem ser consultadas no Apêndice F deste artigo. Como resultado, determinado estatisticamente que os dados categóricos observados não foram provenientes de uma distribuição igual quando aplicado o teste qui-quadrado, o Quadro 13 apresenta quais critérios tiveram o H0 como sendo uma hipótese aceita ou rejeitada.

Quadro 13: Aplicação do teste qui-quadrado de Pearson - perfis socioeconômicos

PERFIL SÓCIO-ECONÔMICO	PROJETO CICLOVIÁRIO	GESTÃO CICLOVIÁRIA	PERCEPÇÃO CICLOVIÁRIA	FACILIDADES CICLOVIÁRIAS
GÊNERO	3,93%	6,72%	5,06%	5,08%
FAIXA ETÁRIA	86,34%	51,87%	69,40%	32,99%
ESCOLARIDADE	47,21%	82,55%	35,76%	38,19%
RENDA FAMILIAR	0,02%	0,01%	0,02%	0,01%
CONHECIMENTO TÉCNICO	5,69%	6,50%	5,48%	1,72%
POTENCIAIS USUÁRIOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>LEGENDA:</b>				
ACEITA H0				
REJEITA H0				

Por fim, após a aplicação do teste qui-quadrado, foi possível afirmar que estatisticamente houve diferenças entre critérios cicloviários e perfis socioeconômicos, destacados como “rejeita H0”, ou seja, entre os todos critérios cicloviários considerando renda

e potenciais usuários, no critério de projeto cicloviário para o gênero, e, por fim, no critério de facilidades cicloviárias para o conhecimento técnico no assunto referido.

## 2.5 CONCLUSÕES

Constatou-se que há inúmeros benefícios que a bicicleta como modo de transporte pode proporcionar às viagens pendulares em realidades metropolitanas, tanto no Brasil como em cenários internacionais, sendo ela reconhecida como veículo, incorporando a hierarquia na circulação viária e, ademais, as relações de fragilidade existentes no trânsito.

Contudo, observou-se que o uso da bicicleta neste cenário metropolitano, exige ao sistema de transporte cicloviário uma eficácia na sua infraestrutura, sendo esta uma realidade regulamentada e incentivada, pautada por manuais e leis, de competência aos órgãos e entidades rodoviários à promover a segurança dos respectivos usuários.

Portanto, os critérios e elementos elencados neste estudo, correspondentes à avaliação cicloviária, tiveram como base o referencial teórico e objetivaram, sob a ótica da segurança dos ciclistas, uma alta qualidade na infraestrutura cicloviária de fatores relacionados a coerência, objetividade, conforto e atratividade, que uma rede cicloviária entre cidades inseridas no contexto metropolitano pode proporcionar à sua eficácia.

O instrumento de avaliação cicloviária foi desenvolvido por meio da aplicação de um questionário com uso adaptado do método AHP, onde foi possível determinar, através da percepção pessoal dos entrevistados, a média geral dos entrevistados, dando origem às hierarquias de importância dos critérios e elementos já considerados de extrema relevância para a infraestrutura de uma rede cicloviária no contexto deste estudo.

Nota-se que, pela conduta escolhida do AHP através do questionário online, não foi possível realizar a aplicação pessoal com cada entrevistado, sendo esta característica original do método.

No que diz respeito a análise das características socioeconômicas do perfil dos entrevistados, identificou-se que a amostra foi composta pela maioria do sexo masculino, de idade entre 25-54 anos, com pós-graduação, renda familiar de R\$4.848,00 a R\$12.120,00 e sem conhecimento técnico sobre o assunto. Ademais, mais de 90% dos entrevistados disseram aderir ao sistema proposto neste estudo.

Assim sendo, relacionou-se a média geral dos entrevistados com as respostas obtidas de cada característica socioeconômica dos entrevistados, e diante da diversidade da amostra, observou-se diferenças máximas e mínimas nos pesos dos critérios e elementos cicloviário,

podendo também subsidiar o instrumento de avaliação cicloviária conforme a área e aprofundamento de estudo desejado.

Por conseguinte, por meio de uma análise estatística através da média geral de todos os entrevistados, observou-se que os pesos dos critérios foram diferentes entre si. Já considerando o perfil socioeconômico dos entrevistados, observou-se que houve diferenças entre os todos critérios cicloviários considerando renda e potenciais usuários, bem como no critério de projeto cicloviário para o gênero e no critério de facilidades cicloviárias para o conhecimento técnico no assunto referido.

Em conclusão, o instrumento de avaliação cicloviária elaborado contribuiu aos órgãos competentes à eficácia das redes cicloviárias entre cidades inseridas no contexto metropolitano, visando garantir a segurança dos ciclistas para viagens pendulares, e colaborando para a melhoria desse sistema de transporte, podendo subsidiar tomadas de decisões de planejamentos para elaboração de redes cicloviárias sob a ótica da segurança na área metropolitana desejada.

**APÊNDICE A: Questionário online *Google Forms***

# Diretrizes para Implantação de Redes Cicloviárias frente às Interfaces Urbano-rodoviárias utilizando Geotecnologias

Olá,

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada: “Diretrizes para implantação de redes cicloviárias frente às interfaces urbano-rodoviárias utilizando geotecnologias”, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos (PPGEU/UFSCar).

O objetivo da pesquisa é identificar a importância dos critérios das REDES CICLOVIÁRIAS para fazer uma viagem de bicicleta em trechos rodoviários entre cidades de uma mesma região.

Para responder o QUESTIONÁRIO ONLINE é preciso que você tenha mais de 18 anos e resida em território brasileiro. O tempo de preenchimento é de aproximadamente 10 minutos. NÃO é necessário ter capacidade técnica no assunto referido e experiência com o ciclismo.

Caso concorde em contribuir à pesquisa, ao prosseguir você terá acesso ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFSCar, no qual deverá ser lido e autorizado para dar início a este questionário, onde, ao informar o e-mail solicitado abaixo, será também enviado uma cópia.

Dica: se está no celular, coloque-o no modo PAISAGEM.

**\*Obrigatório**

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Leia o termo abaixo e selecione que está de acordo ou não em realizar esta pesquisa:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE  
TECNOLOGIA - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL - PROGRAMA DE PÓS  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DE REDES CICLOVIÁRIAS FRENTE ÀS INTERFACES  
URBANO-RODOVIÁRIAS UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS

Eu, Maria Paula Rosa Freato, estudante do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, o(a) convido a participar da pesquisa “Diretrizes para implantação de redes cicloviárias frente às interfaces urbano-rodoviárias utilizando geotecnologias” orientada pela Profa. Dra. Rochele Amorim Ribeiro.

A bicicleta, como exemplo de escolha dos meios de transporte não motorizados para o deslocamento da população, pode ser um considerável elemento de reordenação e reconfiguração do espaço urbano e da lógica social, além da capacidade de interagir

eficientemente nos sistemas de mobilidade urbana e ser um catalisador de melhoria ambiental. Muito se discute no cenário nacional e internacional sobre as viagens consideradas utilitárias por bicicleta no contexto urbano, contudo, o incentivo desse modal para movimentos cotidianos diários entre cidades próximas frente às interfaces urbano-rodoviárias com grandes potenciais econômicos pode surgir como opção ao incremento da mobilidade urbana sustentável. Portanto, o objetivo desta pesquisa é identificar, através da percepção dos entrevistados, quais são os níveis de importância dos critérios cicloviários elencados sob o olhar da segurança para viagens por bicicleta em trechos rodoviários entre cidades de uma mesma região, bem como a caracterização dos entrevistados concomitantemente a aderência ao sistema proposto.

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa por residir no Brasil e ter mais de 18 anos. NÃO é necessário que você tenha capacidade técnica no assunto referido e experiência com o ciclismo. Você foi selecionado como VOLUNTÁRIO, não havendo nenhum custo ou compensação financeira, e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Mesmo posterior à finalização e envio do formulário, você ainda poderá desistir e ter suas respostas removidas dos dados mediante ao contato disponibilizado no final deste texto. Sua recusa não trará nenhum prejuízo profissional, seja em sua relação à pesquisadora, à Instituição em que trabalha ou à UFSCar.

Sua participação na pesquisa consistirá em RESPONDER um QUESTIONÁRIO online na plataforma Formulários Google, com perguntas referentes a pesquisa referida, com duração aproximada de 10 minutos. Você estará livre para responder em tempo e lugar que julgar mais adequado, sendo seu progresso salvo através do seu e-mail, podendo ser restaurando até a sua finalização.

Este questionário está dividido em cinco seções. As três seções iniciais contém perguntas relacionadas à percepção do entrevistado(a) para fazer uma viagem de bicicleta em trechos rodoviários entre cidades de uma mesma região, em relação ao nível de importância dos critérios e elementos cicloviários. Posteriormente, nas duas seções finais, serão coletadas características pessoais de deslocamentos e informações de caráter pessoal. Todas as respostas são essenciais para a pesquisa e obrigatórias na estrutura do questionário, no entanto há também a opção “prefiro não informar”, visando o seu direito de não responder caso deseje.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) está inserido no formulário eletrônico e deve ser lido por você, que selecionará uma opção que informa a sua autorização ou recusa na participação da pesquisa. Ao selecionar a autorização para participação, corresponderá à assinatura deste Termo de Consentimento. Em caso de recusa, o formulário será fechado e sua participação interrompida.

Sua participação na pesquisa pode envolver algum desconforto relacionado ao tempo despendido com a realização da sessão e do preenchimento de questionários, sendo que fizemos o possível para minimizá-los. Em relação ao conteúdo dos questionários, os mesmos foram planejados de modo a evitar possíveis constrangimentos ou desconfortos, e caso ocorram você pode se recusar a responder ou mesmo interromper a sua participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo em sua relação com a instituição ou com a pesquisadora.

Suas RESPOSTAS serão tratadas de forma CONFIDENCIAL, ou seja, em nenhum momento será divulgado seu nome em qualquer fase do estudo. Você terá acesso aos resultados da pesquisa em qualquer momento que desejar. Sabendo das limitações

quanto à segurança total de dados armazenados em nuvem, o mais cedo possível será feito download do material e excluído o arquivo em rede. Os dados coletados poderão ter seus resultados divulgados em eventos, revistas e/ou trabalhos científicos, sem identificar os voluntários.

Os benefícios indiretos relacionados a sua participação na pesquisa serão a identificação dos níveis de importância em relação aos critérios e elementos cicloviários, com a possibilidade de definir redes cicloviárias entre cidades de uma mesma região nas interfaces rodoviárias, podendo auxiliar os órgãos responsáveis no planejamento seguro e sustentável em diversas realidades locais.

Você terá direito a indenização por qualquer tipo de dano resultante da sua participação na pesquisa.

Você receberá uma CÓPIA DESTA TERMO no e-mail informado, que deverá ser guardado, onde consta o telefone e o endereço da pesquisadora principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Caso deseje, você poderá solicitar uma via deste termo, por e-mail, rubricada em todas as páginas pela pesquisadora, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento pelo e-mail indicado abaixo.

Este projeto de pesquisa foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP):  
Título da Pesquisa: DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DE REDES CICLOVIÁRIAS FRENTE ÀS INTERFACES URBANO-RODOVIÁRIAS UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS  
Pesquisador Responsável: MARIA PAULA ROSA FREATO  
Versão: 2  
CAAE: 52911521.2.0000.5504  
Submetido em: 06/12/2021  
Instituição Proponente: Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Situação da Versão do Projeto: Aprovado em 06/01/2022

Dados para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):

Pesquisador Responsável: Maria Paula Rosa Freato

Endereço: Rodovia Washington Luís, km 235 - Caixa Postal 676 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP - Brasil

Contato telefônico: (16) 3351-8295; E-mail: [mariafreato@estudante.ufscar.br](mailto:mariafreato@estudante.ufscar.br)

1. Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo \*  
em participar. A pesquisadora me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís, km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP. E-mail: [cephumanos@ufscar.br](mailto:cephumanos@ufscar.br). Telefone (16) 3351-9685. Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

*Marcar apenas uma oval.*

Entendi e concordo em participar

Não concordo e não participarei

## CRITÉRIOS DAS REDES CICLOVIÁRIAS

Estas questões referem-se aos critérios das REDES CICLOVIÁRIAS para fazer uma viagem de bicicleta em trechos rodoviários entre cidades de uma mesma região.

2. 1) Qual desses CRITÉRIOS você considera o MAIS IMPORTANTE para fazer uma viagem de bicicleta em trechos rodoviários entre cidades de uma mesma região? \*



Marcar apenas uma oval.

- Figura a. Projeto cicloviário: geometria e cruzamentos *Pular para a pergunta 4*
- Figura b. Gestão cicloviária: pavimento e sinalização *Pular para a pergunta 7*
- Figura c. Percepção cicloviária: aparência e seguridade *Pular para a pergunta 10*
- Figura d. Facilidades cicloviárias: postos de serviço e suporte *Pular para a pergunta 13*
- Prefiro não informar *Pular para a pergunta 16*

3. 2) Dos mesmos CRITÉRIOS, qual você considera o MENOS IMPORTANTE? \*

Marcar apenas uma oval.

- Figura a. Projeto cicloviário: geometria e cruzamentos
- Figura b. Gestão cicloviária: pavimento e sinalização
- Figura c. Percepção cicloviária: aparência e segurança
- Figura d. Facilidades cicloviárias: postos de serviço e suporte
- Prefiro não informar

### PROJETO CICLOVIÁRIO

Considerando que para você o PROJETO CICLOVIÁRIO é o MAIS IMPORTANTE para fazer uma viagem de bicicleta em trechos rodoviários entre cidades de uma mesma região, compare:

4. 3) O QUÃO IMPORTANTE o PROJETO CICLOVIÁRIO (figura a) é em relação a GESTÃO CICLOVIÁRIA (figura b)? \*



Marcar apenas uma oval.

- O projeto cicloviário (figura a) é pouco mais importante do que a gestão cicloviária (figura b)
- O projeto cicloviário (figura a) é muito mais importante do que a gestão cicloviária (figura b)
- Prefiro não informar

5. 4) O QUÃO IMPORTANTE o PROJETO CICLOVIÁRIO (figura a) é em relação a PERCEPÇÃO CICLOVIÁRIA (figura c)? \*



Marcar apenas uma oval.

- O projeto cicloviário (figura a) é pouco mais importante do que a percepção cicloviária (figura c)
- O projeto cicloviário (figura a) é muito mais importante do que a percepção cicloviária (figura c)
- Prefiro não informar

6. 5) O QUÃO IMPORTANTE o PROJETO CICLOVIÁRIO (figura a) é em relação as FACILIDADES CICLOVIÁRIAS (figura d)? \*



Marcar apenas uma oval.

- O projeto cicloviário (figura a) é pouco mais importante do que as facilidades cicloviárias (figura d) *Pular para a pergunta 16*
- O projeto cicloviário (figura a) é muito mais importante do que as facilidades cicloviárias (figura d) *Pular para a pergunta 16*
- Prefiro não informar *Pular para a pergunta 16*

### GESTÃO CICLOVIÁRIA

Considerando que para você a GESTÃO CICLOVIÁRIA é o MAIS IMPORTANTE para fazer uma viagem de bicicleta em trechos rodoviários entre cidades de uma mesma região, compare:

7. 3) O QUÃO IMPORTANTE a GESTÃO CICLOVIÁRIA (figura b) é em relação ao PROJETO CICLOVIÁRIO (figura a)?



Marcar apenas uma oval.

- A gestão cicloviária (figura b) é pouco mais importante do que o projeto cicloviário (figura a)
- A gestão cicloviária (figura b) é muito mais importante do que o projeto cicloviário (figura a)
- Prefiro não informar

8. 4) O QUÃO IMPORTANTE a GESTÃO CICLOVIÁRIA (figura b) é em relação a PERCEPÇÃO CICLOVIÁRIA (figura c)? \*



Marcar apenas uma oval.

- A gestão cicloviária (figura b) é pouco mais importante do que a percepção cicloviária (figura c)
- A gestão cicloviária (figura b) é muito mais importante do que a percepção cicloviária (figura c)
- Prefiro não informar

9. 5) O QUÃO IMPORTANTE a GESTÃO CICLOVIÁRIA (figura b) é em relação as FACILIDADES CICLOVIÁRIAS (figura d)? \*



Marcar apenas uma oval.

- A gestão cicloviária (figura b) é pouco mais importante do que as facilidades cicloviárias (figura d) *Pular para a pergunta 16*
- A gestão cicloviária (figura b) é muito mais importante do que as facilidades cicloviárias (figura d) *Pular para a pergunta 16*
- Prefiro não informar *Pular para a pergunta 16*

### PERCEPÇÃO CICLOVIÁRIA

Considerando que para você a PERCEPÇÃO CICLOVIÁRIA é o MAIS IMPORTANTE para fazer uma viagem de bicicleta em trechos rodoviários entre cidades de uma mesma região, compare:

10. 3) O QUÃO IMPORTANTE a PERCEPÇÃO CICLOVIÁRIA (figura c) é em relação ao PROJETO CICLOVIÁRIO (figura a)? \*



Marcar apenas uma oval.

- A percepção cicloviária (figura c) é pouco mais importante do que o projeto cicloviário (figura a)
- A percepção cicloviária (figura c) é muito mais importante do que o projeto cicloviário (figura a)
- Prefiro não informar

11. 4) O QUÃO IMPORTANTE a PERCEPÇÃO CICLOVIÁRIA (figura c) é em relação a GESTÃO CICLOVIÁRIA (figura b)? \*



Marcar apenas uma oval.

- A percepção cicloviária (figura c) é pouco mais importante do que a gestão cicloviária (figura b)
- A percepção cicloviária (figura c) é muito mais importante do que a gestão cicloviária (figura b)
- Prefiro não informar

12. 5) O QUÃO IMPORTANTE a PERCEPÇÃO CICLOVIÁRIA (figura c) é em relação as FACILIDADES CICLOVIÁRIAS (figura d)?

\*



Marcar apenas uma oval.

- A percepção cicloviária (figura c) é pouco mais importante do que as facilidades cicloviárias (figura d) *Pular para a pergunta 16*
- A percepção cicloviária (figura c) é muito mais importante do que as facilidades cicloviárias (figura d) *Pular para a pergunta 16*
- Prefiro não informar *Pular para a pergunta 16*

#### FACILIDADES CICLOVIÁRIAS

Considerando que para você as FACILIDADES CICLOVIÁRIAS são os MAIS IMPORTANTES para fazer uma viagem de bicicleta em trechos rodoviários entre cidades de uma mesma região, compare:

13. 3) O QUÃO IMPORTANTE as FACILIDADES CICLOVIÁRIAS (figura d) são em relação ao PROJETO CICLOVIÁRIO (figura a)?

\*



Marcar apenas uma oval.

- As facilidades cicloviárias (figura d) são pouco mais importantes do que o projeto cicloviário (figura a)
- As facilidades cicloviárias (figura d) são muito mais importantes do que o projeto cicloviário (figura a)
- Prefiro não informar

14. 4) O QUÃO IMPORTANTE as FACILIDADES CICLOVIÁRIAS (figura d) são em relação a GESTÃO CICLOVIÁRIA \* (figura b)?



Marcar apenas uma oval.

- As facilidades cicloviárias (figura d) são pouco mais importantes do que a gestão cicloviária (figura b)
- As facilidades cicloviárias (figura d) são muito mais importantes do que a gestão cicloviária (figura b)
- Prefiro não informar

15. 5) O QUÃO IMPORTANTE as FACILIDADES CICLOVIÁRIAS (figura d) são em relação a PERCEPÇÃO CICLOVIÁRIA (figura c)? \*



Marcar apenas uma oval.

- As facilidades ciclovias (figura d) são pouco mais importantes do que a percepção ciclovias (figura c) *Pular para a pergunta 16*
- As facilidades ciclovias (figura d) são muito mais importantes do que a percepção ciclovias (figura c) *Pular para a pergunta 16*
- Prefiro não informar *Pular para a pergunta 16*

#### ELEMENTOS CICLOVIÁRIOS

Estas questões referem-se aos ELEMENTOS CICLOVIÁRIOS relacionados aos critérios PROJETO, GESTÃO, PERCEPÇÃO E FACILIDADES, para fazer uma viagem de bicicleta em trechos rodoviários entre cidades de uma mesma região.

16. 6) Qual o nível de importância desses ELEMENTOS ilustrados em relação ao PROJETO CICLOVIÁRIO? \*



Marcar apenas uma oval por linha.

	Pouco importante	Muito importante	Prefiro não informar
<b>Figura a. GEOMETRIA</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Figura b. CRUZAMENTOS</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. 7) Qual o nível de importância desses ELEMENTOS ilustrados em relação a GESTÃO CICLOVIÁRIA? \*



Marcar apenas uma oval por linha.

	Pouco importante	Muito importante	Prefiro não informar
<b>Figura a. PAVIMENTO</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Figura b. SINALIZAÇÃO</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. 8) Qual o nível de importância desses ELEMENTOS ilustrados em relação a PERCEPÇÃO CICLOVIÁRIA? \*



Marcar apenas uma oval por linha.

	Pouco importante	Muito importante	Prefiro não informar
<b>Figura a. APARÊNCIA</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Figura b. SEGURIDADE</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. 9) Qual o nível de importância desses ELEMENTOS ilustrados em relação as FACILIDADES CICLOVIÁRIAS? \*



Marcar apenas uma oval por linha.

	Pouco importante	Muito importante	Prefiro não informar
<b>Figura a. POSTOS DE SERVIÇO</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Figura b. SUPORTE</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

#### CARACTERÍSTICAS DE DESLOCAMENTO

Estas questões referem-se a CARACTERÍSTICAS DE DESLOCAMENTO do entrevistado(a).

20. 10) Estado onde reside: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Acre (AC)
- Alagoas (AL)
- Amapá (AP)
- Amazonas (AM)
- Bahia (BA)
- Ceará (CE)
- Distrito Federal (DF)
- Espírito Santo (ES)
- Goiás (GO)
- Maranhão (MA)
- Mato Grosso (MT)
- Mato Grosso do Sul (MS)
- Minas Gerais (MG)
- Pará (PA)
- Paraíba (PB)
- Paraná (PR)
- Pernambuco (PE)
- Piauí (PI)
- Rio de Janeiro (RJ)
- Rio Grande do Norte (RN)
- Rio Grande do Sul (RS)
- Rondônia (RO)
- Roraima (RR)
- Santa Catarina (SC)
- São Paulo (SP)
- Sergipe (SE)
- Tocantins (TO)
- Prefiro não informar

21. 11) Cidade onde reside (Ex: São Carlos). Caso opte, escreva "prefiro não informar": \*

---

22. 12) Estuda e/ou trabalha em uma cidade diferente na qual reside? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Prefiro não informar

23. 13) SOMENTE se para a pergunta anterior sua resposta foi SIM, escreva o(s) nome(s) da(s) cidade(s)/estado(s) que você estuda e/ou trabalha (Ex: Ribeirão Preto/SP):

---

24. 14) Você ou algum membro de sua residência possui VEÍCULO MOTORIZADO PRÓPRIO (Ex: carro, \*  
motocicleta, etc.)?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Prefiro não informar

25. 15) Existe alguma BICICLETA que você possa utilizar em sua residência? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Prefiro não informar

26. 16) Qual o TIPO DE CICLISTA que VOCÊ se considera? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ciclista ativo: que utiliza a bicicleta para viagens cotidianas
- Ciclista casual: que utiliza a bicicleta para lazer e exercício
- Não ciclista: não utiliza a bicicleta para nenhuma finalidade
- Prefiro não informar
- Outro: \_\_\_\_\_

27. 17) Qual é o seu PRINCIPAL meio de deslocamento (o MAIS utilizado)? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- A pé
- Bicicleta
- Veículo individual próprio ou de membros da mesma residência (Ex: carro, motocicleta)
- Transporte público (Ex: ônibus, metrô, etc.)
- Transporte coletivo fretado (Ex: ônibus fornecido por terceiros, van estudantil, etc.)
- Táxi ou transporte por aplicativo (Ex: Uber, 99, etc.)
- Prefiro não informar
- Outro: \_\_\_\_\_

28. 18) Assinale uma ou mais alternativas de ATIVIDADES que pratica REGULARMENTE em cidades próximas na qual reside: \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Trabalho
- Estudo
- Motivos de saúde, como consultas médicas, hospitais, etc
- Fazer compras
- Visitar pessoas
- Frequentar atividades de lazer, shopping center, restaurantes, museus, etc
- Passear em áreas rurais, como cachoeiras, fazendas, trilhas, etc
- Não me desloco regularmente para outras cidades
- Prefiro não informar

#### INFORMAÇÕES DO ENTREVISTADO(A)

Estas questões referem-se a INFORMAÇÕES do entrevistado(a).

29. 19) Gênero: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Feminino
- Masculino
- Prefiro não informar
- Outro: \_\_\_\_\_

30. 20) Faixa etária: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- 18-24 anos
- 25-39 anos
- 40-54 anos
- 55-64 anos
- 65 anos ou mais
- Prefiro não informar

31. 21) Escolaridade: \*

*Marcar apenas uma oval.*

Ensino Fundamental

Ensino Médio

Ensino Superior

Pós-graduação

Prefiro não informar

Outro: \_\_\_\_\_

32. 22) Nº de pessoas moram na sua residência (inclusive você): \*

*Marcar apenas uma oval.*

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10 ou mais

Prefiro não informar

33. 23) Renda familiar (soma estimada de todas as pessoas que moram na sua residência, inclusive a sua): \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Até R\$ 2.424,00
- R\$ 2.424,00 - R\$ 4.848,00
- R\$ 4.848,00 - R\$ 12.120,00
- R\$ 12.120,00 - R\$ 24.240,00
- Acima de R\$ 24.240,00
- Prefiro não informar

34. 24) Você tem algum conhecimento técnico sobre transporte cicloviário? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Prefiro não informar

35. 25) Considerando uma REDE CICLOVIÁRIA ideal, com todos os elementos cicloviários abordados de PROJETO, GESTÃO, PERCEPÇÃO E FACILIDADES, entre cidades de uma mesma região, você utilizaria em algum momento a bicicleta como meio de deslocamento para viagens diárias utilitárias (trabalho e/ou estudo)? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Prefiro não informar

36. 26) Caso deseje, escreva abaixo seus comentários, percepções, sugestões, entre outras considerações sobre o tema abordado neste questionário a fim de contribuição à pesquisa:

---

---

---

---

---

O acesso as fontes das imagens utilizadas neste questionário estão disponíveis através no link:  
<https://drive.google.com/file/d/1Hcv5giFPw2JgGaEigQke7vKVSvtBdJvz/view?usp=sharing>

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

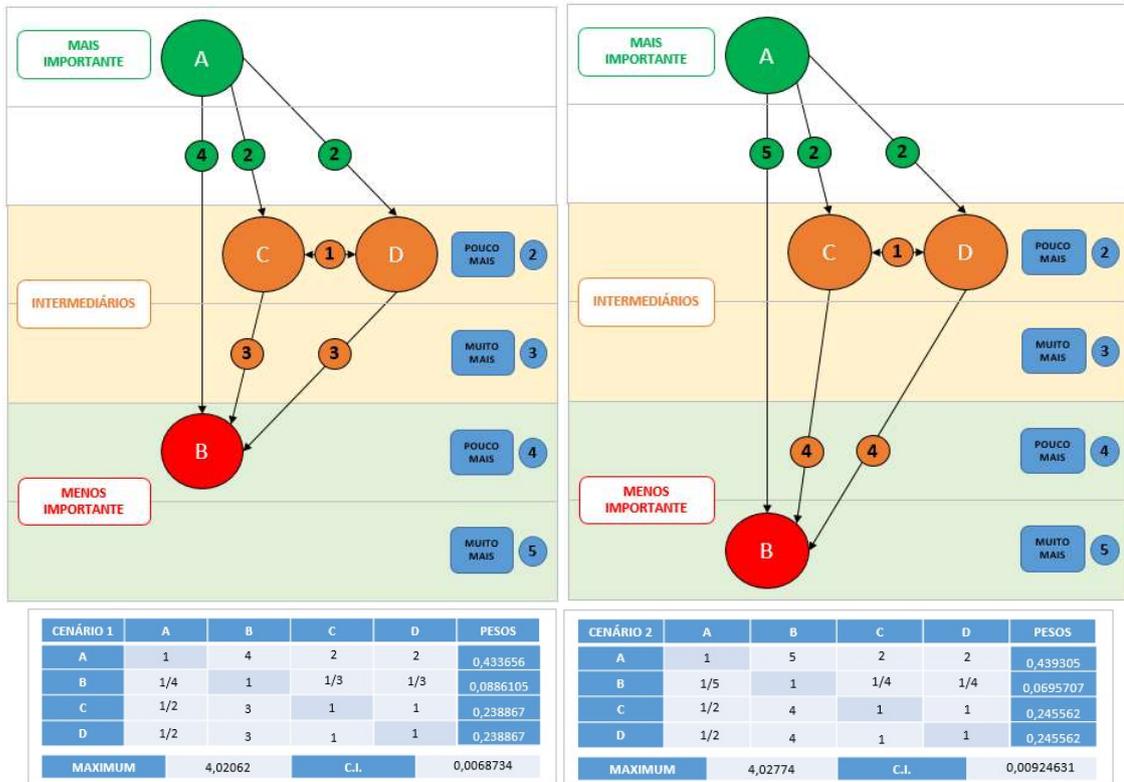
Google Formulários

**APÊNDICE B: Escala de referência numérica e textual adotada do método AHP**

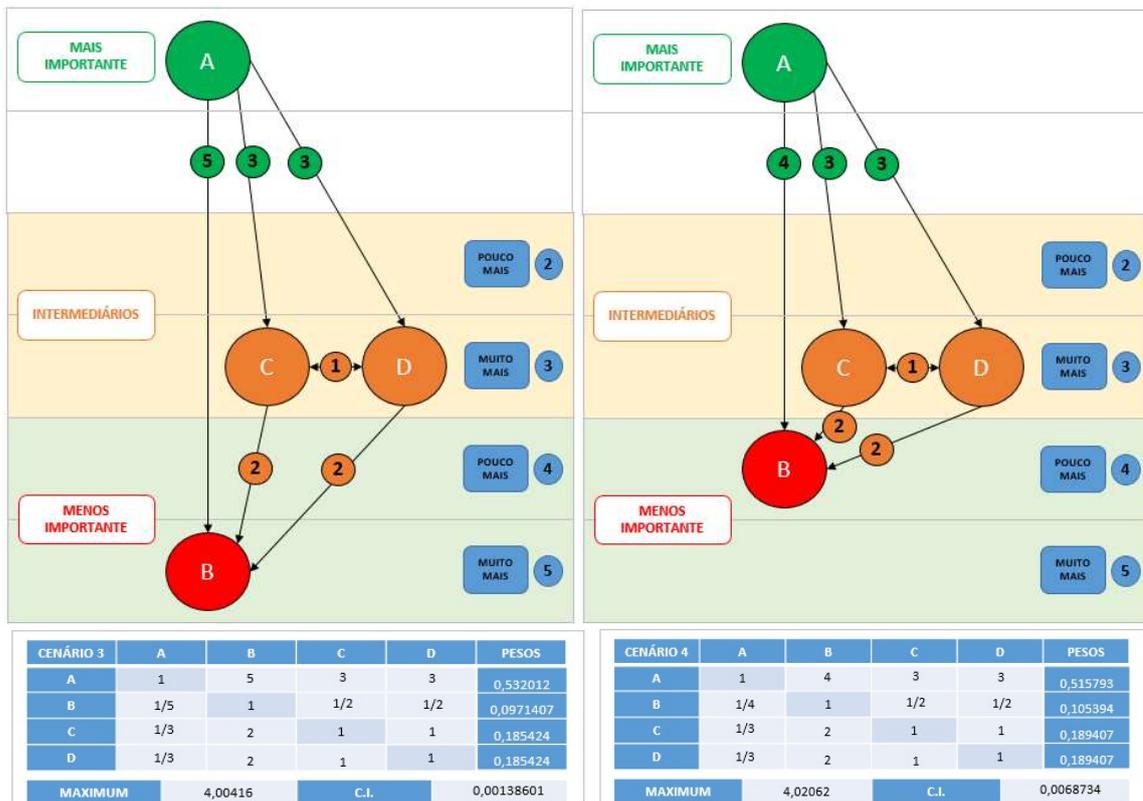
Escala textual	Escala numérica
A variável denominada “mais importante” (a) sobre a “menos importante” (b); se classificada como “muito mais” em relação ao “menos importante” (b)	5
A variável denominada “mais importante” (a) sobre a “menos importante” (b); se classificada como “pouco mais” em relação a “menos importante” (b)	4
As variáveis “intermediária 1” (c) e intermediária “2” (d) (sendo iguais) sobre a “menos importante” (b); se classificadas como “pouco mais” em relação a “mais importante” (a); e se a “menos importante” (b) classificada como “muito mais” em relação a “mais importante” (a)	4
A variável “intermediária 1” (c), sendo diferente da “intermediária 2” (d), sobre a “menos importante”, se classificada como “pouco mais” em relação a “mais importante” (a); e se a “menos importante” (b) classificada como “muito mais” em relação a “mais importante” (a)	4
A variável “intermediária 2” (d), sendo diferente da “intermediária 1”(c), sobre a “menos importante”, se classificada como “pouco mais” em relação a “mais importante” (a); e se a “menos importante” (b) classificada como “muito mais” em relação a “mais importante” (a)	4
As variáveis “intermediária 1” (c) e intermediária “2” (d) (sendo iguais) sobre a “menos importante” (b); se classificadas como “pouco mais” em relação a “mais importante” (a); e se a “menos importante” (b) classificada como “pouco mais” em relação a “mais importante” (a)	3
A variável denominada “mais importante” (a) sobre as variáveis “intermediária 1” (c) e intermediária “2” (d) (sendo iguais), se estas são classificadas como sendo “muito mais” em relação a “mais importante” (a)	3
A variável denominada “mais importante” (a) sobre a variável “intermediária 1” (c) for diferente da “intermediária 2” (d), e se classificada como sendo “muito mais” em relação a “mais importante” (a); e se o “menos importante” (b) sendo também classificado como “muito mais” em relação ao “mais importante” (a)	3
A variável denominada “mais importante” (a) sobre a variável “intermediária 2” (d) for diferente da “intermediária 1” (c), e se classificada como sendo “muito mais” em relação a “mais importante” (a); e se o “menos importante” (b) sendo também classificado como “muito mais” em relação ao “mais importante” (a)	3
A variável denominada “intermediária 1” (c) sobre a variável “menos importante” (b), se for diferente da “intermediária 2” (d), e se classificada como sendo “pouco mais” em relação a “mais importante” (a); e se o “menos importante” (b) sendo também classificado como “pouco mais” em relação ao “mais importante” (a)	3
A variável denominada “intermediária 2” (d) sobre a variável “menos importante” (b), se for diferente da “intermediária 1” (c), e se classificada como sendo “pouco mais” em relação a “mais importante” (a); e se o “menos importante” (b) sendo também classificado como “pouco mais” em relação ao “mais importante” (a)	3
A variável denominada “mais importante” (a) sobre as variáveis “intermediária 1” (c) e intermediária “2” (d) (sendo iguais), se estas são classificadas como sendo “pouco mais” em relação a “mais importante” (a)	2
As variáveis “intermediária 1” (c) e intermediária “2” (d), se são diferentes sobre elas mesmos	2
As variáveis “intermediária 1” (c) e intermediária “2” (d) em relação a “menos importante” (b) se forem iguais e classificadas como sendo “muito mais” em relação a “mais importante” (a)	2
As variáveis “intermediária 1” (c) e intermediária “2” (d) em relação a “menos importante” (b) se forem iguais e classificadas como sendo “muito mais” em relação a “mais importante” (a); e se o “menos importante” (b) for classificado como “pouco mais” em relação ao “mais importante” (a)	2
A variável “intermediária 1” (c), sendo diferente da “intermediária 2” (d), sobre a “menos importante”, se classificada como “muito mais” em relação a “mais importante” (a); e se a “menos importante” (b) for “muito mais” em relação a “mais importante” (a)	2
A variável “intermediária 2” (d), sendo diferente da “intermediária 1”(c), sobre a “menos importante”, se classificada como “muito mais” em relação a “mais importante” (a); e se a “menos importante” (b) for “muito mais” em relação a “mais importante” (a)	2
A variável denominada “intermediária 1” (c) sobre a variável “menos importante” (b), se for diferente da “intermediária 2” (d), e se classificada como sendo “muito mais” em relação a “mais importante” (a); e se o “menos importante” (b) sendo “pouco mais” em relação ao “mais importante” (a)	2
A variável denominada “intermediária 2” (d) sobre a variável “menos importante” (b), se for diferente da “intermediária 1” (c), e se classificada como sendo “muito mais” em relação a “mais importante” (a); e se o “menos importante” (b) sendo “pouco mais” em relação ao “mais importante” (a)	2
As variáveis “intermediária 1” (c) e intermediária “2” (d), se são iguais sobre elas mesmos	1

APÊNDICE C: Arranjo dos pesos determinados e matriz de comparação de pares dos cenários

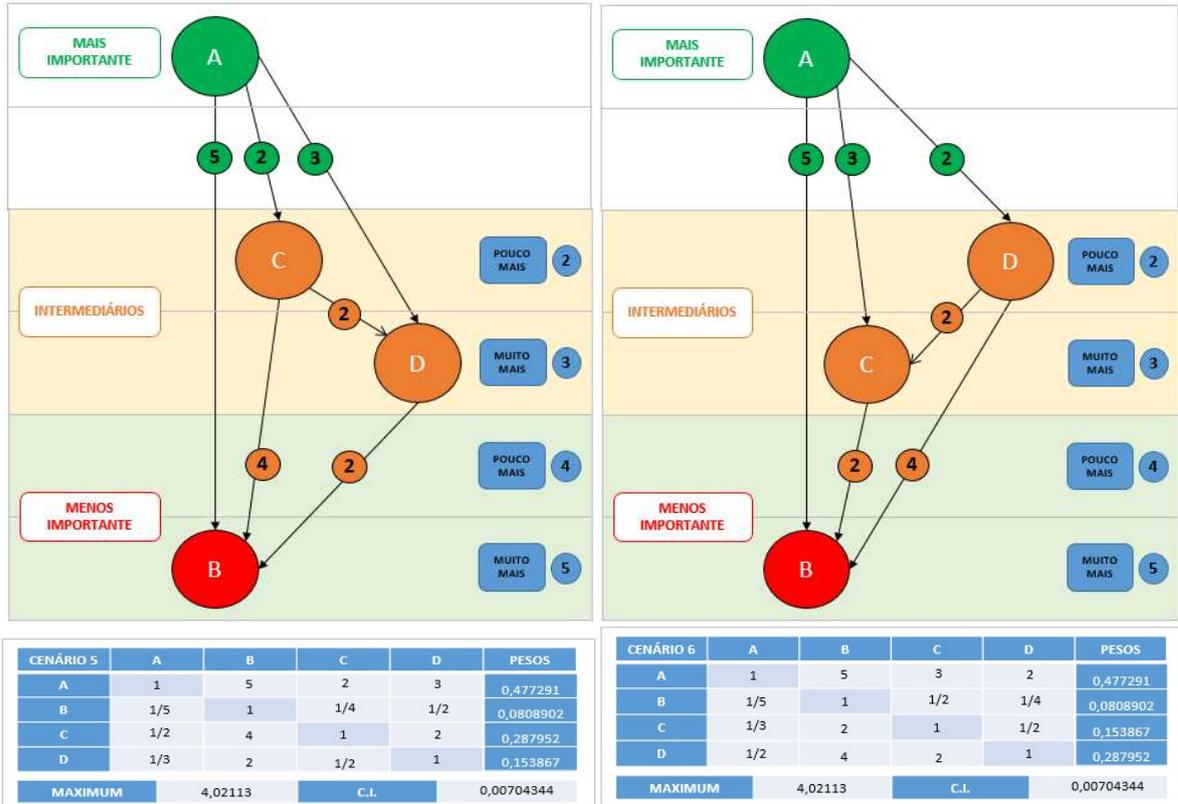
Cenário 1 e 2



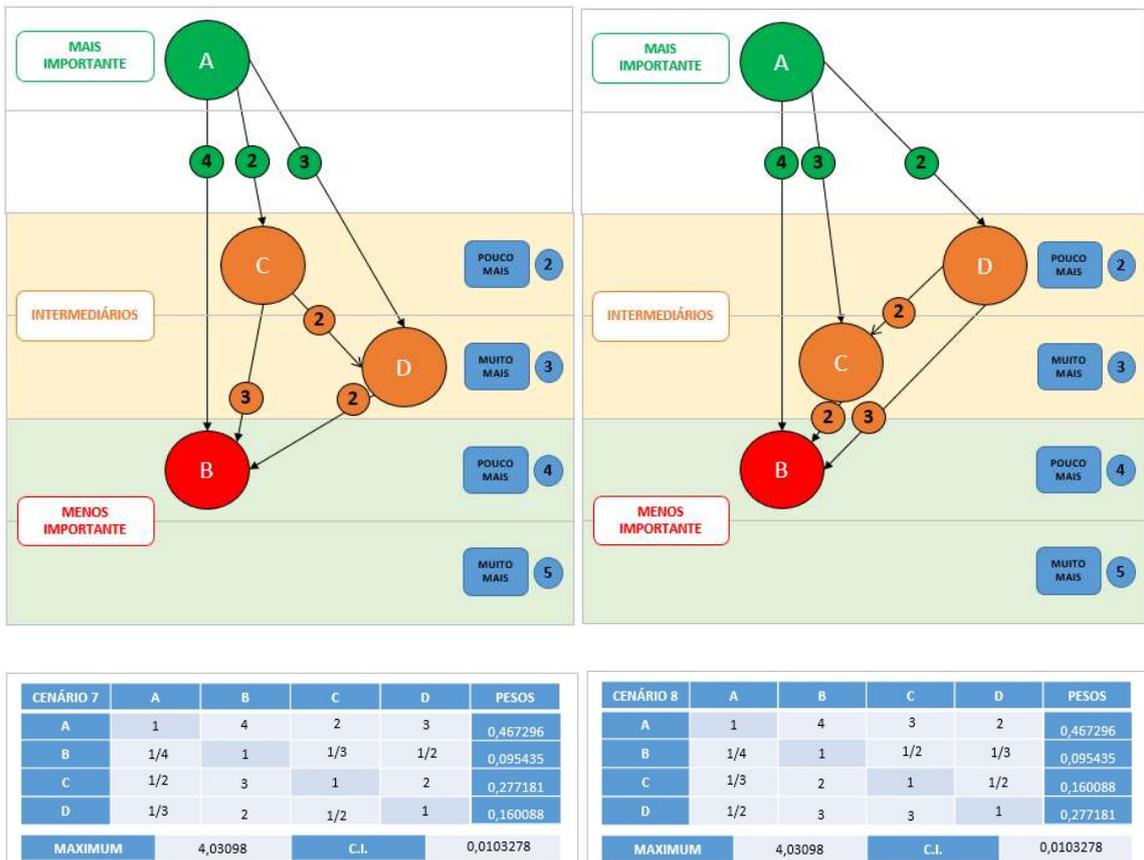
Cenário 3 e 4



Cenário 5 e 6



Cenário 7 e 8



## APÊNDICE D: Divulgação questionário online

## GOSTARIA QUE AS RODOVIAS FOSSEM SEGURAS PARA OS CICLISTAS?

Participe da pesquisa sobre **Redes Cicloviárias em interfaces Urbano-Rodoviárias** desenvolvida na **Universidade Federal de São Carlos**.

Esta pesquisa tem como objetivo identificar a importância dos critérios das **REDES CICLOVIÁRIAS** para fazer uma viagem de bicicleta em trechos rodoviários entre cidades de uma mesma região.

Sua participação é **fundamental!**

Acesse o questionário através do link ou QR Code:

**[30zq.short.gy/redescicloviarias](https://30zq.short.gy/redescicloviarias)**



Universidade Federal de São Carlos - UFSCar  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - PPGEU  
Pesquisadora: Maria Paula Rosa Freato: [mariafreato@estudante.ufscar.br](mailto:mariafreato@estudante.ufscar.br)  
Orientadora: Pro<sup>fa</sup> Dr<sup>a</sup> Rochele Amorim Ribeiro: [rochele@ufscar.br](mailto:rochele@ufscar.br)



**APÊNDICE E: Dados para aplicação do teste qui-quadrado de Pearson - critérios cicloviários**

<b>Intervalos</b>	<b>Projeto cicloviário</b>	<b>Gestão cicloviária</b>	<b>Percepção cicloviária</b>	<b>Facilidades cicloviárias</b>	<b>Valor esperado</b>
0,00 - 0,15	50	28	71	99	<b>62</b>
0,15 - 0,30	107	139	133	117	<b>124</b>
0,30- 0,45	28	16	16	12	<b>18</b>
0,45 - 0,60	63	65	28	20	<b>44</b>

**APÊNDICE F: Dados para aplicação do teste qui-quadrado de Pearson - características socioeconômicas**

**(i) Gênero**

<b>Critério Cicloviário</b>	<b>Intervalos</b>	<b>Masculino</b>	<b>Feminino</b>	<b>Valor esperado</b>
<b>Projeto cicloviário</b>	0,00 - 0,20	73	41	<b>57</b>
	0,20 - 0,40	21	21	<b>21</b>
	0,40- 0,60	55	36	<b>45,5</b>
<b>Gestão cicloviária</b>	0,00 - 0,20	58	41	<b>49,5</b>
	0,20 - 0,40	42	25	<b>33,5</b>
	0,40- 0,60	49	32	<b>40,5</b>
<b>Percepção cicloviária</b>	0,00 - 0,20	95	62	<b>78,5</b>
	0,20 - 0,40	31	16	<b>23,5</b>
	0,40- 0,60	23	20	<b>21,5</b>
<b>Facilidades cicloviárias</b>	0,00 - 0,20	83	54	<b>68,5</b>
	0,20 - 0,40	44	34	<b>39</b>
	0,40- 0,60	22	10	<b>16</b>

**(ii) Faixa etária**

<b>Critério Cicloviário</b>	<b>Intervalos</b>	<b>18-39 anos</b>	<b>40 ou mais</b>	<b>Valor esperado</b>
<b>Projeto cicloviário</b>	0,00 - 0,20	60	55	<b>57,5</b>
	0,20 - 0,40	20	22	<b>21</b>
	0,40- 0,60	48	43	<b>45,5</b>
<b>Gestão cicloviária</b>	0,00 - 0,20	50	49	<b>49,5</b>
	0,20 - 0,40	31	37	<b>34</b>
	0,40- 0,60	47	34	<b>40,5</b>
<b>Percepção cicloviária</b>	0,00 - 0,20	85	72	<b>78,5</b>
	0,20 - 0,40	23	24	<b>23,5</b>
	0,40- 0,60	20	24	<b>22</b>
<b>Facilidades cicloviárias</b>	0,00 - 0,20	68	70	<b>69</b>
	0,20 - 0,40	47	31	<b>39</b>
	0,40- 0,60	13	19	<b>16</b>

**(iii) Escolaridade**

<b>Critério Ciclováriário</b>	<b>Intervalos</b>	<b>Ensino Médio e Superior</b>	<b>Pós-graduação</b>	<b>Valor esperado</b>
<b>Projeto ciclováriário</b>	0,00 - 0,20	59	54	<b>56,5</b>
	0,20 - 0,40	16	26	<b>21</b>
	0,40- 0,60	42	48	<b>45</b>
<b>Gestão ciclováriária</b>	0,00 - 0,20	45	53	<b>49</b>
	0,20 - 0,40	34	34	<b>34</b>
	0,40- 0,60	38	41	<b>39,5</b>
<b>Percepção ciclováriária</b>	0,00 - 0,20	71	83	<b>77</b>
	0,20 - 0,40	28	19	<b>23,5</b>
	0,40- 0,60	18	26	<b>22</b>
<b>Facilidades ciclováriárias</b>	0,00 - 0,20	58	77	<b>67,5</b>
	0,20 - 0,40	40	38	<b>39</b>
	0,40- 0,60	19	13	<b>16</b>

**(iv) Renda familiar**

<b>Critério Ciclováriário</b>	<b>Intervalos</b>	<b>Até 4 salários mínimos</b>	<b>4 salários mínimos ou mais</b>	<b>Valor esperado</b>
<b>Projeto ciclováriário</b>	0,00 - 0,20	34	71	<b>52,5</b>
	0,20 - 0,40	12	26	<b>19</b>
	0,40- 0,60	23	59	<b>41</b>
<b>Gestão ciclováriária</b>	0,00 - 0,20	33	59	<b>46</b>
	0,20 - 0,40	12	48	<b>30</b>
	0,40- 0,60	24	49	<b>36,5</b>
<b>Percepção ciclováriária</b>	0,00 - 0,20	46	99	<b>72,5</b>
	0,20 - 0,40	11	29	<b>20</b>
	0,40- 0,60	12	28	<b>20</b>
<b>Facilidades ciclováriárias</b>	0,00 - 0,20	32	91	<b>61,5</b>
	0,20 - 0,40	27	45	<b>36</b>
	0,40- 0,60	10	20	<b>15</b>

**(v) Conhecimento técnico**

<b>Critério Cicloviário</b>	<b>Intervalos</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Valor esperado</b>
<b>Projeto cicloviário</b>	0,00 - 0,20	43	72	<b>57,5</b>
	0,20 - 0,40	20	22	<b>21</b>
	0,40- 0,60	35	54	<b>44,5</b>
<b>Gestão cicloviária</b>	0,00 - 0,20	38	59	<b>48,5</b>
	0,20 - 0,40	30	38	<b>34</b>
	0,40- 0,60	30	51	<b>40,5</b>
<b>Percepção cicloviária</b>	0,00 - 0,20	59	97	<b>78</b>
	0,20 - 0,40	22	24	<b>23</b>
	0,40- 0,60	17	27	<b>22</b>
<b>Facilidades cicloviárias</b>	0,00 - 0,20	60	77	<b>68,5</b>
	0,20 - 0,40	22	55	<b>38,5</b>
	0,40- 0,60	16	16	<b>16</b>

**(vi) Potenciais usuários**

<b>Critério Cicloviário</b>	<b>Intervalos</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Valor esperado</b>
<b>Projeto cicloviário</b>	0,00 - 0,20	109	6	<b>57,5</b>
	0,20 - 0,40	37	4	<b>20,5</b>
	0,40- 0,60	79	10	<b>44,5</b>
<b>Gestão cicloviária</b>	0,00 - 0,20	85	12	<b>48,5</b>
	0,20 - 0,40	61	6	<b>33,5</b>
	0,40- 0,60	79	2	<b>40,5</b>
<b>Percepção cicloviária</b>	0,00 - 0,20	145	10	<b>77,5</b>
	0,20 - 0,40	44	3	<b>23,5</b>
	0,40- 0,60	36	7	<b>21,5</b>
<b>Facilidades cicloviárias</b>	0,00 - 0,20	126	11	<b>68,5</b>
	0,20 - 0,40	68	8	<b>38</b>
	0,40- 0,60	31	1	<b>16</b>

### **3 SEGUNDO ARTIGO: AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE MOBILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE CICLOVIÁRIA NA REGIÃO METROPOLITANA DE RIBEIRÃO PRETO/SP**

#### **3.1 RESUMO**

A avaliação da infraestrutura para implantação de uma rede cicloviária entre cidades inseridas em realidades metropolitanas pode ter um grande potencial para os sistemas de mobilidade urbana sob o olhar da segurança dos seus usuários. Logo, o incentivo do uso da bicicleta como meio de transporte para movimentos pendulares diários entre cidades inseridas no contexto urbano-rodoviário, deve ser prioridade para gestores e planejadores. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo aplicar o instrumento de avaliação cicloviária já desenvolvido na Região Metropolitana de Ribeirão Preto (RMRP), São Paulo, recentemente consolidada, porém com características territoriais não conurbadas, um dinamismo socioeconômico, bem como a presença de intensos fluxos pendulares e altas taxas de motorização individual nas cidades que a compõe. A aplicação deste instrumento de avaliação foi feita com o uso do *software* QGIS, sob a tradução dos critérios e elementos cicloviários do local de estudo de caso. Como resultado, determinou-se uma rede conectando a cidade de Ribeirão Preto à alguns municípios da região, equiparando-se com as vias mais relevantes das relações intermunicipais de fluxos pendulares existentes da RMRP. Após análise final, tiveram destaque as vias que interligam Ribeirão Preto às cidades de (i) Jardinópolis, (ii) Sertãozinho, (iii) Serrana, além do seu anel rodoviário, presente no contorno da maior parcela urbana da cidade. No entanto, tais vias obtiveram neste estudo, em maior parte, pontuações regulares e ruins, por serem áreas localizadas em perímetros urbanos e integrarem consideráveis número de cruzamentos. Por fim, visto as áreas selecionadas serem de grande relevância e, em contrapartida, apresentarem suas respectivas fragilidades, fez-se necessário qualificar a rede, a fim de estabelecê-la às realidades locais. Conclui-se que o estudo contribuiu para o incentivo da mobilidade sustentável com o uso de bicicletas em rotas de médias e longas distâncias, sob a ótica da segurança e desenvolvimento, bem como acentuou um grande potencial para implantação de uma infraestrutura cicloviária na RMRP.

#### **3.2 INTRODUÇÃO**

A recente Região Metropolitana de Ribeirão Preto (RMRP), consolidada em 2016 pelo Governo do Estado de São Paulo, se fundamentou em características territoriais,

desenvolvimento articulado com economia de relevância nacional e atividades industriais e de serviços com inovação tecnológica (EMPLASA, 2016).

Conforme estudo elaborado pelo Governo do Estado de São Paulo, por intermédio da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA, 2016), a RMRP destaca-se em âmbito nacional por intensa e diversificada atividade econômica, produção agroindustrial, com predominância dos setores sucroalcooleiro e com alta complexidade de saúde, educação e pesquisa, despontando com ações que promovem a inovação tecnológica no interior paulista.

Está situada estrategicamente no contínuo às duas Regiões Metropolitanas mais importantes do Estado: Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e Região Metropolitana de Campinas (RMC), e contém 34 municípios, somando uma população de aproximadamente 1,75 milhões de habitantes e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) classificado como alto ou muito alto (IBGE, 2021b).

Por conseguinte, a unidade territorial em torno da cidade de Ribeirão Preto comporta importantes equipamentos de referência nacional em serviços de alta complexidade de saúde, educação e pesquisa, despontando com circuitos de ações que promovem a inovação tecnológica no interior paulista (EMPLASA, 2016).

O processo de conurbação da Região Metropolitana em questão é observado lentamente na direção norte-sul a partir do município central, Ribeirão Preto, envolvendo no sentido norte o município de Jardinópolis e no sentido sul o município de Cravinhos. Tal lentidão advém da alta rentabilidade das atividades agroindustriais (EMPLASA, 2016).

Em contrapartida, segundo a EMPLASA (2016), com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), há uma efetiva integração funcional entre os municípios, expressado por deslocamentos diários por motivos de trabalho e estudo.

No que diz respeito aos fluxos pendulares, para tais viagens, os municípios possuem um sistema rodoviário intermunicipal, realizado por diversas empresas privadas de viação nas malhas rodoviárias existentes. A frota total registrada em 2020 pelo Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) foi de 1.214.484 veículos, apresentando um crescimento linear se observado no período de 10 anos (DENATRAN, 2020).

Diante desse cenário, é notório que as viagens pendulares são feitas, em sua maioria, através do uso excessivo do automóvel individual. Observa-se tal fenômeno pelo Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) ainda estar na sua primeira elaboração, exigido no Estatuto da Metrópole (BRASIL, 2015a), além da inexistência de incentivo da mobilidade ativa intermunicipal, ocasionando ônus para o sistema de transporte, como congestionamentos, queda na qualidade de vida, degradação ambiental, além da segregação socioespacial.

A bicicleta é, de longe, o veículo mais utilizado em cidades com menos de 60 mil habitantes, onde o transporte coletivo é praticamente inexistente. Entre seus mais frequentes usuários estão os industriários, operários da construção, estudantes, entregadores, carteiros, entre outras categorias, principalmente em dias úteis nos períodos entre 6h e 7h, e das 16h às 19h. Em contrapartida, os avanços em infraestrutura são tímidos aliados a legislações vigentes, mais emergentes em conurbações urbanas (BRASIL, 2015b).

Desse modo, a fim de contribuir para o avanço sob a ótica da segurança e desenvolvimento de regiões metropolitanas no que tange à mobilidade sustentável com o uso de bicicletas em rotas de médias e longas distâncias, será objeto de estudo de caso a RMRP, sendo, conforme EMPLASA (2016), seu crescimento populacional maior que a média brasileira, com dinamismo socioeconômico de importância nacional, bem como altas taxas de motorização individual e viagens pendulares.

### 3.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a avaliação da infraestrutura de mobilidade da RMRP, com o objetivo de subsidiar a implantação de uma rede cicloviária, foi aplicado o instrumento de avaliação já desenvolvido anteriormente pela autora, com o uso do *software* QGIS.

Inicialmente, estabeleceu-se a (i) caracterização da área de estudo, e, logo em seguida, iniciou-se a tradução das camadas correspondentes aos critérios e elementos cicloviários do instrumento de avaliação, com o (ii) processamento de dados primários na plataforma SIG, ou seja, dados de fácil interpretação.

Logo após, utilizando a calculadora *raster* com os pesos já determinados pelo instrumento, elaborou-se a (iii) aplicação parcial do instrumento de avaliação cicloviária, com vistas a obter um recorte da rede estudada e dar continuidade no processamento de dados de maior complexidade.

Dado o recorte da rede, elaborou-se então o (iv) processamento de dados secundários na plataforma SIG, e, posteriormente, a (v) aplicação final do instrumento de avaliação cicloviária, também com o uso da calculadora *raster*, para análise e resultado final.

Na sequência, foram desenvolvidas tais etapas referidas para desenvolvimento do método de aplicação do instrumento.

#### 3.3.1 Primeira etapa: caracterização da área de estudo

Segunda a EMPLASA (2016), a proposta de criação da RMRP atendeu os critérios com relação às suas dinâmicas econômica e demográfica, funções urbanas e regionais de alta

diversidade, especialização e integração econômica estabelecidos pela Constituição Estadual e pela Lei Complementar Estadual nº 760 de 1994 (SÃO PAULO, 1994).

Por conseguinte, para consolidação da RMRP, foram utilizados indicadores, além dos critérios presentes na legislação, ou seja, estudos especializados para identificação de aglomerações urbanas em escala metropolitana, que levaram em consideração alguns aspectos fundamentais de natureza demográfica, de estrutura ocupacional e de integração, entre os centros urbanos (EMPLASA, 2016).

O Quadro 14, elaborado com base nos critérios determinados pela legislação e indicadores através de estudos especializados da EMPLASA (2016), complementa e sintetiza os parâmetros balizadores que originaram a RMRP.

Quadro 14: Critérios e indicadores para consolidação da Região Metropolitana de Ribeirão Preto

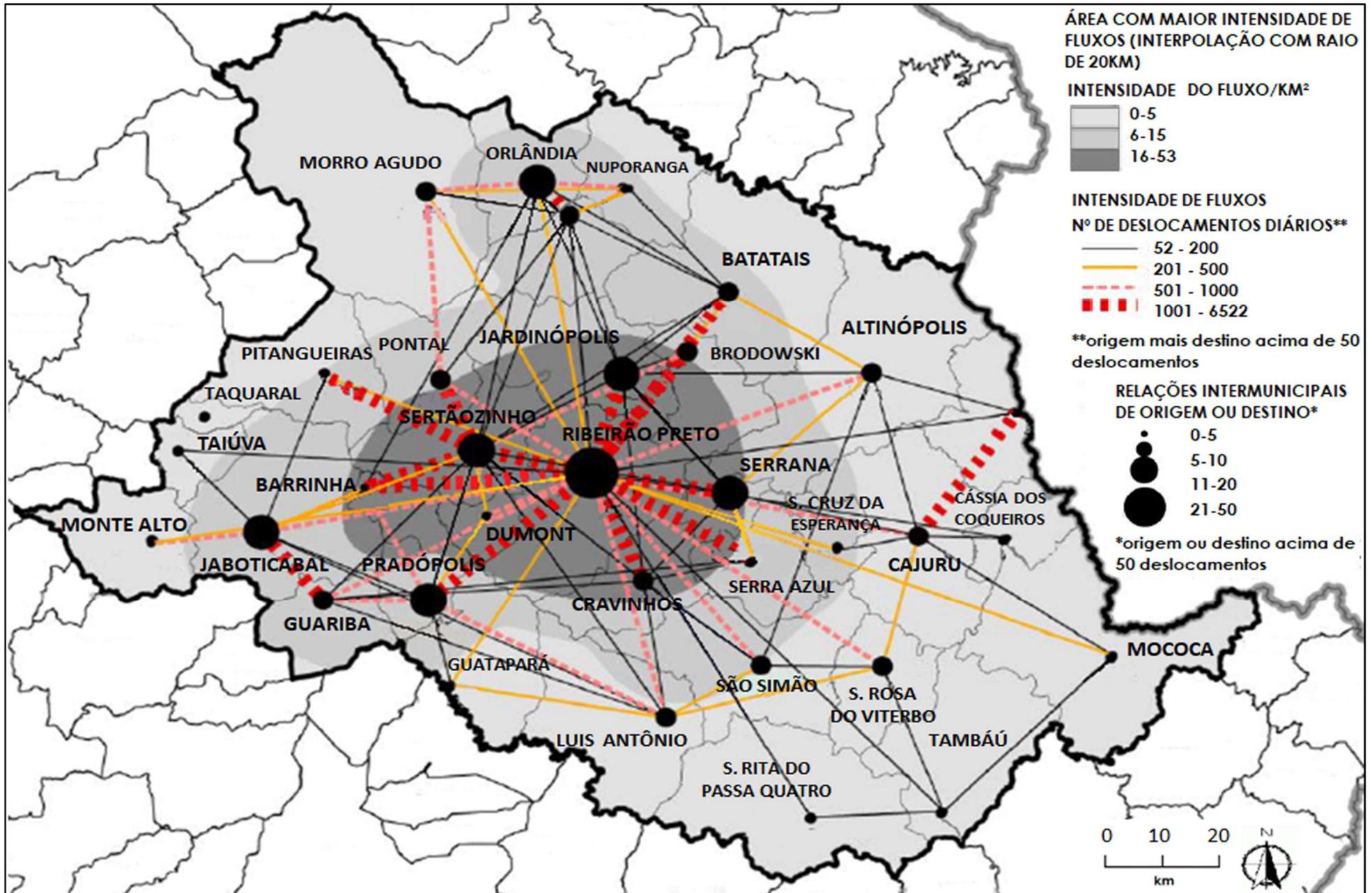
CRITÉRIOS	INDICADORES	
	PRINCIPAIS	COMPLEMENTARES
(i) Densidade demográfica	Elevada densidade demográfica; Concentração da população em áreas urbanas	Taxa média de crescimento superior à média nacional no período 2010/2015 em 14 municípios; Densidades superiores a 150 habitantes/km <sup>2</sup> em Ribeirão Preto, Serrana, Sertãozinho e Barrinha
(ii) Conurbação	Significativa conurbação; Intensa relação socioeconômica entre os municípios em busca de trabalho, saúde, educação, lazer e compras	Significativo número de instituições públicas de Ensino Superior e rede hospitalar de alta complexidade; 18 municípios com valores superiores a 1.000 deslocamentos diários, sendo maior intensidade de fluxo na porção centro-ocidental da RMRP
(iii) Funções urbanas e regionais	Alto grau de diversidade Posição hierárquica do centro urbano no estudo REGIC/IBGE de subnível B (Ribeirão Preto)	Presença de equipamentos de comércio e serviços de porte regional; Integração de sistemas de transporte de carga; Polo de serviços urbanos em saúde e educação em Ribeirão Preto
(iv) Especialização e integração sócio-econômica	Dinamismo econômico e de serviços; Relevantes taxas do Produto Interno Bruto (PIB)	Complexos industriais de alta tecnologia e inovação; PIB 2013 de 48,4 bilhões de reais, equivalente a 2,8% do estado; Aglomerado industrial de Sertãozinho

Fonte: Adaptado da Lei Complementar nº 760 (SÃO PAULO, 1994) e EMPLASA (2016)

Desta forma, observa-se que a região apresenta intenso relacionamento funcional e de pessoas entre os municípios integrado pelo seu sistema viário, o que demanda articulação institucional para resolução de problemas comuns.

À vista disso, para caracterização da RMRP, foi adaptado do estudo técnico da EMPLASA (2016), o mapa da Figura 20 a fim de obter um parâmetro geral de fluxos pendulares. Inicialmente, nota-se que há uma efetiva integração funcional entre os municípios, expressado por deslocamentos diários por motivos de trabalho e estudo.

Figura 20: Mapa das relações intermunicipais de fluxos pendulares da RMRP



Fonte: Adaptado de EMLASA (2016)

Por conseguinte, os polos atrativos mais significativos foram os municípios de Ribeirão Preto e Sertãozinho, que juntos, são responsáveis por cerca de 64% dos movimentos pendulares, recebendo diariamente cerca de 32 mil e 9 mil pessoas, respectivamente. Há também grande significância nos municípios de Jaboticabal, Pradópolis, Serrana, Jardinópolis e Orlandia (EMPLASA, 2016).

Estima-se que em 2010 aproximadamente 64 mil pessoas trabalhavam ou estudavam em outro município diferente daquele de sua residência, sendo observada a área com maior intensidade de fluxo na porção centro-ocidental da RMRP (EMPLASA, 2016).

Em continuidade na caracterização da RMRP, conforme Apêndice G disponível para consulta, foi sintetizado os 34 municípios constituintes em relação a (i) população do último censo do IBGE (2010), bem como a (ii) estimativa para 2021, o (iii) porte da cidade com base nos parâmetros territoriais do IBGE (2020) e a (iv) distância das cidades até o município central, Ribeirão Preto, através do “*Google Maps*” (2021), sendo esta considerada entre o Terminal Rodoviário de Ribeirão Preto e os respectivos terminais rodoviários.

### **3.3.2 Segunda etapa: processamento de dados primários na plataforma SIG**

Como continuidade, foram inseridos os dados primários na plataforma SIG, ou seja, dados de fácil interpretação, correspondentes a tradução do território e parcialmente das camadas de critérios e elementos cicloviários do instrumento de avaliação da infraestrutura cicloviária.

Portanto, foram processados os seguintes dados: (i) dados territoriais e buffer de trabalho; (ii) critério de projeto cicloviário: elemento de geometria; (iii) critério de gestão cicloviária: elemento de pavimento; (iv) critério de percepção cicloviária: elemento de segurança; e (v) critério de facilidades cicloviárias: elemento de postos de serviço e suporte.

Para trabalho nas camadas SIG no *software* no QGIS, foi utilizado o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC): *EPSG:31983 - SIRGAS 2000/UTM zone 23S*, pela facilidade e escala de trabalho ser adequada na unidade em metros, além da recomendação para a região de estudo. É notório salientar que a RMRP está situada em dois fusos distintos: 22S e 23S, sendo este último o de maior relevância. Portanto adotou-se, para continuidade do estudo, o fuso 23S e, em circunstâncias no qual a camada carregada esteja em outro SRC de origem, foi convertida para tal convenção.

### 3.3.2.1 Camadas territoriais e redes rodoviárias

Com objetivo de utilizar o limite territorial e base para mapas temáticos, foi acrescentado o *shapefile* das cidades constituintes da RMRP ao mapa SIG, conforme dados do IBGE (2020) em relação aos limites territoriais, nomes de municípios e suas respectivas áreas.

Posteriormente, foram acrescentadas todas as rodovias sob jurisdição municipal, estadual e federal, concessionadas ou não, da região de estudo, considerando esta limitadora das fronteiras, visto que esse estudo é referente ao cenário rodoviário. Para tal camada, utilizou-se o *shapefile* dos dados do Departamento de Estradas de Rodagem (DER) de 2019, disponível no portal GeoSEADE, do Governo do estado de São Paulo.

A conferência das rodovias foi feita através de uma conferência visual pelas ferramentas *Google Maps* e *Google Street View*. Ambas descrições estão sintetizadas no Quadro 15 para melhor compreensão.

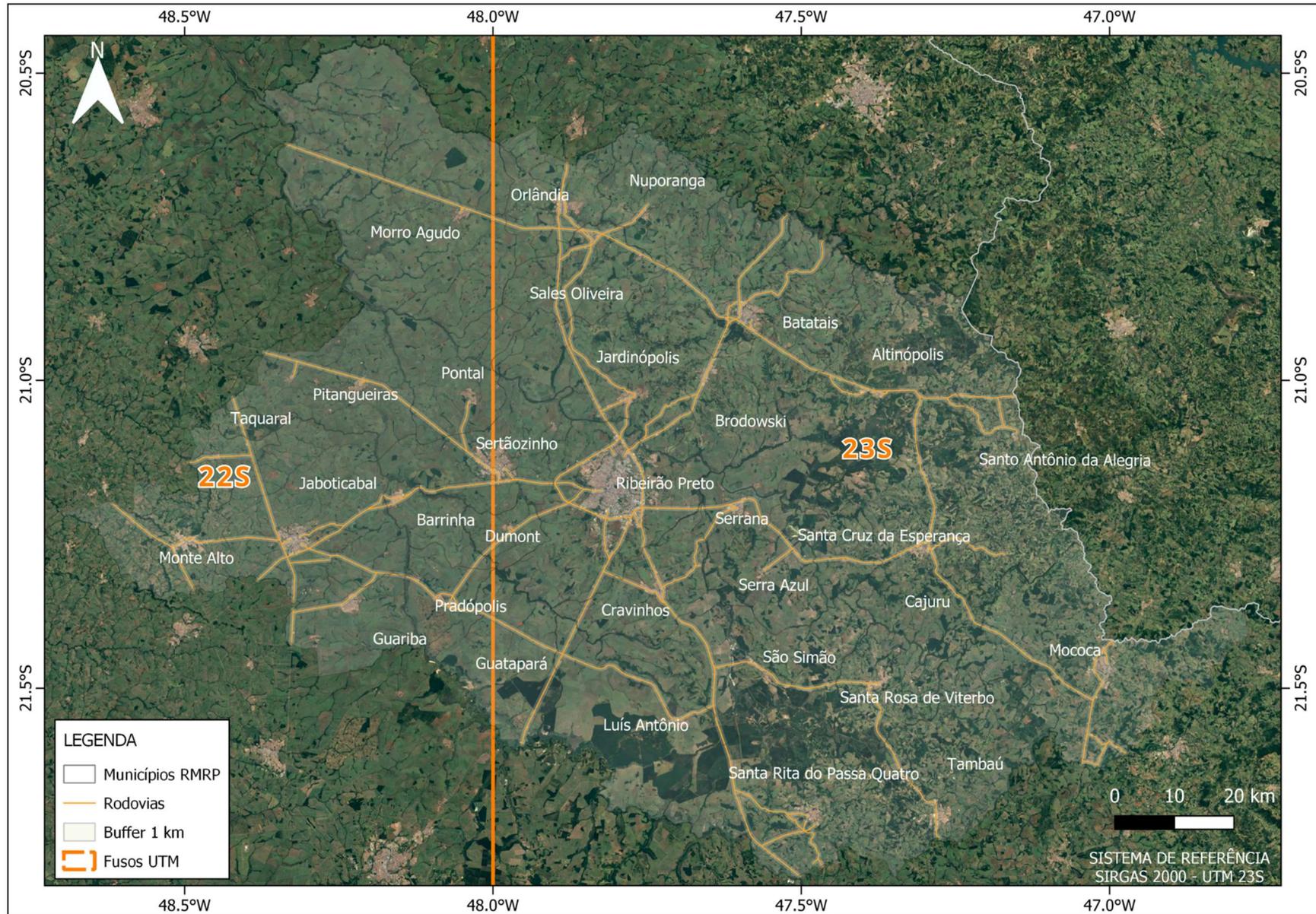
Quadro 15: Camadas territoriais e rodoviárias

DESCRIÇÃO	CONTEÚDO	GEOMETRIA	FONTE
Limite territorial da Região Metropolitana de Ribeirão Preto/SP	Limites territoriais, nomes municípios, suas respectivas áreas	Polígono	IBGE (2020)
Rodovias da Região Metropolitana de Ribeirão Preto/SP	Identificação das rodovias, e características de qualidade do pavimento e número de pistas (dupla, em duplicação, em terra, simples pavimentada, municipal pavimentada) e extensão	Linha	GEOSEADE (DER, 2019)

Por fim, foi determinado um buffer de trabalho de 500 metros de cada lado da linha rodoviária, sob o olhar do entorno da área estudada, originando uma região de 1 quilômetro, considerando esta uma área útil e limitante para todos os parâmetros levantados.

A Figura 21 ilustra ambas camadas, bem como a linha de divisão do fuso UTM e o buffer de trabalho considerado para tradução dos critérios e elementos ciclovitários. Foi inserida a malha territorial do extensor do *Google* Satélite para melhor visualização da área, principalmente no que diz respeito à malha urbana e rural dos 34 municípios constituintes da RMRP. Sugere-se, para a melhor visualização dos mapas, a aplicação da ferramenta zoom deste documento pois trata-se de uma área de grande extensão.

Figura 21: Mapa da divisão UTM, território, rodoviárias e buffer de trabalho da RMRP



Fonte: Adaptado de DER (2019) e IBGE (2020)

Para as etapas seguintes, traduziu-se os critérios e elementos cicloviários do processamento inicial de dados primários em camadas *raster*, determinando os pesos em classes de 0 (cenários não aceitáveis), 0,5 (cenários aceitáveis) e 1 (cenários desejáveis), a fim de categorizá-los para aplicação parcial do instrumento de avaliação da infraestrutura cicloviária. É notório salientar que tais classes foram determinadas com base nos pesos totais do instrumento já desenvolvido.

### 3.3.2.2 Camada de projeto cicloviário: geometria

Para a tradução do critério de projeto cicloviário, elemento de geometria, foram acrescentadas no mapa as camadas *shapefile* descritas no Quadro 16, bem como a classificação para intervalos para o mapa *raster*.

Quadro 16: Projeto cicloviário – geometria

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	FONTE	DESCRIÇÃO CAMADA	CLASSE
Projeto Cicloviário	Geometria	Larguras: Rodovias do Estado de São Paulo	GEOSEADE (DER, 2019)	Pistas em terra	Não aceitável: 0
				Pista simples pavimentada	Aceitável: 0,50
				Pista dupla pavimentada	Desejável: 1,00
		Declividades: Modelo Digital de Elevação do Estado de São Paulo	Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA, 2015)	Declividades maiores que 5%	Não aceitável: 0
				Declividades maiores que 3% até 5%	Aceitável: 0,50
				Declividades iguais ou inferiores a 3%	Desejável: 1,00

Para a largura, entende-se que as pistas sem pavimento são as menos favoráveis à eficácia da infraestrutura em relação às pavimentadas duplas, que constituem um melhor cenário do contexto urbano-rodoviário. Já para a declividade, os intervalos são voltados para as mais suaves e confortáveis ao usuário, sendo estes parâmetros já considerados para longas distâncias. A partir destes dados, foram originados os mapas *raster* para larguras e declividades, que podem ser consultados no Apêndice H e Apêndice I, respectivamente.

### 3.3.2.3 Camada de gestão cicloviária: pavimento

Em continuidade, o critério de gestão cicloviária também foi traduzido em camadas *shapefile* com dados oriundos da Agência de Transporte do Estado de São Paulo (ARTESP, 2021a), descritas no Quadro 17, bem como a classificação para intervalos do mapa *raster*.

Quadro 17: Gestão cicloviária – pavimento

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	FONTE	DESCRIÇÃO CAMADA	CLASSE
Gestão Cicloviária	Pavimento	Rodovias Concessionadas	ARTESP (2021a)	Pista em terra e sem concessão	Não aceitável: 0
				Pista pavimentada e sem concessão	Aceitável: 0,50
				Pista pavimentada e com concessão	Desejável: 1,00

Adotou-se para o estudo que as rodovias concessionadas possuem maior frequência na qualidade e manutenção do pavimento. No entanto, considerou-se de menor pontuação a inexistência de uma via pavimentada, para que assim obtivéssemos três classes de avaliação. A partir destes dados, foram originados o mapa *raster* para o pavimento, podendo ser consultado no Apêndice J.

### 3.3.2.4 Camada de percepção cicloviária: segurança

Da mesma forma, para o critério de percepção cicloviária, foram acrescentadas as camadas *shapefile* descritas no Quadro 18, e a classificação para intervalos do mapa *raster*.

Quadro 18: Percepção cicloviária – seguridade

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	FONTE	DESCRIÇÃO CAMADA	CLASSE
Percepção Cicloviária	Seguridade	Acidentes: fatais e não fatais	INFOSIGA (2022)	Valores > média+2*desvio padrão	Não aceitável: 0
				Valores > média a valores ≤ média+2*desvio padrão	Aceitável: 0,50
				Valores ≤ média	Desejável: 1,00
		Postos Policiais Rodoviários	<i>Open Street Maps</i> (OSM, 2022a)	Não tem no local	Não aceitável: 0
				Tem no local	Desejável: 1,00
		Pedágio	ARTESP (2021b)	Não tem no local	Não aceitável: 0
Tem no local	Desejável: 1,00				

Diante de tais informações, inicialmente foi considerado para a seguridade o número de acidentes fatais e não fatais localizados no *buffer* de estudo. Para originar o mapa *raster*, foi utilizado a ferramenta de mapa de calor (estimativa de densidade de *Kernel*) do QGIS. Para obter três classes de avaliação, conforme médias e desvios padrões já descritos (Quadro 16), foi considerado para aplicação estatística o raio de 500 metros, por se tratar do *buffer* útil já adotado no trabalho. A análise originou os mapas *raster* disponíveis para consulta no Apêndice K (acidentes fatais) e Apêndice L (acidentes não fatais).

Como complemento, também foram acrescentados os postos policiais rodoviários e os pedágios, entendendo que tais locais remetem a segurança do ciclista, tanto na percepção pessoal como a do ambiente, sendo estes categorizados somente se há (valor 1) ou não (valor 0) no local. O mapa *raster* elaborado está disponível para consulta no Apêndice M.

### 3.3.2.5 Camada de facilidades cicloviárias: postos de serviço e suporte

Por fim, para o último critério, denominado facilidades cicloviárias, foram acrescentadas no mapa as camadas *shapefile* descritas no Quadro 19, bem como a classificação para elaboração do mapa *raster*, adotando da mesma forma o *buffer* de trabalho.

Quadro 19: Facilidades cicloviárias - postos de serviço e suporte

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	FONTE	DESCRIÇÃO CAMADA	CLASSE
Facilidades Cicloviárias	Postos de serviço	Postos de gasolina	OSM (2022b)	Não tem no local	Não aceitável: 0
				Tem no local	Desejável: 1,00
	Suporte	Base Operacional e Sistema de Atendimento a Usuários (SAU)	ARTESP (2021c)	Não tem no local	Não aceitável: 0
				Tem no local	Desejável: 1,00
		Lazer: museus e shoppings	Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM, 2020); OSM (2022c)	Não tem no local	Não aceitável: 0
				Tem no local	Desejável: 1,00
Educação: escolas e universidades municipais, estaduais, particulares, escolas técnicas (ETEC, FATEC, SENAT, SENAI, SENAC)	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep, 2020)	Não tem no local	Não aceitável: 0		
		Tem no local	Desejável: 1,00		
Saúde: hospitais, UBS, Pronto Socorros e Clínicas de Saúde	Ministério da Saúde (2020)	Não tem no local	Não aceitável: 0		
		Tem no local	Desejável: 1,00		

Como observado, para o elemento cicloviário de postos de serviços foram adotados os locais de postos de gasolina, bem como as bases operacionais e Sistema de Atendimento a Usuários (SAU), serviços estes ofertados pelas concessionárias das rodovias. O mapa *raster* elaborado está disponível para consulta no Apêndice N deste artigo.

Já para o desenvolvimento do mapa *raster* do elemento de suporte cicloviário, presente no Apêndice O, foram acrescentadas as categorias de lazer, educação e saúde, a fim de identificar os locais de oferta destes serviços elementares que originam os fluxos pendulares, descrito pelo instrumento de avaliação, e dar mais robustez na sua aplicação.

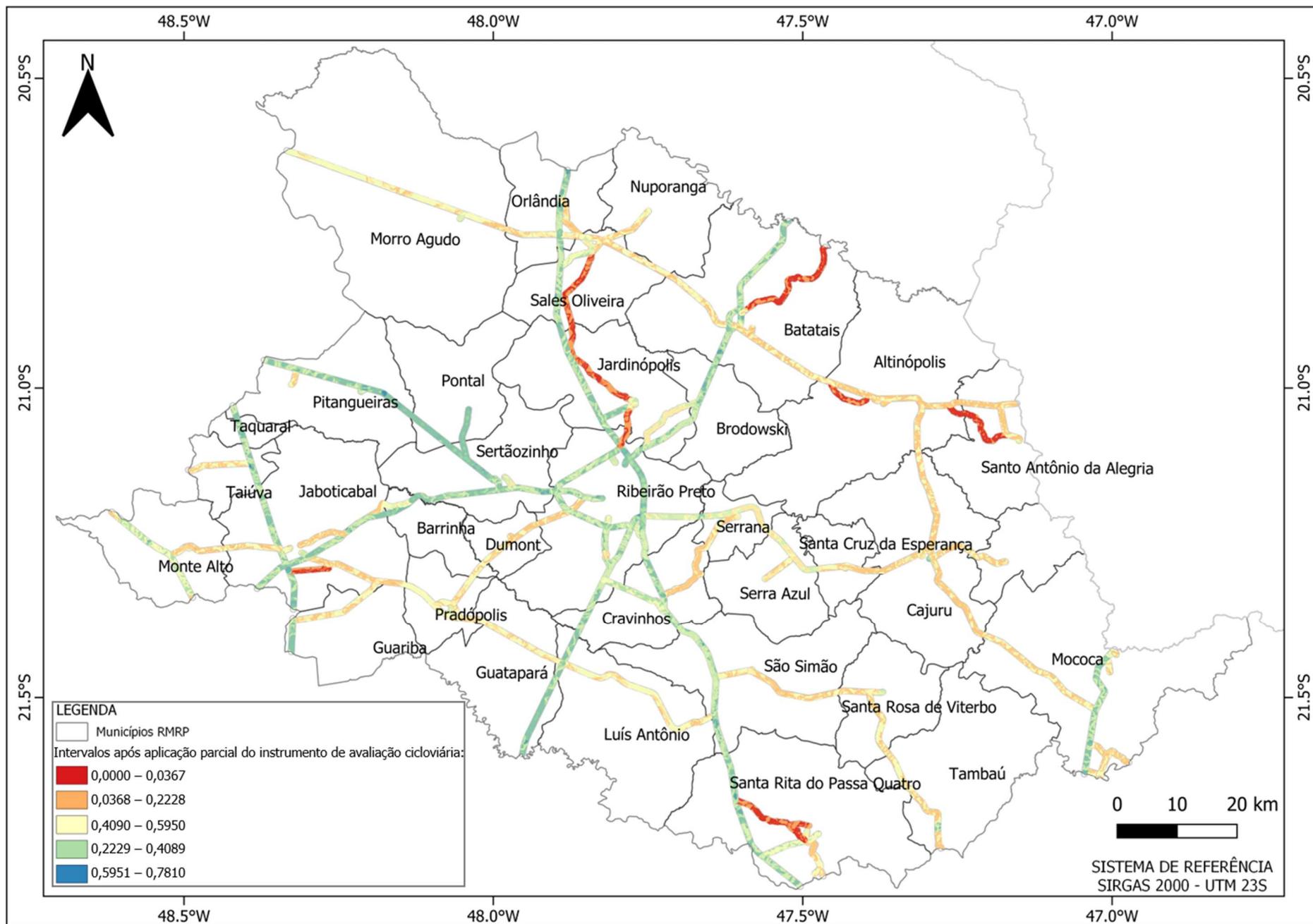
### 3.3.3 Terceira etapa: aplicação parcial do instrumento de avaliação cicloviária

Finalizada a etapa parcial de tradução dos critérios e elementos cicloviários, referente aos dados primários, foi aplicado o instrumento de avaliação de infraestrutura cicloviária com respectivos pesos descritos no Quadro 20.

Quadro 20: Pesos dos critérios e elementos cicloviários da aplicação parcial do instrumento de avaliação

CRITÉRIO CICLOVIÁRIO	ELEMENTO CICLOVIÁRIO	DESCRIÇÃO	PESO	VALOR	PESOS X VALOR
PROJETO -----			0,28		
	GEOMETRIA		0,48		
		LARGURA	0,50	1,00	0,50
		DECLIVIDADE	0,50	1,00	0,50
	CRUZAMENTOS	-	0,52	-	-
GESTÃO -----			0,29		
	PAVIMENTO		0,50		
		CONCESSÕES	1,00	1,00	1,00
	SINALIZAÇÃO	-	0,50	-	-
PERCEPÇÃO -----			0,22		
	APARÊNCIA	-	0,45	-	-
	SEGURIDADE		0,55		
		PEDÁGIOS	0,33	1,00	0,33
	ACIDENTES FATAIS	0,60	0,33	1,00	0,33
	ACIDENTE NÃO FATAIS	0,40			
		POSTOS POLICIAIS	0,33	1,00	0,33
FACILIDADES -----			0,21		
	POSTOS DE SERVIÇO		0,49		
		POSTOS DE GASOLINA	0,50	1,00	0,50
		BASE OPERACIONAL/SAU	0,50	1,00	0,50
	SUPORTE		0,51		
		EDUCAÇÃO	0,33	1,00	0,33
		LAZER	0,33	1,00	0,33
		SAÚDE	0,33	1,00	0,33

Utilizando a calculadora *raster* no *software* QGIS, aplicou-se tais pesos respectivos para cada camada agregada, possibilitando a elaboração do mapa da Figura 22.

Figura 22: Mapa *raster* com aplicação parcial do instrumento de avaliação cicloviária

### 3.3.3.1 Análise estatística e recorte da rede cicloviária

Em seguimento, como a finalidade do estudo foi traduzir os critérios e elementos cicloviários em duas etapas, visto a dimensão territorial da área, sendo: (i) dados primários e (ii) dados secundários, nesta etapa realizou-se um recorte da rede estudada.

Portanto, o mapa *raster* gerado com aplicação parcial do instrumento de avaliação cicloviária, possibilitou identificar, mediante a função de estatística *raster*, o intervalo de valor mínimo, de 0,0367, e valor máximo de 0,7810. Considerando o intervalo de valor de 0 a 1, proposto pelo método com a distribuição de pesos, observa-se locais com grande potencial de análise.

À vista disso, para avaliar tais resultados que originaram o mapa *raster*, optou-se por utilizar as ferramentas de estatística de média e desvio padrão, considerando as respectivas propriedades estatísticas presentes no *software* QGIS. Os valores para esta aplicação estão descritos no Quadro 21.

Quadro 21: Valores estatísticos do mapa *raster* com aplicação parcial do instrumento

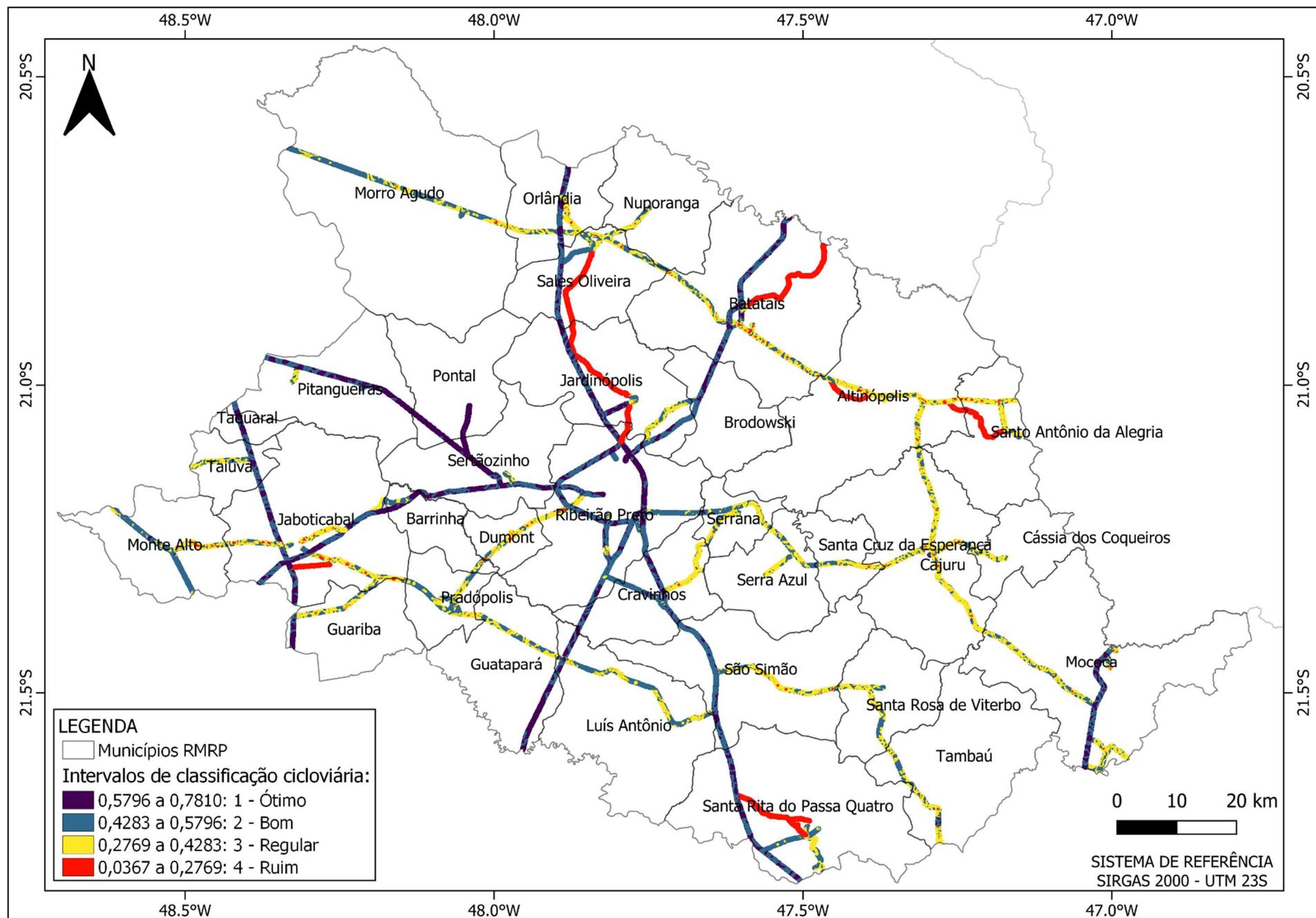
Valores estatística <i>raster</i> QGIS	
Valor máximo:	0,7810
Média:	0,4283
Mínimo:	0,0367
Desvio Padrão:	0,1513

Por conseguinte, a estratégia de análise, aplicando a estatística básica, foi utilizar o valor mínimo e máximo, a média e desvio padrão, demonstrado no Quadro 22.

Quadro 22: Valores estatísticos de mínimo, máximo, média e desvio padrão

Intervalos			Descrição	Classificação	
0,5796	a	0,7810	(Média + Desvio Padrão) a (Valor máximo)	Ótimo	1
0,4283	a	0,5796	(Média) a (Média + Desvio Padrão)	Bom	2
0,2769	a	0,4283	(Média – Desvio Padrão) a (Média)	Regular	3
0,0367	a	0,2769	(Valor mínimo) a (Média – Desvio Padrão)	Ruim	4

Como resultado, a Figura 23 ilustra o mapa com tais aplicações definidas. Nota-se que diante das classes adotadas, é possível elencar uma rede cicloviária entre as cidades de maior impacto, pontuadas pelo estudo da EMPLASA (2016) sobre fluxos pendulares diários.

Figura 23: Mapa parcial em *raster* com aplicação estatística

Nota-se que as vias que tiveram destaque positivo na aplicação estatística, ou seja, (1) ótimo e (2) bom, e que se conectam ao centro da Região Metropolitana, na cidade de Ribeirão Preto, foram as que interligam os seguintes municípios: (i) Orlândia ao norte; (ii) Jardinópolis, Brodowski e Batatais ao nordeste; (iii) Sertãozinho, Pontal e Pitangueiras ao noroeste; (iv) Serrana a leste; (v) Cravinhos, Luís Antônio e Santa Rita do Passa Quatro ao sul; (vii) Guataporã ao sudoeste; e por fim (vii) Barrinha e Jaboticabal a oeste.

Portando, pode-se destacar que as vias com melhor classificação da aplicação estatística foram as que possuem concessionária em atividade, contendo pistas duplicadas e pavimentadas, mesmo diante aos outros fatores, estes em especial foram determinantes para o resultado parcial.

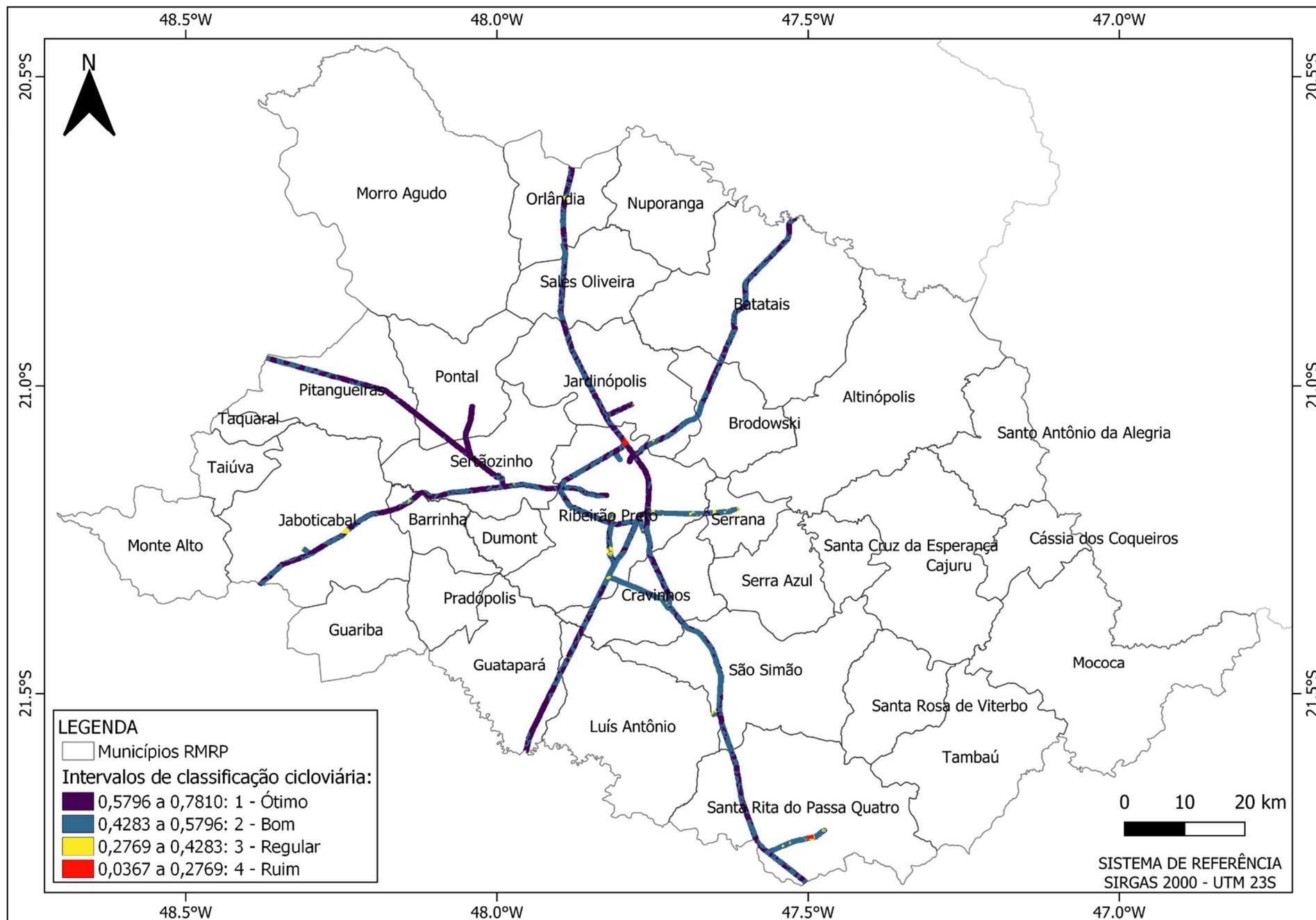
Ademais, como o objetivo da aplicação do instrumento cicloviário foi também balizar-se com os dados obtidos com o mapa das relações intermunicipais de fluxos pendulares da RMRP (vide mapa da Figura 20 deste artigo), elaborado pela EMPLASA (2016), possibilitando investigar o uso das redes cicloviárias como fomento da mobilidade intermunicipal, comparou-se tais resultados com as informações contidas no mapa, para assim balizar o recorte e continuidade do estudo.

Os municípios que se destacaram, ou seja, com maior número de deslocamentos diários (linha pontilhada vermelha) e maior intensidade nas relações intermunicipais de origem ou destino (círculo preto maior), com a cidade central da RMRP, Ribeirão Preto, foram: (i) Jardinópolis, (ii) Sertãozinho, (iii) Serrana e (iv) Pradópolis.

No entanto, a título de comparação, o município de Pradópolis, apesar de ter esse destaque nas relações origem destino, obteve no mapa elaborado, em grande maioria, pontuações classificadas como sendo (3) regular ou (4) ruim.

Desta forma, apesar do município de Pradópolis ter grande relevância nos deslocamentos diários com Ribeirão Preto, e interligá-la à cidade de Jaboticabal através de uma rodovia sem concessão, ela não está na área de maior intensidade de fluxos (mancha cinza escura no mapa) e é caracterizada por ser uma cidade de pequeno porte.

Portanto, devido a análise da realidade local e pontuações adquiridas neste estudo, para continuidade e consolidação final da aplicação do instrumento de avaliação cicloviária, adota-se o recorte proposto pela Figura 24, com a finalidade do processamento de dados secundários na plataforma SIG, objetivando a conclusão do trabalho pretendido, sendo na sequência explicitados: (i) projeto cicloviário: cruzamentos, a (ii) gestão cicloviária: sinalização, e a (iii) percepção cicloviária: aparência.

Figura 24: Mapa parcial recortado em *raster* com aplicação estatística

### 3.3.4 Quarta etapa: processamento de dados secundários na plataforma SIG

Para continuidade, foram inseridos na plataforma SIG os dados denominados secundários, ou seja, dados de difícil interpretação, correspondentes ao (i) projeto cicloviário: cruzamentos, a (ii) gestão cicloviária: sinalização e a (iii) percepção cicloviária: aparência.

Para trabalho nas camadas SIG no *software* no QGIS, foi utilizado a mesma convenção do SRC e fuso já adotados nas etapas anteriores de tradução.

#### 3.3.4.1 Camada de projeto cicloviário: cruzamentos

Conforme o Manual de Projetos de Interseções do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), os cruzamentos são classificados em duas amplas categorias, conforme os planos em que se realizam os movimentos: interseções em nível e interseções em níveis diferentes (DNIT, 2005).

O cruzamento rodoviário deve assegurar a circulação ordenada de todos os veículos, de maneira evidente e de fácil entendimento, com uma boa visibilidade entre os movimentos em conflito. No entanto, conforme DNIT (2005), apesar de interseções em níveis diferentes oferecerem maior segurança que as interseções em nível, pela ausência de conflitos diretos, para os ciclistas deve-se considerar uma boa visualização de todos os veículos envolvidos.

Portanto, para a tradução do critério de projeto cicloviário no elemento de cruzamentos, conforme instrumento já desenvolvido, foram acrescentadas no mapa as camadas *shapefile* descritas no Quadro 23, bem como a classificação para intervalos do mapa *raster* através das classes pré-determinadas.

Quadro 23: Projeto cicloviário – cruzamentos

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	FONTE	DESCRIÇÃO CAMADA	CLASSE
Projeto Cicloviário	Cruzamentos	Interseções rodoviárias	OSM (2022d); <i>Google Maps/Street View</i>	Interseções em níveis diferentes	Não aceitável: 0
				Interseções em nível	Aceitável: 0,50
				Sem interseções	Desejável: 1,00

Para o desenvolvimento desse mapa *raster*, foram extraídas informações em *shapefile* através do *software* OSMnx, em código *Python*, o que possibilitou agregar dados geoespaciais dos cruzamentos das redes urbanas viárias da RMRP, oriundas do OpenStreetMap. Mediante essas informações georreferenciadas, com o auxílio do *Google*

*Maps e Street View*, avaliou-se cada cruzamento qualitativamente conforme parâmetros determinados com base no DNIT (2005).

Por fim, a partir de todos os cruzamentos avaliados conforme classificação descrita, foi elaborado o mapa contido no Apêndice P, com o *buffer* de 500 metros, por se tratar da área útil do estudo.

#### 3.3.4.2 Camada de gestão cicloviária: sinalização

Para continuidade, o critério de gestão cicloviária foi traduzido em camadas *shapefile* com dados oriundos do Relatório da Administração e das Demonstrações Contábeis do exercício de 2021 da ARTESP (2021d), descritas no Quadro 24, bem como a classificação para intervalos do mapa *raster*.

Quadro 24: Gestão cicloviária – sinalização

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	FONTE	DESCRIÇÃO CAMADA	CLASSE
Gestão Cicloviária	Sinalização	Frequência relativa de manutenção por quilômetro	ARTESP (2021d)	Menor ou igual ao valor mínimo ( $0,04 \leq$ )	Não aceitável: 0
				Maior que o valor mínimo até o valor máximo menos o desvio padrão ( $> 0,04$ a $0,38$ )	Aceitável: 0,50
				Maior ou igual ao valor máximo menos o desvio padrão (máximo-desvio padrão) ( $\geq 0,38$ )	Desejável: 1,00

Diante de tais informações, a grande maioria das rodovias selecionadas pelo recorte são administradas por concessionárias, com exceção do acesso para o município de Serrana, sendo: (i) Entrevias (231,50 quilômetros); a (ii) Intervias (11,31 quilômetros); o (iii) Triângulo do Sol (47,48 quilômetros); e a (iv) Via Paulista (260,62 quilômetros).

Para traduzir o elemento cicloviário da sinalização, elaborou-se o número médio de manutenções feitas por quilômetro, correspondente a cada trecho, resultando nas manutenções proporcionais às extensões do trabalho. Logo em seguida, calculou-se a frequência relativa da manutenção por quilômetro para cada concessionária, para que possibilitasse a aplicação estatística de valores de mínimo, máximo e desvio padrão. A análise e aplicação das classes originou o mapa *raster* presente no Apêndice Q.

#### 3.3.4.3 Camada de percepção cicloviária: aparência

Por fim, para o critério de percepção cicloviária, foram acrescentadas no mapa as camadas *shapefile* descritas no Quadro 25 e a classificação para intervalos do mapa *raster*.

Quadro 25: Percepção cicloviária – seguridade

CRITÉRIO	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	FONTE	DESCRIÇÃO CAMADA	CLASSE
Percepção Cicloviária	Aparência	Áreas urbanizadas	IBGE (2019)	Paisagem urbana	Não aceitável: 0
		Principais Rios	FOREST-GIS (2022)	Paisagem rural Paisagem com cursos hídricos	Aceitável: 0,50 Desejável: 1,00

Para manuseio destes dados foi considerado no *buffer* de estudo quais os locais que tinham como aparência a paisagem urbana. Posteriormente, foi acrescentado os principais rios. E por fim, aplicou-se a ferramenta de diferença entre as camadas, entendendo-se que a paisagem urbana se sobressai a paisagem natural, podendo ser consultado no Apêndice R.

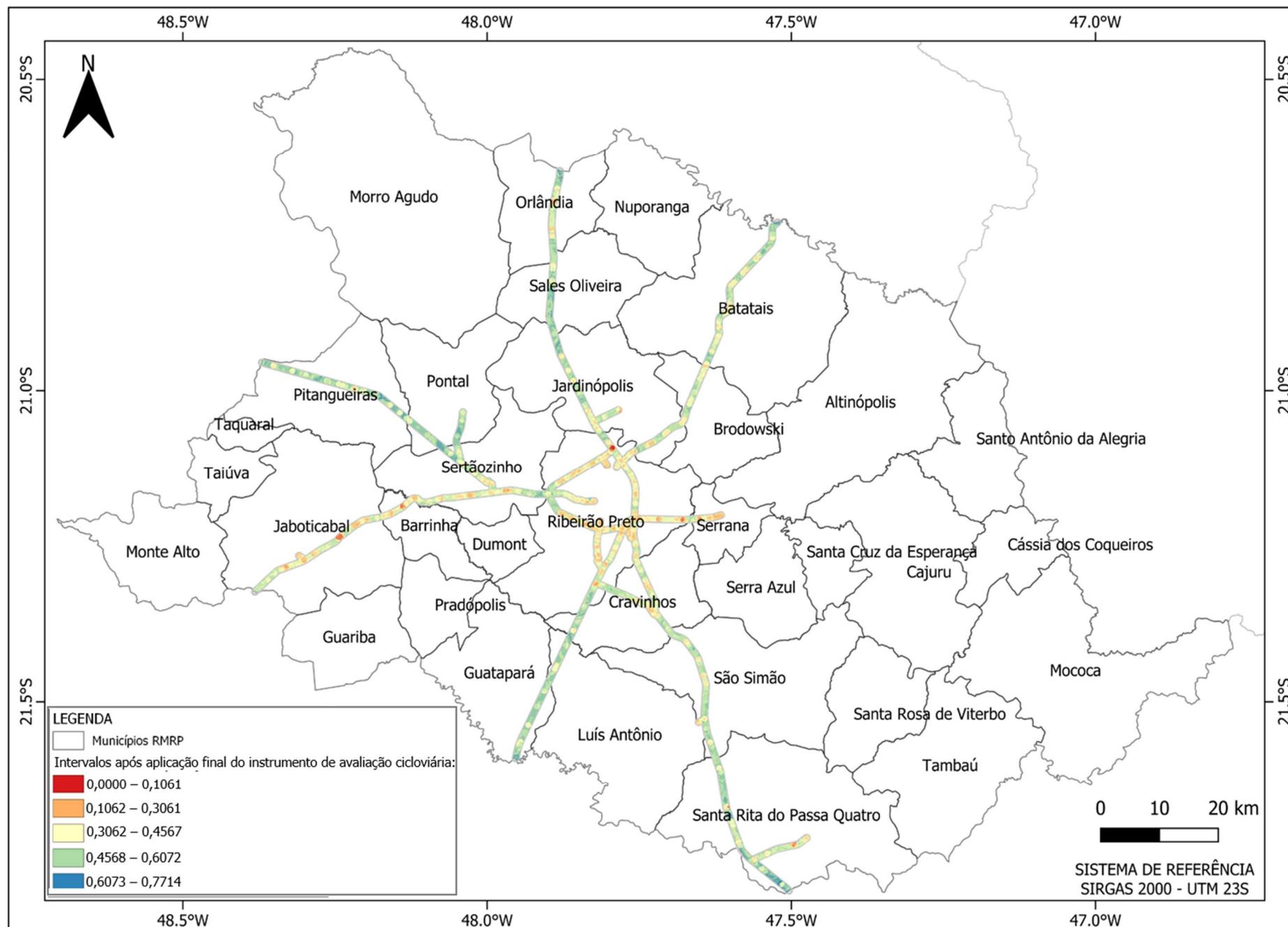
### 3.3.5 Quinta etapa: aplicação final do instrumento de avaliação cicloviária

Finalizada a etapa final de tradução dos critérios e elementos cicloviários referente aos dados primários e secundários em camadas *raster* com intervalos de classes, foi novamente aplicado o instrumento de avaliação com pesos descritos no Quadro 26. Posteriormente, utilizando a calculadora *raster*, elaborou-se o mapa da Figura 25.

Quadro 26: Pesos dos critérios e elementos cicloviários da aplicação final do instrumento de avaliação

CRITÉRIO CICLOVIÁRIO	ELEMENTO CICLOVIÁRIO	DESCRIÇÃO	PESO	VALOR	PESOS X VALOR
<b>PROJETO</b>			<b>0,28</b>		
	<b>GEOMETRIA</b>		<b>0,48</b>		
		LARGURA	0,50	1,00	0,50
		DECLIVIDADE	0,50	1,00	0,50
	<b>CRUZAMENTOS</b>		<b>0,52</b>		
		INTERSEÇÕES	1,00	1,00	1,00
<b>GESTÃO</b>			<b>0,29</b>		
	<b>PAVIMENTO</b>		<b>0,50</b>		
		CONCESSÕES	1,00	1,00	1,00
	<b>SINALIZAÇÃO</b>		<b>0,50</b>		
		FREQUÊNCIA MANUTENÇÃO	1,00	1,00	1,00
<b>PERCEPÇÃO</b>			<b>0,22</b>		
	<b>APARÊNCIA</b>		<b>0,45</b>		
		ÁREAS URBANIZADAS E RIOS	1,00	1,00	1,00
	<b>SEGURIDADE</b>		<b>0,55</b>		
		PEDÁGIOS	0,33	1,00	0,33
	ACIDENTES FATAIS	0,60	0,33	1,00	0,33
	ACIDENTE NÃO FATAIS	0,40	0,33	1,00	0,33
		POSTOS POLICIAIS	0,33	1,00	0,33
<b>FACILIDADES</b>			<b>0,21</b>		
	<b>POSTOS DE SERVIÇO</b>		<b>0,49</b>		
		POSTOS DE GASOLINA	0,50	1,00	0,50
		BASE OPERACIONAL/SAU	0,50	1,00	0,50
	<b>SUPORTE</b>		<b>0,51</b>		
		EDUCAÇÃO	0,33	1,00	0,33
		LAZER	0,33	1,00	0,33
		SAÚDE	0,33	1,00	0,33

Figura 25: Mapa raster com aplicação final do instrumento de avaliação ciclovária



### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

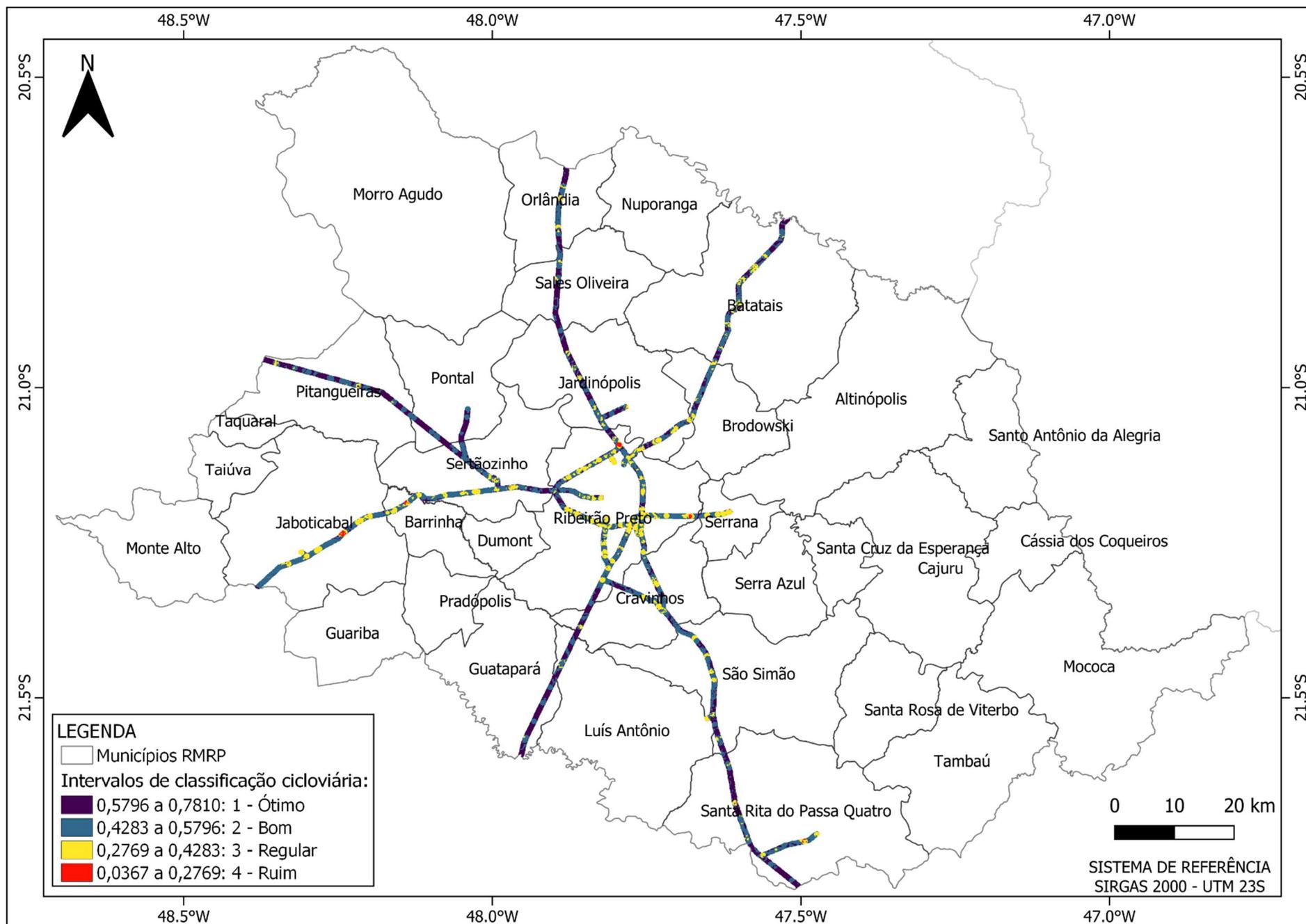
#### 3.4.1 Análise estatística da rede cicloviária

Para análise final da rede estudada, o mapa gerado possibilitou identificar novamente, mediante a função de estatística *raster* do *software* QGIS, o intervalo de 0 a 1, proposto pelo método com a distribuição de pesos, explicitados no Quadro 27.

Quadro 27: Valores estatísticos do mapa *raster* final

Valores estatística <i>raster</i> QGIS	
Valor máximo:	0,7714
Média:	0,5192
Mínimo:	0,1061
Desvio Padrão:	0,0947

No entanto, para avaliar tais resultados finais que originaram o mapa *raster*, apesar dos valores estatísticos da aplicação final do instrumento serem distintos dos oriundos do recorte inicial da rede, adotou-se a mesma estratégia de análise, bem como os valores dos intervalos, contidos no Quadro 22 deste artigo e, como produto final, o mapa da Figura 26.

Figura 26: Mapa final em *raster* com aplicação estatística

Ao concluir a aplicação do instrumento de avaliação cicloviária, com os respectivos critérios e elementos, ilustrado pelo mapa final com a análise estatística, observa-se que houve consideráveis regiões que se destacaram, tanto no âmbito negativo como positivo, conforme a classificação adotada neste estudo.

Tais destaques negativos se justificaram pelo acréscimo, posterior ao recorte da área de estudo, das camadas oriundas de dados denominados “secundários”, ou seja, que exigiram aprofundamento na tradução, correspondentes ao (i) projeto cicloviário: cruzamentos; a (ii) gestão cicloviária: sinalização; e a (iii) percepção cicloviária: aparência.

À vista disso, as vias que se destacaram, em grande parte, negativamente, ou seja, classificadas como sendo (3) regular ou (4) ruim, foram: (i) anel rodoviário (linha de contorno) no perímetro urbano principal da cidade de Ribeirão Preto; e também as vias que interligam Ribeirão Preto aos municípios: (ii) Jardinópolis; (iii) Brodowski; (iv) Serrana; (v) Cravinhos; (vi) Sertãozinho; e (vii) Barrinha e Jaboticabal.

Portanto, observou-se que os trechos referidos são provenientes de regiões com predominância de paisagem no contexto urbano, e acarretam uma vasta quantidade de cruzamentos (em nível ou em níveis diferentes), fatores estes determinantes para o resultado final.

Fato este fundamenta o estudo elaborado pela EMPLASA (2016), onde constatou-se que o processo de conurbação na RMRP, de caráter vagaroso, é sentido de forma mais significativa na direção norte-sul a partir do município central, Ribeirão Preto, envolvendo, no sentido norte, Jardinópolis, e no sentido sul, Cravinhos, ou seja, locais que obtiveram pontuações desfavoráveis neste estudo.

Todavia, observa-se que a tradução da camada de sinalização não representou grande relevância no resultado final, devido à sua similaridade no peso em grande parte da rede de estudo.

Em contrapartida, no que concerne aos destaques positivos, a maioria das vias periféricas à cidade de Ribeirão Preto foram, em grande parte, melhor avaliadas, ou seja, classificadas como (1) ótimo ou (2) bom, sendo correspondentes as interligações: (i) Jardinópolis a Orlândia; (ii) Brodowski a Batatais; (iii) Sertãozinho a Pontal e Pitangueiras; (iv) Cravinhos a Luís Antônio e Santa Rita do Passa Quatro; e (v) parte da trecho de Ribeirão Preto a Guatapará, podendo assim justificar-se com sendo municípios de pequeno porte, com reduzida área urbana e sem conurbação, isto é, mais distantes da cidade de maior relevância da região metropolitana.

### **3.4.2 Relações intermunicipais de origem destino da rede cicloviária**

Como o objetivo da aplicação do instrumento de avaliação cicloviária consistia em analisar as viagens pendulares da RMRP, possibilitando investigar, capacitar e incentivar o uso das redes cicloviárias como fomento da mobilidade intermunicipal, comparou-se os dados obtidos neste estudo com o mapa das relações intermunicipais de fluxos pendulares da região metropolitana (vide mapa da Figura 20), elaborado pela EMPLASA (2016).

Nota-se que os locais de destaque, ou seja (i) com áreas de maior intensidade de fluxos (mancha cinza escura no mapa), (ii) com maior número de deslocamentos diários (linha pontilhada vermelha) e (iii) maior intensidade nas relações intermunicipais de origem ou destino (círculo preto maior), isto é, os polos mais atrativos com a cidade central da RMRP, Ribeirão Preto, foram os municípios de: (i) Jardinópolis, (ii) Sertãozinho, (iii) Serrana. Logo, ao confrontar os parâmetros das realidades locais com os dados finais do estudo aplicado, tais municípios que se destacaram obtiveram, em maior parte, pontuações regulares (3) e ruins (4).

No entanto, observa-se que essas rotas que foram destacadas negativamente, conectando a cidade de Ribeirão Preto a estes municípios supracitados, se fundamentam pelas relações intensas de desenvolvimento econômico articulado e de relevância nas atividades industriais e de serviços da RMRP. Ademais, esses municípios caracterizam-se por uma grande e ascendente frota de veículos, e as respectivas viagens pendulares presentes nessas regiões são feitas, em sua maioria, através do uso excessivo do automóvel individual, incentivados pela forte presença de um sistema rodoviário intermunicipal e desincentivo na mobilidade ativa.

Por fim, através destes resultados, com vistas ao objetivo da pesquisa de avaliar a infraestrutura de mobilidade para implantação de uma rede cicloviária na RMRP, foi possível destacar regiões expressivas na rede selecionada do estudo, que demandam maior atenção no que diz respeito a ótica da segurança, principalmente nos elementos cicloviários de cruzamentos e de aparência, sendo esta avaliação capaz de subsidiar a implantação do sistema proposto.

### **3.4.3 Qualificação da rede cicloviária**

Em vista disso, como suporte para qualificar as áreas de extrema relevância da RMRP que obtiveram pontuações inferiores, devido aos elementos cicloviários de (i) cruzamentos e (ii) aparência, fez-se necessário para conclusão da pesquisa, pontuar sob a

ótica de segurança, alguns parâmetros já levantados neste estudo, em seus aspectos eficientes e positivos, adequando-os à realidade do estudo de caso.

Para os (i) cruzamentos existentes, a avaliação da infraestrutura de segurança é capaz de tornar esses locais mais seguros a serem aptos a uma rede cicloviária. Nestas áreas de muito interesse destacadas no mapa final da RMRP, orienta-se que as redes cicloviárias possam priorizar rotas diretas e rápidas entre origem e destino, evitando paradas. Por conseguinte, estas devem ser conectadas e proporcionar o mínimo de cruzamentos no percurso, ou seja, faz-se necessário avaliar o caminho que as redes cicloviárias percorrerão, a fim de reduzir, ou até evitar, tais pontos de conflito.

Ademais, constatou-se que os cruzamentos presentes na RMRP são frequentes, principalmente nas regiões de maior interesse, próximas à cidade de Ribeirão Preto. Portanto, ao deparar-se com tais situações, deve-se objetivar ótimas condições de travessias voltadas para o ciclista, sendo este o veículo mais frágil no sistema de transporte a ser implantado. Da mesma forma, deve-se evitar locais com históricos de acidentes e conflitos, bem como investir em sinalização para evidenciar a prioridade e presença de ciclistas.

Já para (ii) aparência, deve-se optar por locais com integração ao ambiente circundante, como a presença de paisagens, arborizações e temperaturas agradáveis. Os possíveis usuários do sistema tendem a escolher rotas mais atraentes, com vistas panorâmicas e confortáveis.

Em contrapartida, às realidades locais nas áreas de maior destaque da RMRP, ou seja, regiões onde são mais procuradas para movimentos pendulares, dispõem, em sua maioria, de paisagens urbanas, caracterizadas por densas cidades e elevadas temperaturas, ou seja, são desfavoráveis ao elemento cicloviário avaliado. Portanto, sugere-se no momento de prospecção do percurso cicloviário, a escolha de locais onde seja possível criar uma ciclofaixa verde, incentivando a melhoria visual e trazendo benefícios econômicos para a região.

Por fim, salienta que todas as melhorias qualificadas e sugeridas podem acarretar inúmeros benefícios para a região metropolitana recentemente consolidada, no entanto devem ser pautadas pelos outros critérios e elementos cicloviários já levantados e avaliados neste estudo, bem como as devidas adequações com as realidades locais.

### 3.5 CONCLUSÕES

A escolha da recém consolidada RMRP para avaliação da infraestrutura de mobilidade, a fim de subsidiar a implantação de uma rede cicloviária, se fundamentou em características territoriais não conurbadas, desenvolvimento articulado nos setores industriais, de serviço e tecnológicos, dinamismo socioeconômico, bem como a presença de intensos fluxos pendulares e altas taxas de motorização individual.

Logo, através da aplicação do instrumento de avaliação cicloviária com o uso do *software* QGIS, foi possível caracterizar a área de estudo e estabelecer a tradução das camadas correspondentes aos critérios e elementos cicloviários, subdividida em (i) dados primários, de fácil interpretação, sendo estes decisórios no recorte da rede, e (ii) dados secundários, de difícil interpretação, possibilitando o resultado final.

Por conseguinte, com base nas classes já determinadas pelo referencial teórico proveniente do instrumento de avaliação cicloviária, obteve-se, através de aplicações estatísticas, as avaliações das áreas estudadas, que se destacaram, tanto no âmbito negativo como positivo, conforme pontuações adotadas neste estudo.

Desta forma, foi possível comparar os dados obtidos neste estudo com o mapa das relações intermunicipais de fluxos pendulares da RMRP, concluindo que os locais mais atrativos da região obtiveram, em maior parte, pontuações regulares e ruins, por serem áreas localizadas em perímetros urbanos e com considerável número de cruzamentos.

Por fim, a fim de contribuir para o avanço sob a ótica da segurança e desenvolvimento da região metropolitana estudada, no que tange ao incentivo da mobilidade sustentável com o uso de bicicletas em rotas de médias e longas distâncias, visto as áreas selecionadas serem de grande relevância e, em contrapartida, apresentar em respectivas fragilidades, fez-se necessário qualificar a rede, a fim de adequá-la às realidades locais.

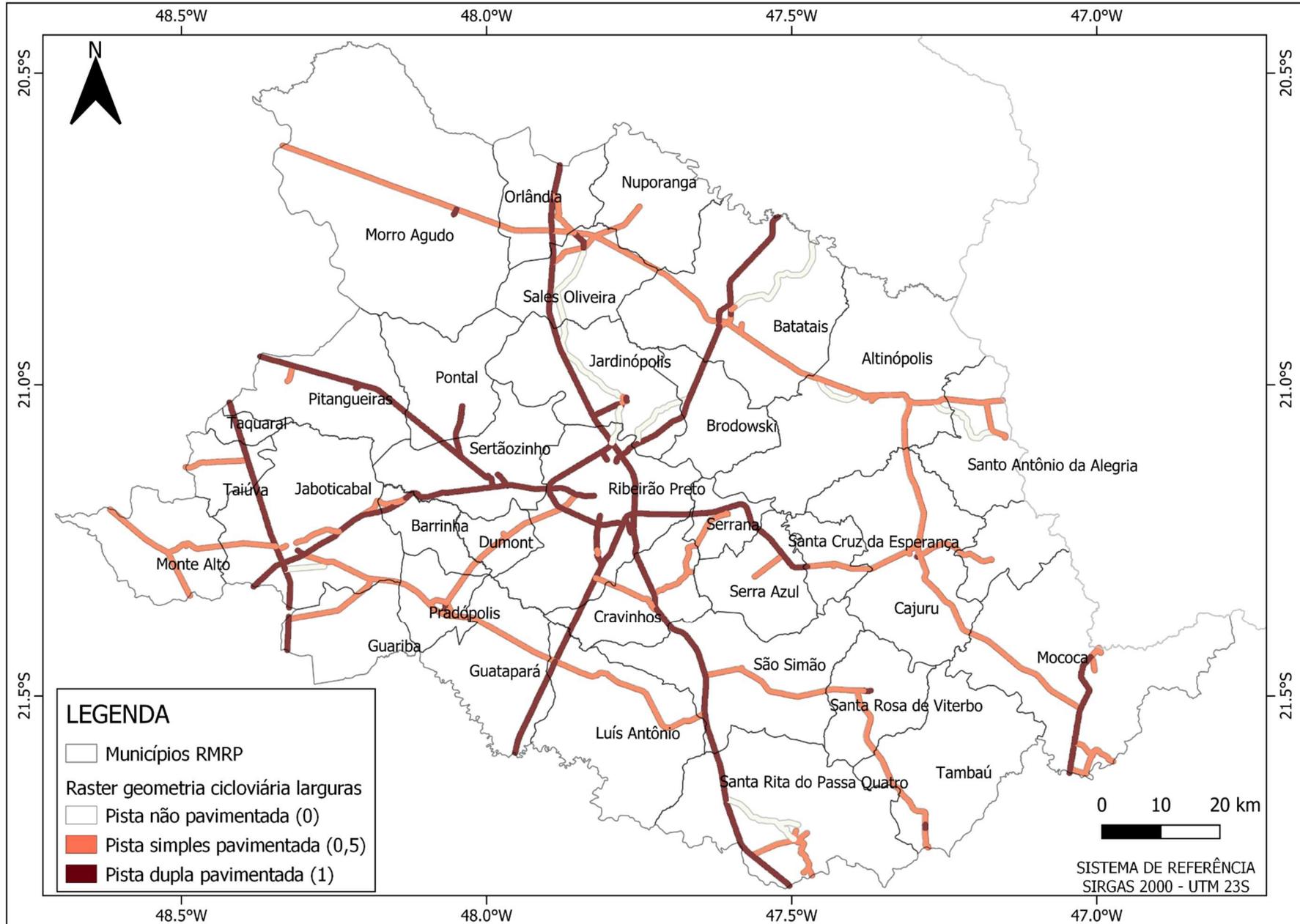
Como conclusão, os resultados à frente de toda aplicação do instrumento de avaliação cicloviária foram satisfatórios, visto que foi possível identificar quais as vias passíveis de serem grandes potencializadores de redes cicloviárias entre cidades da RMRP. Espera-se que o estudo possa sistematizar as tomadas de decisão para implantação de uma rede cicloviária em escala metropolitana.

## 3.6 APÊNDICES DO ARTIGO

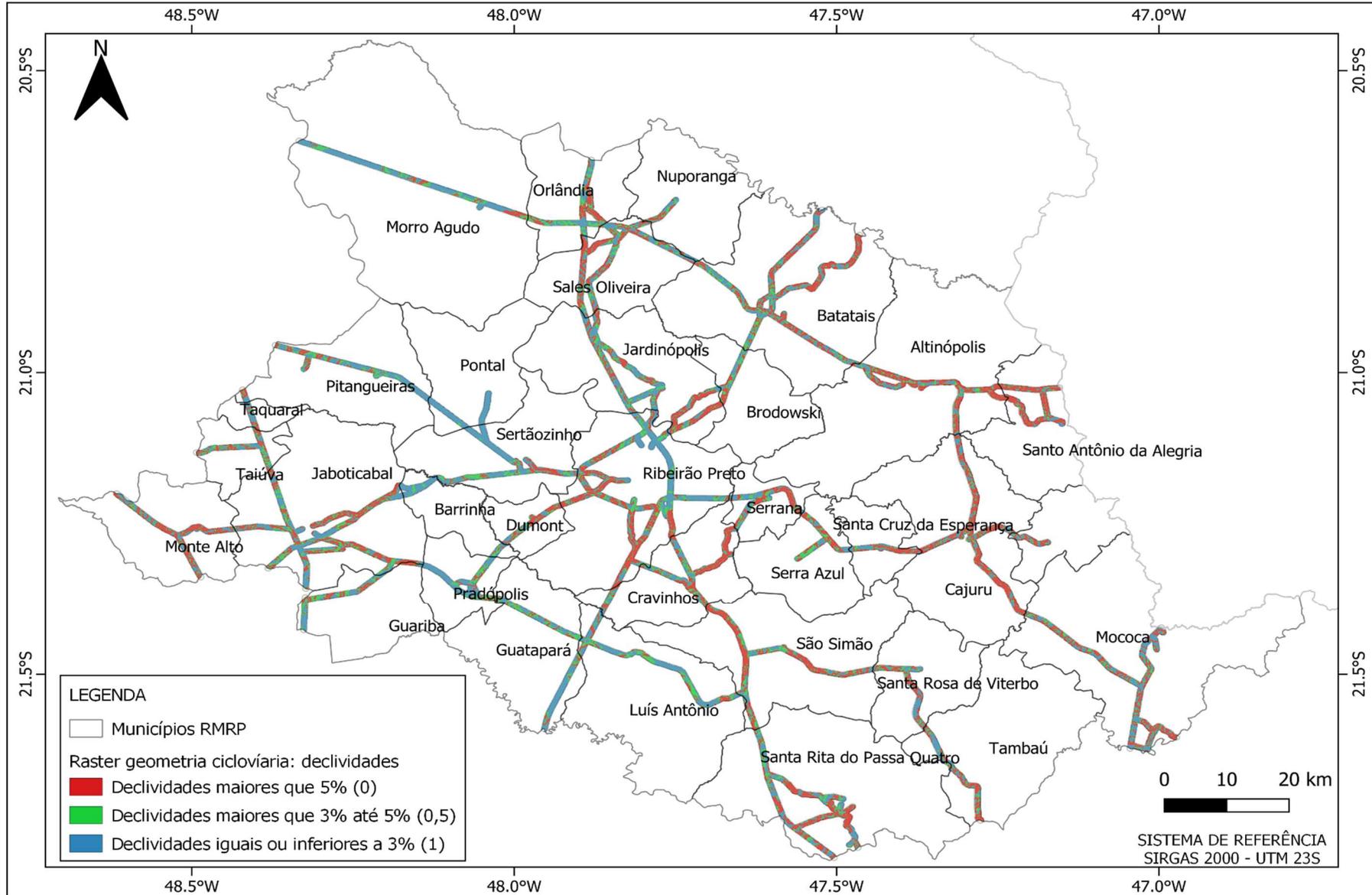
**Apêndice G: Dados municípios da Região Metropolitana de Ribeirão Preto**

Nº	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO CENSO 2010 (IBGE)	POPULAÇÃO ESTIMADA 2021 (IBGE)	PORTE CIDADE (IBGE)	DISTÂNCIA CIDADE SEDE (km)
1	Altinópolis	15.607	16.221	pequeno	61,8
2	Barrinha	28.496	33.537	pequeno	40,2
3	Batatais	56.476	63.438	pequeno	44,9
4	Brodowski	21.107	25.605	pequeno	29,6
5	Cajuru	23.371	26.613	pequeno	63,8
6	Cássia dos Coqueiros	2.634	2.488	pequeno	80,4
7	Cravinhos	31.691	35.858	pequeno	23,8
8	Dumont	8.143	10.174	pequeno	21,7
9	Guariba	35.486	40.857	pequeno	57,6
10	Guataporã	6.966	7.760	pequeno	61
11	Jaboticabal	71.662	78.029	pequeno	58,2
12	Jardinópolis	37.661	45.544	pequeno	23,9
13	Luiz Antônio	11.286	15.628	pequeno	55
14	Mococa	66.290	69.072	pequeno	114
15	Monte Alto	46.642	51.039	pequeno	78,3
16	Morro Agudo	29.116	33.598	pequeno	71
17	Nuporanga	6.817	7.522	pequeno	64,1
18	Orlândia	39.781	44.682	pequeno	55,5
19	Pitangueiras	35.307	40.430	pequeno	51,7
20	Pontal	40.244	51.717	pequeno	38,8
21	Pradópolis	17.377	22.239	pequeno	36,6
22	Ribeirão Preto	604.682	720.116	grande	-
23	Sales Oliveira	10.568	12.103	pequeno	53,4
24	Santa Cruz da Esperança	1.953	2.166	pequeno	49
25	Santa Rita do Passa Quatro	26.478	27.641	pequeno	85,4
26	Santa Rosa de Viterbo	23.862	26.960	pequeno	71,1
27	Santo Antônio da Alegria	6.304	7.024	pequeno	91
28	São Simão	14.346	15.446	pequeno	49,9
29	Serra Azul	11.256	15.292	pequeno	43
30	Serrana	38.878	46.166	pequeno	26,8
31	Sertãozinho	110.074	128.432	médio	21,5
32	Taiúva	5.447	5.562	pequeno	85,6
33	Tambaú	22.406	23.255	pequeno	97,8
34	Taquaral	2.726	2.815	pequeno	85,5

Apêndice H: Mapa raster do elemento cicloviário de largura

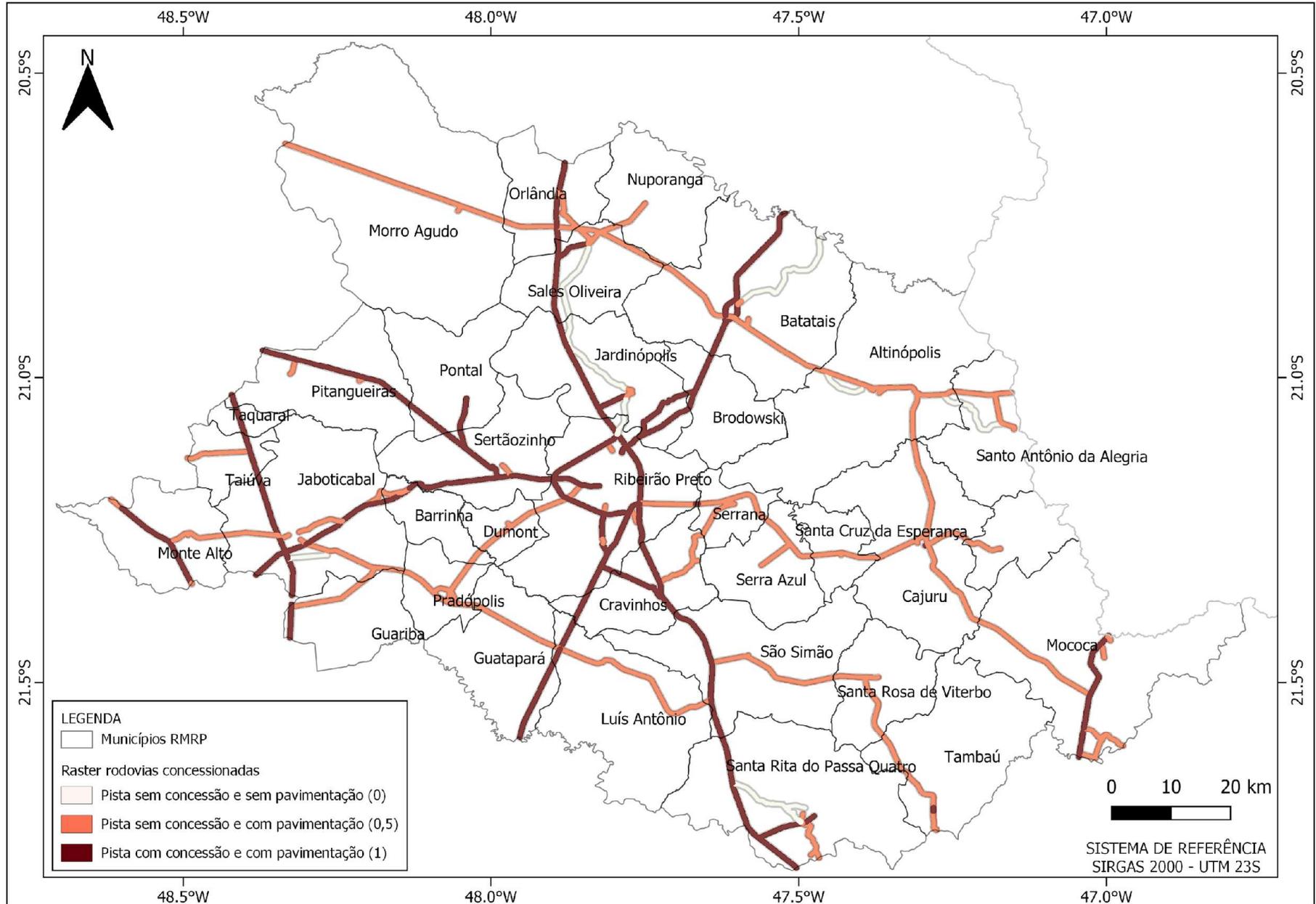


### Apêndice I: Mapa *raster* do elemento ciclovitário de declividade



Fonte: Adaptado da SMA (2015)

Apêndice J: Mapa raster do elemento cicloviário do pavimento



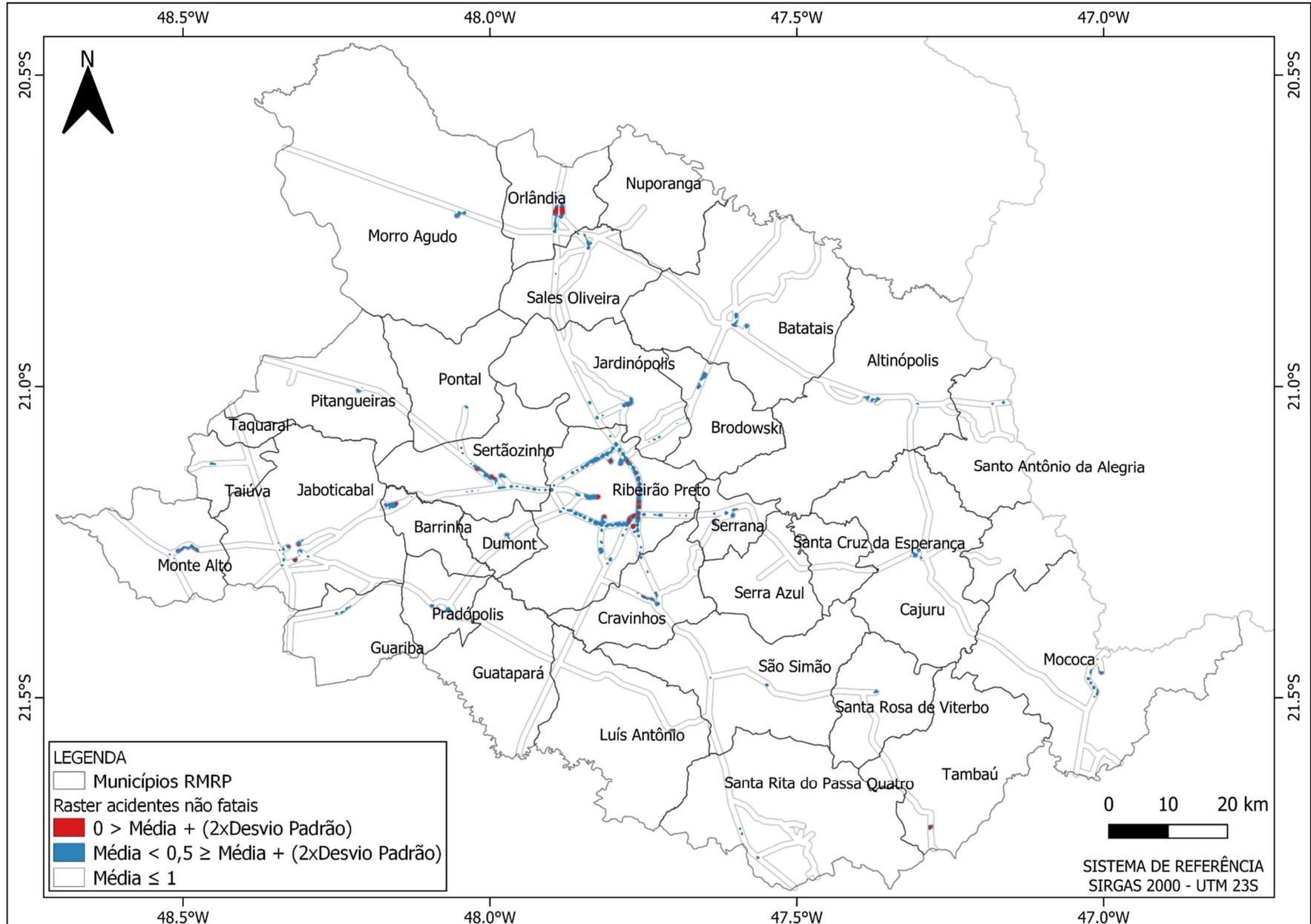
Fonte: Adaptado da ARTESP (2021a)

Apêndice K: Mapa raster do elemento ciclovitário da segurança - acidentes fatais



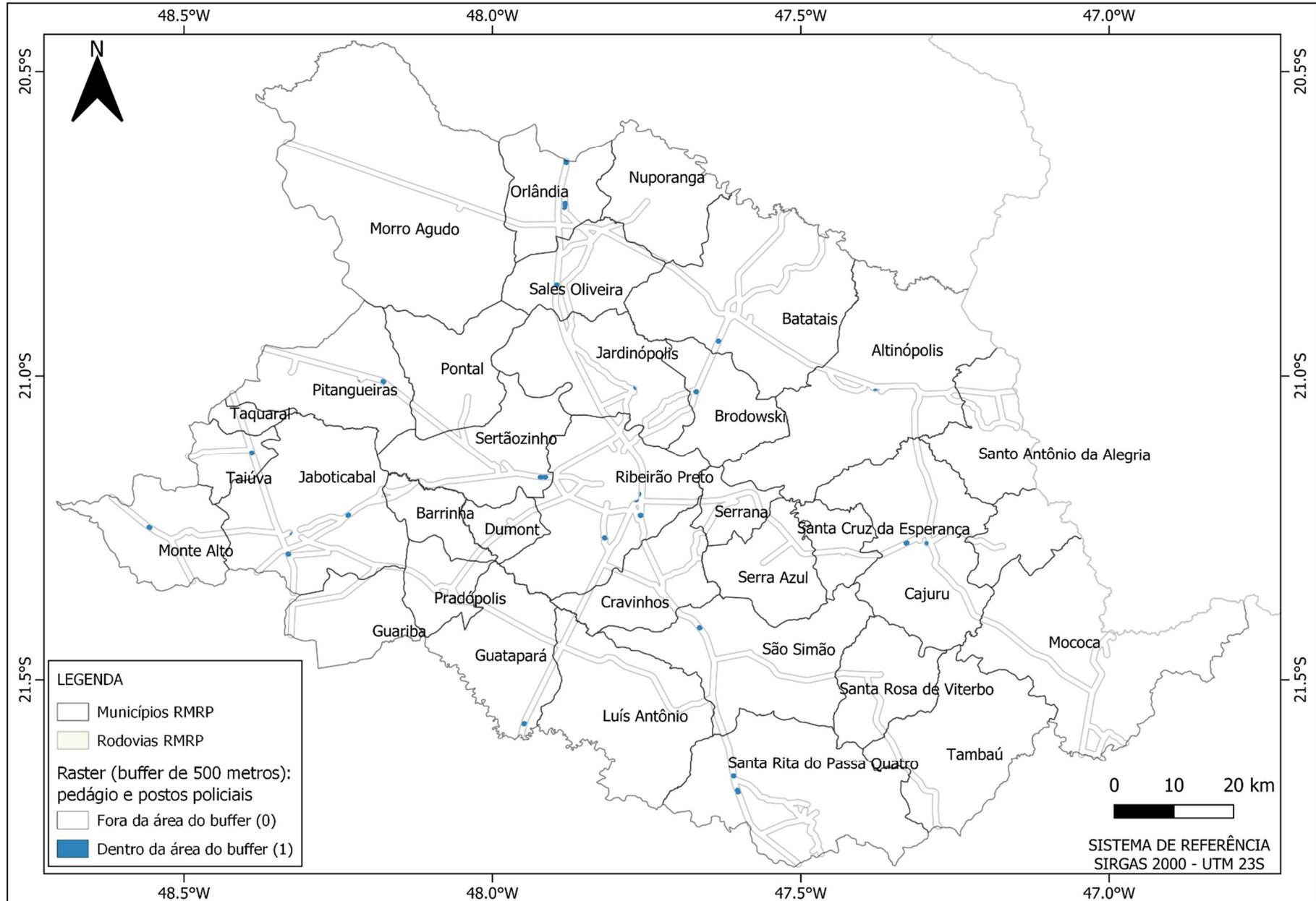
Fonte: Adaptado de INFOSIGA (2022)

Apêndice L: Mapa *raster* do elemento ciclovitário da segurança - acidentes não fatais



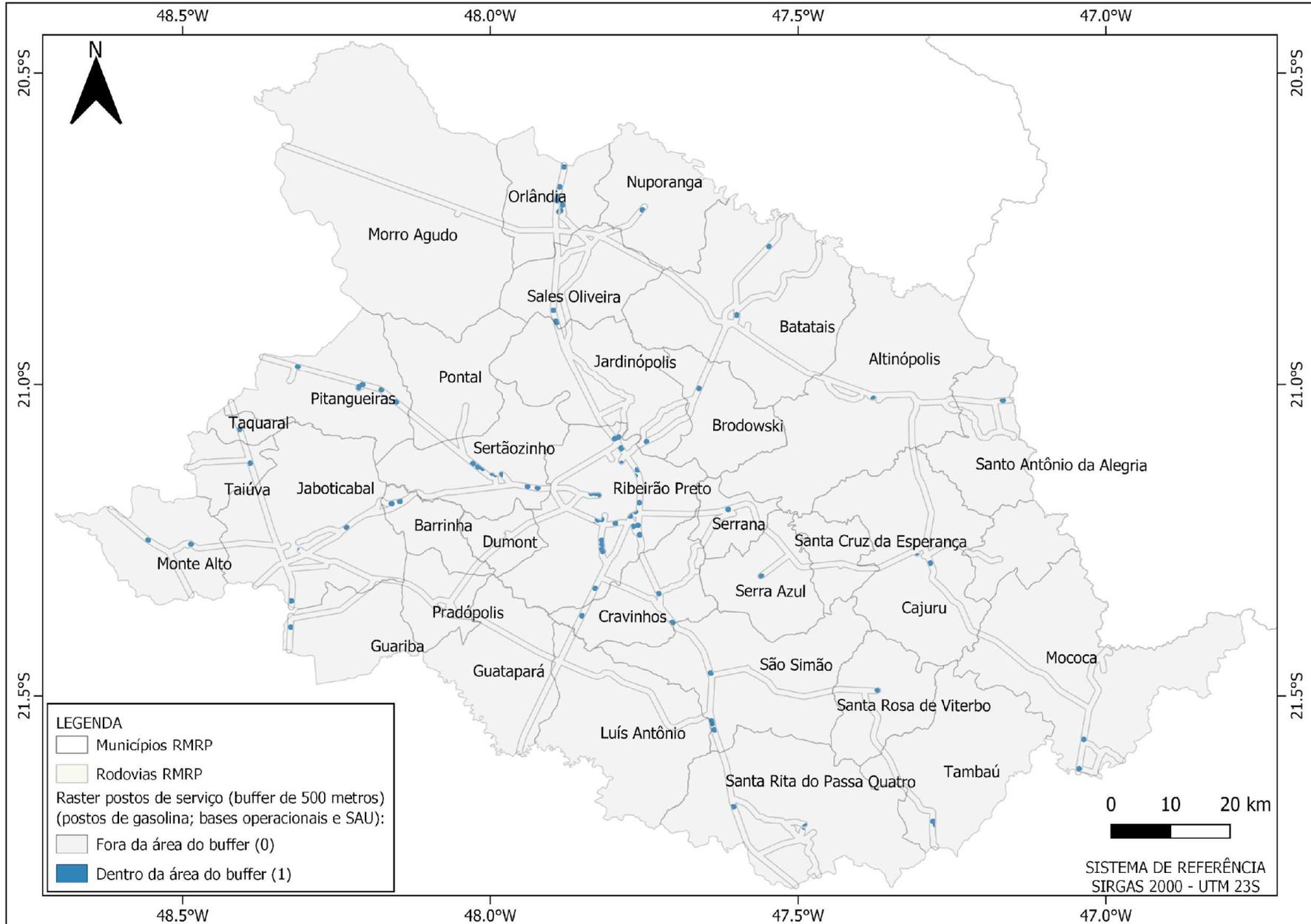
Fonte: Adaptado de INFOSIGA (2022)

Apêndice M: Mapa *raster* do elemento cicloviário da seguridade - postos policiais rodoviários e pedágios



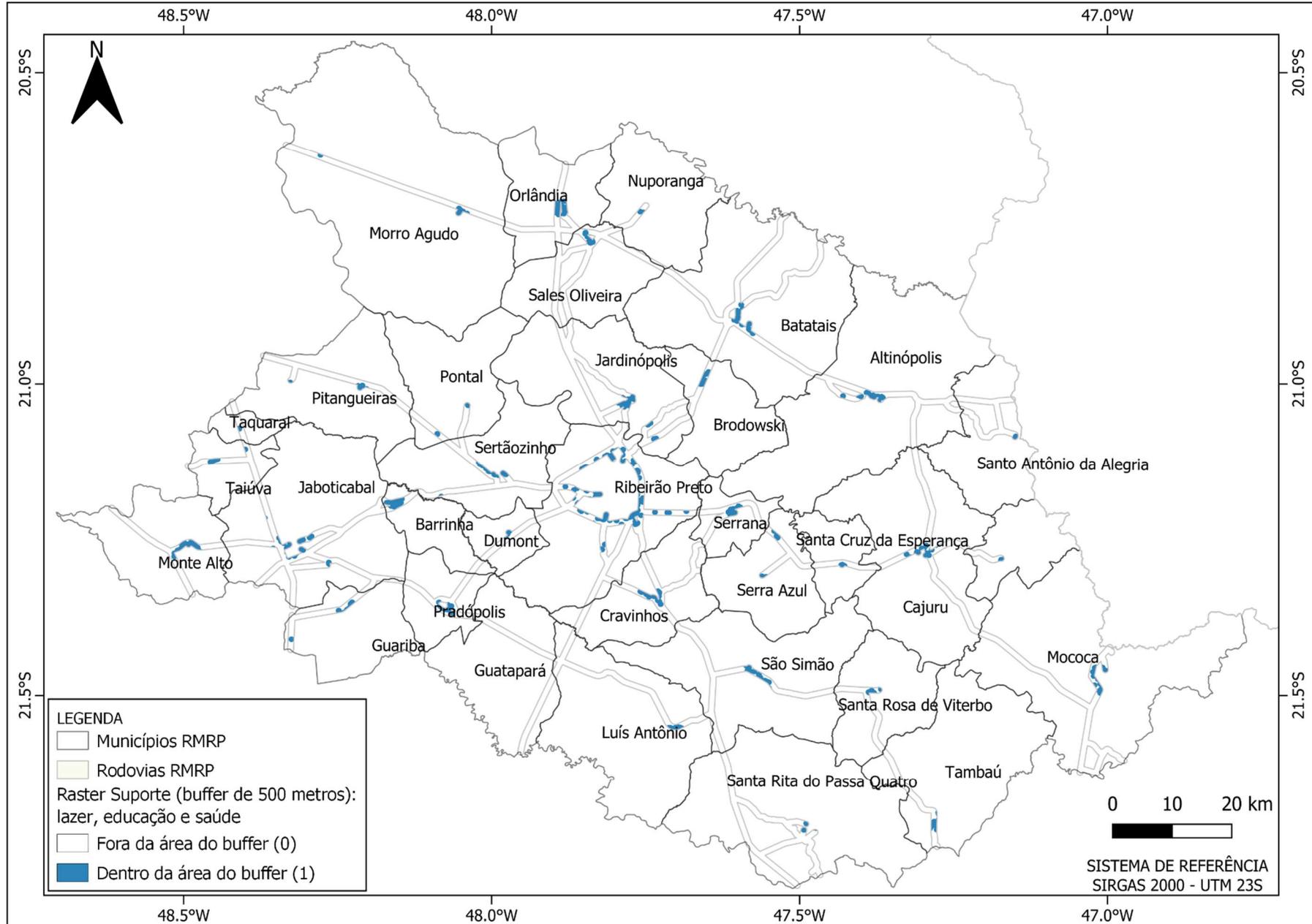
Fonte: Adaptado de OSM (2022a) e ARTESP (2021b)

Apêndice N: Mapa raster do elemento ciclovitário de postos de serviço



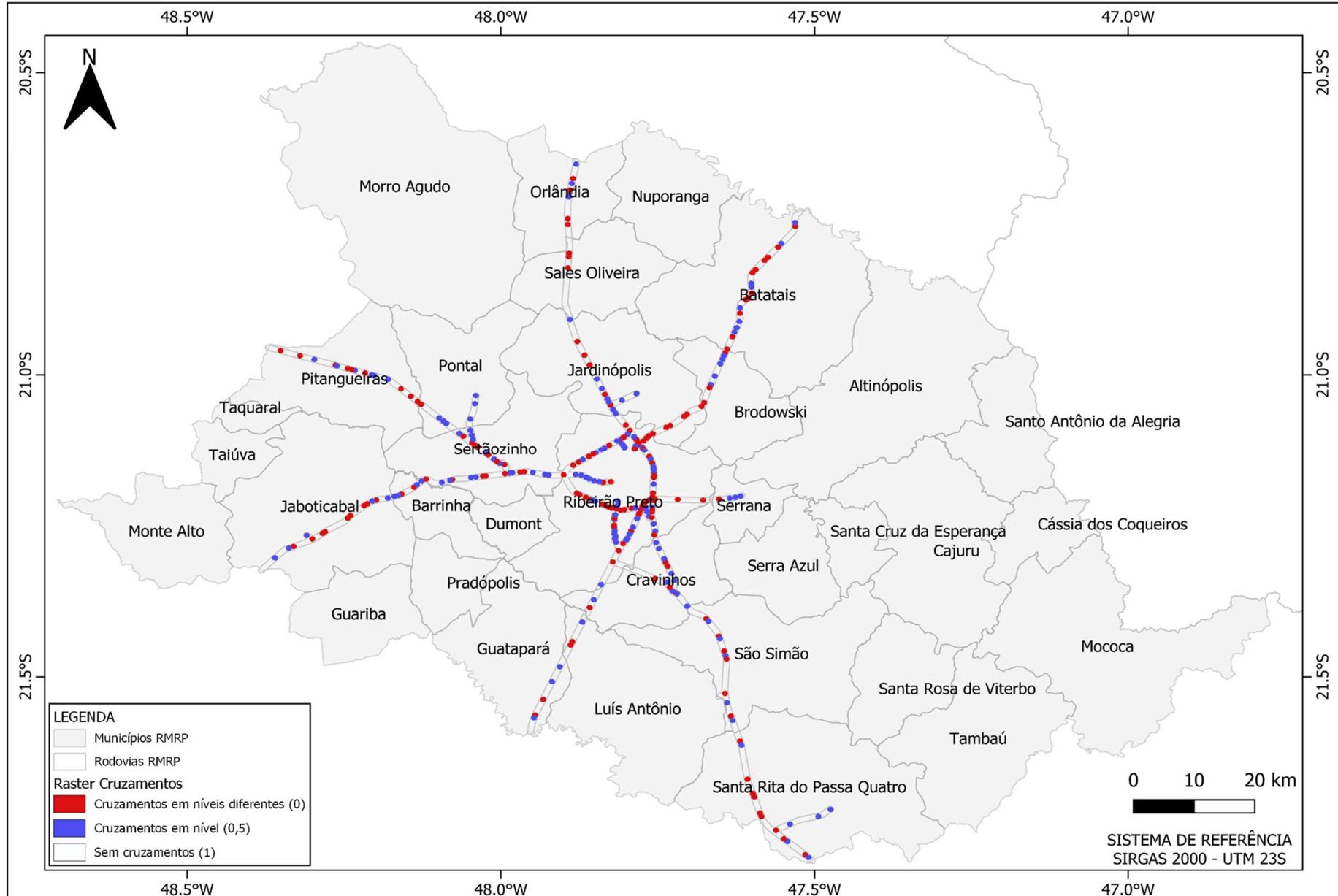
Fonte: Adaptado de OSM (2022b) e ARTESP (2021c)

### Apêndice O: Mapa *raster* do elemento cicloviário de suporte - lazer, educação e saúde



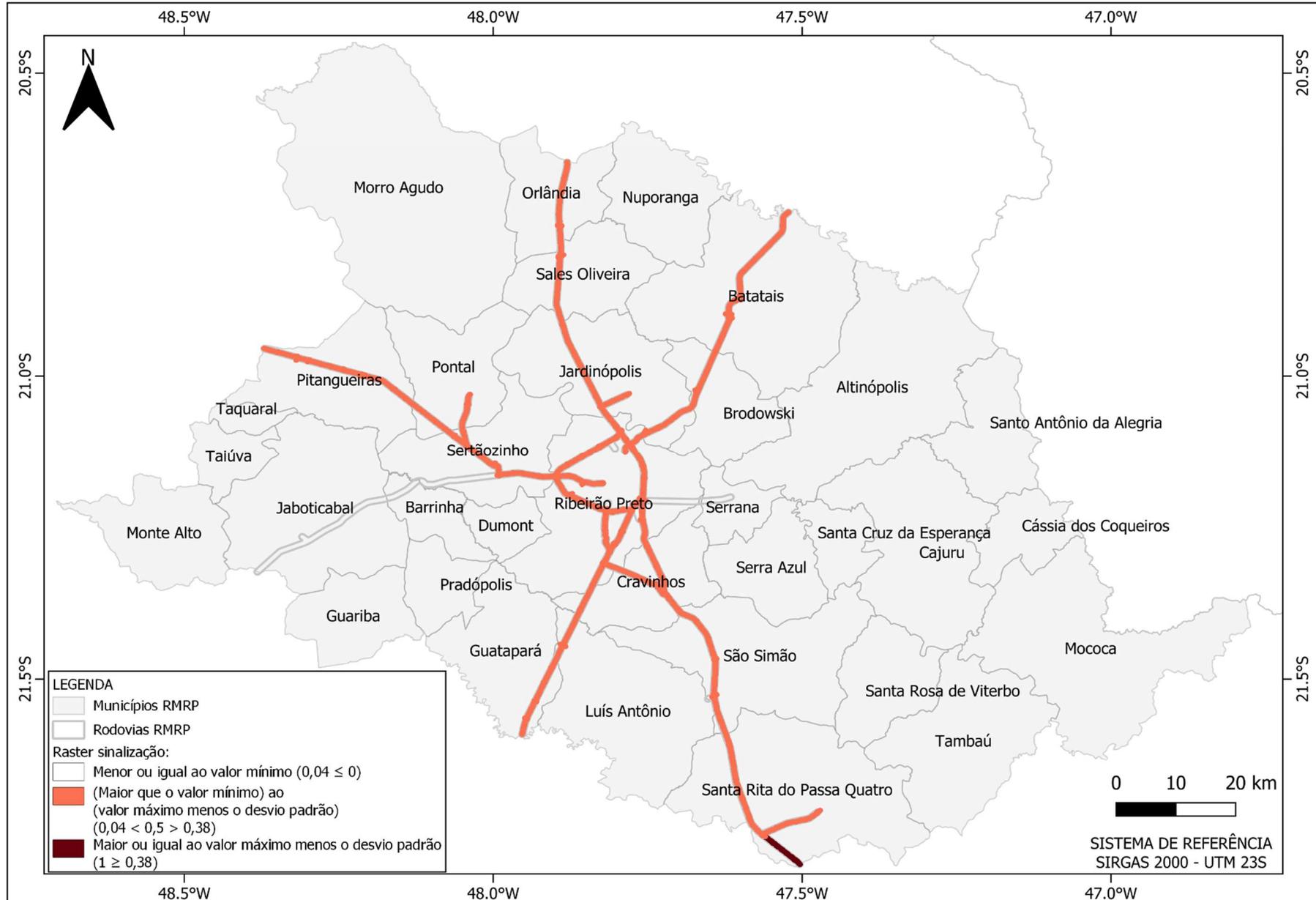
Fonte: Adaptado do Ministério da Saúde (2020), OSM (2022c), INEP (2020) e IBRAM (2020)

Apêndice P: Mapa *raster* do elemento ciclovitário de cruzamentos



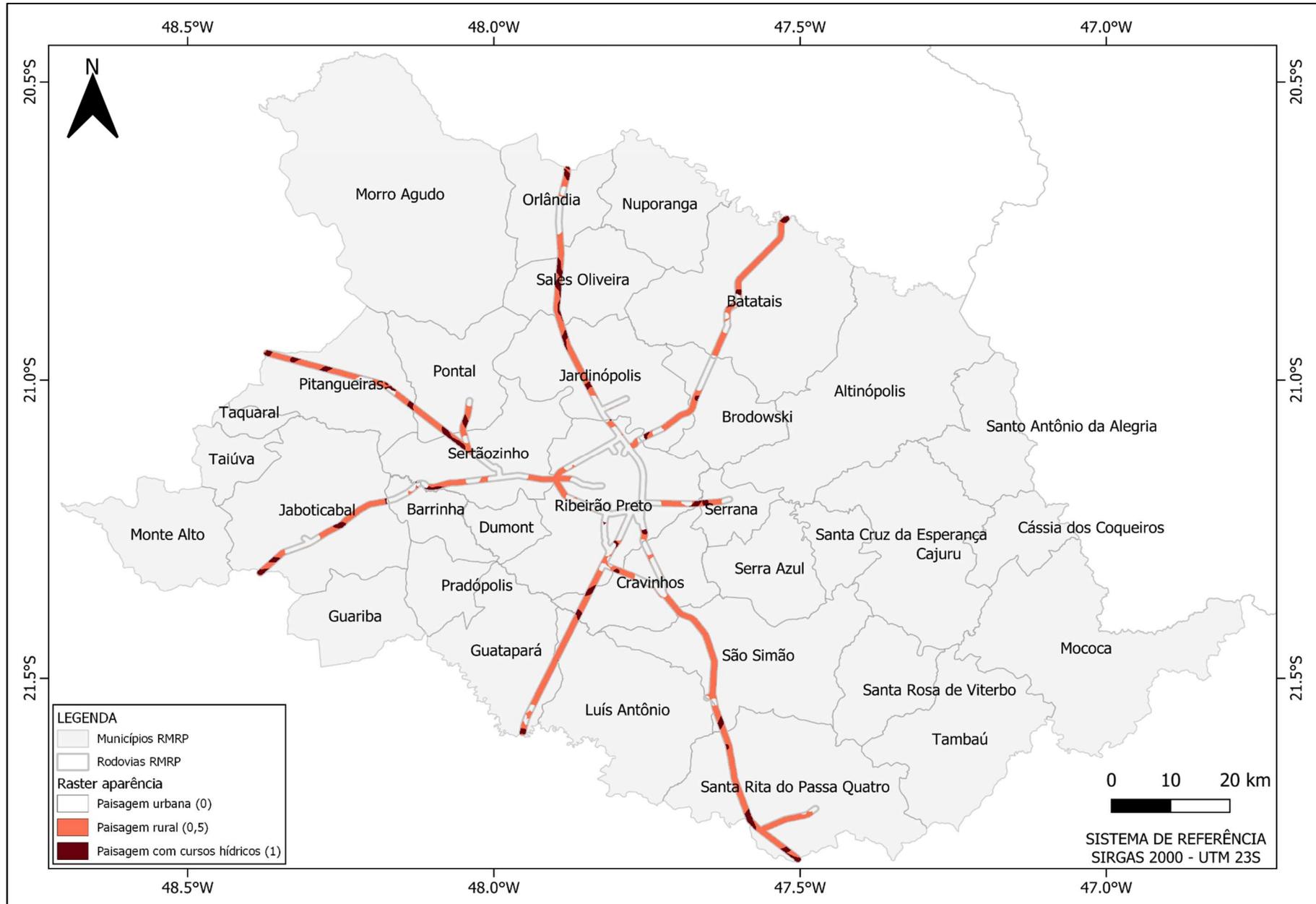
Fonte: Adaptado de OSM (2022d)

Apêndice Q: Mapa *raster* do elemento cicloviário de sinalização



Fonte: Adaptado da ARTESP (2021d)

### Apêndice R: Mapa raster do elemento ciclovitário de aparência



Fonte: Adaptado do IBGE (2019) e FOREST-GIS (2022)

## 4 DISCUSSÕES FINAIS

### 4.1 DISCUSSÃO GERAL SOBRE O TRABALHO

O presente trabalho teve como resultado a definição de um método de avaliação de uma rede cicloviária para viagens pendulares em escala metropolitana observando critérios de segurança e acessibilidade. Elaborou-se dois artigos, sendo o primeiro a definição de um instrumento de avaliação da infraestrutura cicloviária em regiões metropolitanas através do AHP e, posteriormente, como segundo artigo, a aplicação do instrumento elaborado na RMRP utilizando SIG.

Para o desenvolvimento do instrumento de avaliação da infraestrutura cicloviária do primeiro artigo, foram elencados critérios e elementos sob a ótica da segurança em interfaces urbano-rodoviárias. No entanto, observou-se que a investigação na bibliografia neste cenário estudado, principalmente em realidades brasileiras, ainda é incipiente, ademais, constatou-se em realidades metropolitanas brasileiras que a bicicleta é utilizada e regulamentada, principalmente com a finalidade de viagens pendulares.

À vista da segurança que o sistema proposto exige, após a definição do instrumento de avaliação, obteve-se a percepção dos entrevistados através do desenvolvimento e aplicação de um questionário com o uso adaptado do método AHP, elencando hierarquias de importância dos critérios e elementos cicloviários determinados.

Nota-se que esta etapa de coleta de dados do questionário remoto foi caracterizada por inúmeros desafios no que diz respeito à tradução do método AHP no formulário online, bem como a divulgação e alcance da amostra projetada. Nota-se que, pela adaptação na conduta escolhida do AHP através do questionário online, não foi possível realizar a aplicação pessoal com cada entrevistado, sendo esta característica original do método, podendo obter diferentes resultados se conduzido da forma tradicional. Esta pesquisa não avaliou tais diferenças devido aos desafios enfrentados na sua aplicação com os entrevistados.

Por conseguinte, por meio de uma análise estatística através da média geral de todos os entrevistados, observou-se que os pesos dos critérios foram diferentes entre si. Já considerando o perfil socioeconômico dos entrevistados, observou-se que houve diferenças entre os todos critérios cicloviários considerando renda e potenciais usuários, bem como no

critério de projeto cicloviário para o gênero e no critério de facilidades cicloviárias para o conhecimento técnico no assunto referido.

Ainda do que diz respeito ao primeiro artigo, foi possível analisar as características socioeconômicas do perfil dos entrevistados, identificando que mais de 90% dos entrevistados, composta pela maioria do sexo masculino, de idade entre 25-54 anos, com pós-graduação, renda familiar de R\$4.848,00 a R\$12.120,00 e sem conhecimento técnico sobre o assunto, disseram aderir ao sistema proposto neste estudo. Sugere-se que tais filtros possam também serem utilizados para avaliação da infraestrutura conforme aprofundamento e características da área desejada.

Por fim, o instrumento de avaliação cicloviária elaborado contribuiu aos órgãos competentes à eficácia das redes cicloviárias entre cidades inseridas no contexto metropolitano, visando garantir a segurança dos ciclistas para viagens pendulares, e colaborando para a melhoria desse sistema de transporte, podendo subsidiar tomadas de decisões de planejamentos para elaboração de redes cicloviárias sob a ótica da segurança na área metropolitana desejada.

Por conseguinte, no artigo 2 aplicou-se o instrumento de avaliação cicloviária já desenvolvido na RMRP, através de uma análise aprofundada, a fim de investigar as características territoriais não conturbadas e presença de intensos fluxos pendulares.

O trabalho de interpretar os critérios e elementos cicloviários na RMRP foi desafiador pelo fato da alta complexidade que compõe a tradução em SIG, bem como a incipiência de dados disponíveis visto sua recém consolidação.

No entanto, como resultado final da aplicação obteve-se vias com potencial para implantação de uma rede cicloviária, interligando Ribeirão Preto às cidades de Jardinópolis, Sertãozinho, Serrana, além do seu anel rodoviário. Tais locais obtiveram na classificação deste estudo, em grande parte, pontuações regulares e ruins, no entanto, estas áreas são de grande relevância para movimentos pendulares diários já presentes na região.

Desta forma, visto as áreas selecionadas na RMRP serem de grande relevância e, em contrapartida, apresentarem suas respectivas fragilidades, qualificou-se a rede sugerida a fim de estabelece-la às realidades locais.

Em comparação com outras regiões metropolitanas que possuem incentivos a este sistema de redes cicloviárias, observa-se que em cenários brasileiros, como exemplo a RM da Baixada Santista e RM de Recife, possuem diferentes características à região estudada.

Tais regiões são compostas por cidades litorâneas, com atividades marítimas, turísticas, declividades suaves e, na íntegra, já são consolidadas, diferentemente da RMRP.

Em contrapartida, a região estudada destaca-se em âmbito nacional por intensa e diversificada atividade econômica, produção agroindustrial, com alta complexidade de saúde, educação e pesquisa, despontando a inovação tecnológica no interior paulista. Portanto, constata-se que a aplicação do instrumento de avaliação cicloviária desenvolvido deve ser pautada pelas características próprias de cada realidade, sob investigação, análise e aprofundamento de cada critério e elemento cicloviário.

Por fim, observa-se que a aplicação do instrumento com o uso do software QGIS nas camadas correspondentes sob a tradução dos critérios e elementos cicloviários possibilitou a identificação de uma rede rodoviária existente com potencial para implantação de uma infraestrutura cicloviária, pontuando suas respectivas fragilidades, podendo viabilizar a conexão entre os principais pares origem-destino de deslocamentos diários presentes.

Espera-se que o estudo elaborado possa subsidiar tomadas de decisão para implantação de sistemas cicloviários em diferentes interfaces urbano-rodoviárias, possibilitando adaptações seguras e acessíveis às realidades locais, e assim colaborar para a melhoria dessa qualidade do serviço público e de vida da população.

## 5 CONCLUSÕES

Como resultado, o presente trabalho já originou dois artigos no III Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana em 2021, na modalidade de mobilidade e acessibilidade urbanas. Sendo um artigo denominado: “Sistemas Cicloviários Frente às Interfaces Urbano-Rodoviárias: Uma Revisão Teórica”, DOI: <https://doi.org/10.46421/singeurb.v3i00.919>, e um artigo Summer School, categoria esta para mestrados em andamento, intitulado “Diretrizes para redes cicloviárias entre cidades em regiões metropolitanas utilizando geotecnologias”, DOI: <https://doi.org/10.46421/singeurb.v3i00.918>.

Nesse sentido, no que diz respeito a futuras publicações, apesar de ambos artigos apresentaram conexão e continuidade em razão do instrumento de avaliação da infraestrutura cicloviária elaborado no primeiro artigo, ser aplicado no estudo de caso contido no segundo artigo, complementam-se através do resultado em mapas temáticos com uso de SIG, eles foram elaborados de caráter completamente individuais e independentes.

Portanto, os artigos serão submetidos em revistas referência, sendo o primeiro artigo intitulado: "Instrumento para avaliação da infraestrutura cicloviária em regiões metropolitanas através da análise hierárquica de processos (AHP)", na Revista Transportes, e o artigo 2, intitulado "Avaliação da Infraestrutura de Mobilidade para implantação de uma rede cicloviária na Região Metropolitana de Ribeirão Preto/SP", na Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU).

### 5.1 SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS

Recomenda-se para posteriores estudos, através dos dados gerados na aplicação do questionário referente a informações de deslocamento do entrevistado, o aprofundamento e investigação das amostras de mesma localidade, a fim de investigar o instrumento de avaliação cicloviária no que diz respeito às possíveis oscilações e aspectos regionais na área de estudo desejada.

Ademais, para continuidade no estudo de aplicação do instrumento com uso de ferramentas SIG, sugere-se o aprofundamento na qualificação das vias que foram consideradas mais vantajosas na área estudada, a fim de caracterizar ações factíveis para implantação de uma rede cicloviária segura e acessível.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO, AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **Guide for the Development of Bicycle Facilities**. Fourth Edition. Washington, DC: 2012. Disponível em: <https://njdotlocalaidrc.com/perch/resources/aashto-gbf-4-2012-bicycle.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2021.

ARTESP, AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Base de dados das rodovias concessionadas do estado de São Paulo**. Portal GEOSEADE. 2021a. Disponível em: <https://portalgeo.seade.gov.br/download-de-dados/#>. Acesso em: 18 jan. 2022.

ARTESP, AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Base de dados dos pedágios das rodovias do estado de São Paulo**. Portal GEOSEADE. 2021b. Disponível em: <https://portalgeo.seade.gov.br/download-de-dados/#>. Acesso em: 18 jan. 2022.

ARTESP, AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Base de dados dos Serviço de Atendimento ao Usuário (SAU) e Bases Operacionais das rodovias do estado de São Paulo**. Portal GEOSEADE. 2021c. Disponível em: <https://portalgeo.seade.gov.br/download-de-dados/#>. Acesso em: 18 jan. 2022.

ARTESP, AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório da Administração e das Demonstrações Contábeis do exercício de 2021**. ARTESP. 2021d. Disponível em: <http://www.artesp.sp.gov.br/RelatorioAnual/RELATORIO%20ANUAL%202021.pdf>. Acesso em: 18 out. 2022.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. Editora da UFSC. 5 ed. 340 p. Florianópolis: 2002.

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Institui o Código de Trânsito Brasileiro**. Brasília, DF. 1997. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9503-23-setembro-1997-372348-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 17 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Brasília, DF. 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm). Acesso em: 19 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 janeiro de 2012. **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. Brasília, DF. 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm). Acesso em: 18 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. **Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências.** Brasília, DF. 2015a. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/113089.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113089.htm). Acesso em: 17 abr. 2021.

BRASIL. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana – SeMob. Ministério das Cidades. **PlanMob: Caderno de Referência para Elaborac o de Plano de Mobilidade Urbana.** Brasília, DF. 2015b. Disponível em: <http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/planmob.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2021.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Caderno técnico para projetos de mobilidade urbana - Transporte ativo.** Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana, Ministério das Cidades, WRI Brasil, 2016. Disponível em: [https://wribrasil.org.br/sites/default/files/CadernosTecnicos\\_TransporteAtivo.pdf](https://wribrasil.org.br/sites/default/files/CadernosTecnicos_TransporteAtivo.pdf). Acesso em: 07 mai. 2021.

BEILER, M. R. O.; TREAT, C. **Integrating GIS and AHP to prioritize transportation infrastructure using sustainability metrics.** Journal of Infrastructure Systems v. 21, n. 3, nov. 2014. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/%28ASCE%29IS.1943-555X.0000245>. Acesso em: 21 mai. 2021.

CAVALCANTE, L. R. **Regiões Metropolitanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento:** em busca de uma delimitac o conceitual. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado (Texto para Discussão n  273), abr. 2020. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/578910>. Acesso em 13 out. 2022.

DENATRAN, DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota de veículos.** 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2020>. Acesso em: 15 mai. 2021.

DER, DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Base de dados das rodovias do estado de São Paulo.** Portal GEOSEADE. 2019. Disponível em: <https://portalgeo.seade.gov.br/download-de-dados/#>. Acesso em: 15 mai. 2022.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto de intersec es.** 2. ed.528p. Rio de Janeiro, RJ. 2005. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/718\\_manual\\_de\\_projeto\\_de\\_intersecoes.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/718_manual_de_projeto_de_intersecoes.pdf). Acesso em: 01 mai. 2021.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas.** Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, RJ. 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de->

manuais/vigentes/740\_manual\_projetos\_geometricos\_travessias\_urbanas.pdf. Acesso em: 01 mai. 2021.

ECF, EUROPEAN CYCLISTS' FEDERATION. **Fast Cycling Routes: Towards Barrier-free Commuting**. 2014. Disponível em: <https://ecf.com/news-and-events/news/fast-cycling-routes-towards-barrier-free-commuting>. Acesso em: 15 abr. 2021.

ECF, EUROPEAN CYCLISTS' FEDERATION. **Routes and Countries**. 2021. Disponível em: <https://en.eurovelo.com/#routes-and-countries>. Acesso em: 15 abr. 2021.

EMPLASA, Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A. **Região Metropolitana de Ribeirão Preto: Estudo Técnico**. São Paulo, SP. 2016. Disponível em: <https://bibliotecavirtual.emplasa.sp.gov.br/ExibirDetalhes.aspx?funcao=kcProjetos&id=441&retorno=sim&Lingua=PT>. Acesso em: 15 abr. 2021.

FOREST-GIS. **Base de dados dos principais rios do estado de São Paulo**. 2022. Disponível em: <https://forest-gis.com/download-gis-base-de-dados/>. Acesso em: 18 out. 2022.

GONZAGA, A. S. S.; KNEIB, E. C. **Transformações Metropolitanas e Mobilidade Urbana: os desafios da integração entre os planos municipais e metropolitanos**. In: Congresso Nacional de Pesquisa em Transportes da ANPET, 29, 2015, Ouro Preto, MG Anais do Congresso ANPET – 2015. Rio de Janeiro: Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), 2015. p. 2409-2420. Disponível em: [http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais\\_2015/TrabalhosFormatados/749AC.pdf](http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais_2015/TrabalhosFormatados/749AC.pdf). Acesso em: 5 abr. 2021.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base de dados dos limites territoriais e áreas dos municípios**. 2020. Disponível em: [http://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2020/UFs/SP/](http://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2020/UFs/SP/). Acesso em: 16 dez. 2021.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base de dados das áreas urbanizadas dos municípios da RMRP**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15789-areas-urbanizadas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 16 nov. 2022.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados censitários**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9754&t=sobre>. Acesso em: 21 nov. 2021.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Regiões Metropolitanas, Aglomerações Urbanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento**. 2021b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/18354-regioes-metropolitanas-aglomeracoes-urbanas-e-regioes-integradas-de-desenvolvimento.html>. Acesso em: 10 nov. 2022.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativa da população dos Municípios da Região Metropolitana de Ribeirão Preto**. 2021a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ribeirao-preto>. Acesso em: 15 mai. 2022.

IBRAM, INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS. **Base de dados dos museus do estado de São Paulo**. Portal GEOSEADE. 2020. Disponível em: <https://portalgeo.seade.gov.br/download-de-dados/#>. Acesso em: 18 jan. 2022.

IEMA, INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. **A bicicleta e as cidades: Como inserir a bicicleta na política de mobilidade urbana: Ed. 2**. São Paulo, SP. 2010. Disponível em: [https://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2010/01/a\\_bicicleta\\_e\\_as\\_cidades.pdf](https://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2010/01/a_bicicleta_e_as_cidades.pdf). Acesso em: 20 mar. 2021.

INEP, INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Base de dados da rede de educação do estado de São Paulo**. Portal GEOSEADE. 2020. Disponível em: <https://portalgeo.seade.gov.br/download-de-dados/#>. Acesso em: 18 jan. 2022.

INFOSIGA. **Base de dados completa dos acidentes fatais e não fatais do estado de São Paulo**. 2022 Disponível em: <http://www.respeitoavida.sp.gov.br/relatorios/> Acesso em: 19 jan. 2022.

ITDP, INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. **Guia de Planejamento Cicloinclusivo**. Rio de Janeiro, RJ. 2017. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/guia-cicloinclusivo/>. Acesso em: 20 mar. 2021.

LONDON, Mayor of London. **Analysis of Cycling Potential 2016: Policy Analysis Report**. Londres, UK. 2017. Disponível em: <http://content.tfl.gov.uk/analysis-of-cycling-potential-2016.pdf> . Acesso em: 09 mai. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Base de dados da rede de saúde do estado de São Paulo**. Portal GEOSEADE. 2020. Disponível em: <https://portalgeo.seade.gov.br/download-de-dados/#>. Acesso em: 18 jan. 2022.

ONU, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Cidades e comunidades sustentáveis**. 2019. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: 01 abr. 2021.

OSM, OPEN STREET MAPS. **Base de dados dos cruzamentos viários da RMRP**. 2022d. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

OSM, OPEN STREET MAPS. **Base de dados dos postos de combustível da RMRP**. 2022b. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/>. Acesso em: 17 fev. 2022.

OSM, OPEN STREET MAPS. **Base de dados dos postos policiais rodoviários da RMRP**. 2022a. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/>. Acesso em: 17 fev. 2022.

OSM, OPEN STREET MAPS. **Base de dados dos shoppings center da RMRP.** 2022c. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/>. Acesso em: 17 fev. 2022.

PERNAMBUCO. **Plano Diretor Cicloviário da Região Metropolitana do Recife.** Governo do Estado de Pernambuco. 2013. Disponível em: [http://www.cidades.pe.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?p\\_1\\_id=12898&folderId=10787755&name=DLFE-54901.pdf](http://www.cidades.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_1_id=12898&folderId=10787755&name=DLFE-54901.pdf). Acesso em: 28 abr. 2021.

SAATY, T. L. **A scaling method for priorities in hierarchical structures.** Journal of Mathematical Psychology. v. 15, n. 3, p. 234-281, jun. 1977. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022249677900335>. Acesso em: 09 mai. 2021.

SÃO PAULO. AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA. **Plano Cicloviário Metropolitano da Baixada Santista.** Governo do Estado de São Paulo. 2006. Disponível em: <https://www.agem.sp.gov.br/?portfolio=pcm>. Acesso em: 27 abr. 2021.

SÃO PAULO. Decreto nº 63.881, de 03 de dezembro de 2018. **Regulamenta a Lei nº 10.095, de 26 de novembro de 1998, que dispõe sobre o Plano Cicloviário do Estado de São Paulo e dá providências correlatas.** Governo do Estado de São Paulo. 2018. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2018/decreto-63881-03.12.2018.html>. Acesso em: 07 mai. 2021.

SÃO PAULO. Lei Complementar nº 760, de 01 de agosto de 1994. **Estabelece diretrizes para a Organização Regional do Estado de São Paulo.** São Paulo, SP. 1994. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/12941>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SÃO PAULO. Lei nº 10.095, de 26 de novembro de 1998. **Dispõe sobre o Plano Cicloviário do Estado de São Paulo e dá outras providências.** Governo do Estado de São Paulo. 1998. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1998/lei-10095-26.11.1998.html>. Acesso em: 07 mai. 2021.

SMA, SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Base de dados do Modelo Digital de Elevação.** 2015. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cpla/modelo-digital-de-elevacao-mde-do-estado-de-sao-paulo/>. Acesso em: 15 mai. 2022.

SOROCABA. **Localização das estações e mapa das ciclovias.** Sorocaba, SP. 2021. Disponível em: <https://www.sorocaba.sp.gov.br/ciclovias/>. Acesso em: 07 mai. 2021.