

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais

Guilherme Francisco do Nascimento Pinto

**MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL: um modelo para estimar a
ciclabilidade viária de Belo Horizonte/MG**

Belo Horizonte
2020

Guilherme Francisco do Nascimento Pinto

Mobilidade urbana sustentável: um modelo para estimar a ciclabilidade viária de Belo Horizonte/MG

Versão Final

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Carlos Fernando Ferreira Lobo

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Alexandrino Garcia

Belo Horizonte
Instituto de Geociências da UFMG

2020

P659m
2020

Pinto, Guilherme Francisco do Nascimento.
Mobilidade urbana sustentável [manuscrito] : um modelo para estimar a ciclabilidade viária de Belo Horizonte/MG / Guilherme Francisco do Nascimento Pinto. – 2020.
xii, 142 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientador: Carlos Lobo.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2020.
Bibliografia: f. 123-132.
Inclui anexos.

1. Modelagem de dados – Aspectos ambientais – Teses. 2. Transporte urbano – Belo Horizonte (MG) – Teses. 3. Bicicletas – Belo Horizonte (MG) – Teses. 4. Análise multivariada – Teses. I. Lobo, Carlos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 911.2:519.6(815.1)



FOLHA DE APROVAÇÃO

Mobilidade urbana sustentável: um modelo para estimar a ciclabilidade viária de Belo Horizonte/MG

GUILHERME FRANCISCO DO NASCIMENTO PINTO

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, área de concentração ANÁLISE, MODELAGEM E GESTÃO DE SISTEMAS AMBIENTAIS.

Aprovada em 29 de maio de 2020, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Carlos Fernando Lobo - Orientador
UFMG

Prof. Ricardo Alexandrino Garcia
UFMG

Prof. Leandro Cardoso
UFMG

Prof. Marcelo Cintra do Amaral
BHTRANS

Prof. Rodrigo Affonso de Albuquerque Nóbrega
UFMG

Belo Horizonte, 29 de maio de 2020.

AGRADECIMENTOS

Aos meus amados pais, Francisco e Maria, pelo amor incondicional e por acreditarem na minha capacidade, mesmo diante das adversidades.

Aos meus irmãos, Vanessa e Gabriel, por confiarem e se orgulharem do meu trabalho. E à pequena Júlia, por renovar as esperanças e por encher a nossa casa de alegria.

Ao professor Carlos Lobo, meu orientador, que me abriu as portas da pesquisa e, com seu conhecimento e profissionalismo, possibilitou que um aluno de graduação encontrasse o caminho de um dos seus maiores sonhos. Obrigado por tudo, Lobo!

Ao grande amigo que encontrei nessa jornada, Davidson da Fonsêca Gaspar Veras. Muito obrigado por fazer parte desta história, e obrigado por toda a ajuda no desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores Ricardo Alexandrino, meu coorientador, e Leandro Cardoso. Agradeço as contribuições dadas ao longo do estudo e, sobretudo, pelas oportunidades (o laboratório Leste foi uma excelente escola!). Obrigado.

Ao professor Jarvis Campos, pela ajuda no projeto de pesquisa e por compartilhar comigo um pouco do seu vasto conhecimento. E ao grande amigo Maurício, pela intensa motivação e por sempre acreditar no meu potencial.

Aos amigos da Amplo Engenharia, em especial, Hugo Magalhães, Henrique Ribeiro e Pedro Oliveira. Obrigado por entenderem o momento e por se desdobrarem nos períodos de ausência.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, pelo comprometimento e profissionalismo.

Em especial, à minha noiva Isabela, pelo amor, compreensão nos momentos de ausência, carinho e companheirismo. Com sua leveza contagiante o caminho até aqui se tornou mais fácil. Obrigado por estar sempre do meu lado!

A Deus. Razão de tudo.

RESUMO

Atualmente, a maneira como as pessoas se deslocam nas grandes cidades brasileiras é, em boa medida, resultado de um complexo processo de evolução urbana, apoiado na crescente taxa de motorização individual e na prestação de serviços de transportes públicos cada vez mais deficitários. Para agravar a situação, a integração entre os diferentes modos de transporte, quando existentes, sofrem com sérias limitações, fato que contribui para a escolha do modo individual motorizado e aumenta os problemas no tráfego. Não é uma casualidade que a bicicleta tem ganhado força nas discussões sobre mobilidade. Vários estudos acadêmicos sugerem que investimentos em transportes ativos podem tornar o uso das modalidades tradicionais mais racional e equilibrado. Nesse contexto, o objetivo geral desta dissertação consiste em estimar a ciclabilidade viária do município de Belo Horizonte/MG, a partir de um modelo capaz de avaliar o grau de adequação das vias ao uso da bicicleta como modo alternativo de transporte. Com base na identificação dos fatores que influenciam sua utilização, valendo-se de ferramentas de análise multicritério, foi proposto um índice sintético, composto de indicadores desagregados, para representar os níveis locais de ciclabilidade. De um modo geral, os resultados apontam que grande parte das vias apresenta índices consideráveis de ciclabilidade, por exemplo, os níveis de desempenho “Alto” e “Muito alto” correspondem a 44,2% do total da extensão viária municipal. Além disso, as regionais Pampulha e Venda Nova se destacam positivamente quando comparado os resultados gerais das unidades administrativas. Esse desempenho contraria o senso comum que tende a compreender a capital mineira como inapropriada ao uso bicicleta, seja por suas características socioambientais, principalmente aquelas relacionadas à topografia do sítio urbano, seja pela falta de infraestrutura adequada. Entende-se que ao promover a discussão de como sistemas frágeis de mobilidade e acessibilidade urbana afetam diretamente a qualidade de vida da população, principalmente da população mais carente de recursos, assim como agravam as desigualdades sociais e pressionam as condições do equilíbrio ambiental, esta dissertação vai ao encontro das necessidades apontadas pela Comissão de Área de Ciências Ambientais da CAPES de fomentar a investigação e a inserção social da pesquisa.

Palavras chave: Ciclabilidade; Mobilidade Urbana; Transporte Ativo; Transporte não Motorizado; Análise Multicritério.

ABSTRACT

Currently, the manner people move in large Brazilian cities is, to a great extent, the result of a complex process of urban evolution, supported by the increasing rate of individual motorization and the provision of increasingly deficient public transport services. Besides that, the integration among the different modes of transport, when available, suffer from serious limitations, which contributes to the choice of the individual motorized mode and increases the problems in traffic. Moreover, it is not by chance that the use of bicycles has been gaining strength in discussions about mobility. Several academic studies suggest that investments in active transport can make the use of traditional modalities more rational and balanced. In this context, the general objective of this dissertation is to estimate the bikeability in the city of Belo Horizonte/MG, based on a model capable of assessing the degree of adequacy of roads for the use of bicycles as an alternative mode of transport. Based on the identification of the factors that influence its use, using tools of multicriteria analysis, a synthetic index, composed of disaggregated indicators, was proposed to represent the local levels of bikeability. In general, the results show that most of the roads have considerable levels of bikability, for example, the performance levels “High” and “Very high” corresponding to 44.2% of the total municipal road extension. In addition, the Pampulha and Venda Nova regions stand out positively when compared to the general results of the other regions. This performance contradicts the common sense that tends to consider the capital of Minas Gerais as inappropriate for bicycle use, either due to its environmental characteristics, mainly those related to the topography of the urban site, or due to the lack of adequate infrastructure. It is understood that by promoting the discussion of how fragile systems of mobility and urban accessibility directly affect the quality of life of the population, especially the population most in need of resources, as well as aggravating social inequalities and pressuring the conditions of environmental balance, this dissertation meets the needs pointed out by the Environmental Sciences Area Committee of CAPES to promote research and the social insertion of research.

Keywords: Bikeability; Urban mobility; Non-motorized transport; Active mobility; Multicriteria Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Linha histórica da legislação brasileira dedicada à mobilidade e transportes não motorizados	16
Figura 2: Quadro geral dos fatores que influenciam o uso da bicicleta	34
Figura 3: Proposta metodológica.....	44
Figura 4: Localização da área de estudo.....	46
Figura 5: Imagem aérea da Regional Centro-Sul de Belo Horizonte/MG	47
Figura 6: Tipologia viária do município de Belo Horizonte/MG, 2019.....	55
Figura 7: Largura viária do município de Belo Horizonte/MG, 2018.....	58
Figura 8: Pavimentação viária do município de Belo Horizonte/MG, 2019.....	60
Figura 9: Sentido viário do município de Belo Horizonte/MG, 2018.....	62
Figura 10: Tratamento preferencial para bicicleta no município de Belo Horizonte/MG, 2019	64
Figura 11: Conectividade das vias com tratamento preferencial para bicicleta no município de Belo Horizonte/MG, 2019	67
Figura 12: Estacionamento para bicicletas no município de Belo Horizonte/MG, 2019	69
Figura 13: Sistema de compartilhamento de bicicletas no município de Belo Horizonte/MG, 2020	71
Figura 14: Declividade longitudinal viária do município de Belo Horizonte/MG, 2019.....	74
Figura 15: Diversidade do uso e ocupação do solo do município de Belo Horizonte/MG, 2019	76
Figura 16: Hierarquização viária do município de Belo Horizonte/MG, 2019.....	78
Figura 17: Interseção semaforizada no município de Belo Horizonte/MG, 2019.....	81
Figura 18: Acidentes de trânsito no município de Belo Horizonte/MG, 2016, 2017 e 2018...83	
Figura 19: Eficiência da iluminação pública do município de Belo Horizonte/MG, 2016.....	85
Figura 20: Esquema didático Método Delphi.....	90
Figura 21: Resultados das avaliações das variáveis	91
Figura 22: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Centro-Sul.....	98
Figura 23: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Oeste	100
Figura 24: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Leste	102

Figura 25: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Noroeste.....	104
Figura 26: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Pampulha	107
Figura 27: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Nordeste.....	109
Figura 28: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Norte	111
Figura 29: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Venda Nova	113
Figura 30: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Barreiro.....	115
Figura 31: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade “Alto” e “Muito Alto” - Belo Horizonte	118

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número e percentual das viagens diárias por modo de transporte em Belo Horizonte/MG, 2002 e 2012	11
Tabela 2: Classificação dos resultados das dimensões e ICV em níveis de ciclabilidade.....	94
Tabela 3: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Centro-Sul	96
Tabela 4: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Oeste.....	99
Tabela 5: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Leste	101
Tabela 6: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Noroeste.....	103
Tabela 7: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Pampulha	105
Tabela 8: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Nordeste.....	108
Tabela 9: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Norte.....	110
Tabela 10: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Venda Nova	112
Tabela 11: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Barreiro	114
Tabela 12: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Belo Horizonte.....	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Fatores analisados para avaliar a ciclabilidade em cidades da Holanda	35
Quadro 2: Variáveis selecionadas e suas respectivas referências.....	52
Quadro 3: Nível de desempenho da variável “Tipologia viária”.....	56
Quadro 4: Nível de desempenho da variável “Largura viária”	57
Quadro 5: Nível de desempenho da variável “Pavimentação viária”.....	59
Quadro 6: Nível de desempenho da variável “Sentido viário”	61
Quadro 7: Nível de desempenho da variável “Tratamento preferencial para bicicleta”	65
Quadro 8: Nível de desempenho da variável “Conectividade das vias com tratamento preferencial para bicicleta”	68
Quadro 9: Nível de desempenho da variável “Estacionamento para bicicletas”.....	70
Quadro 10: Nível de desempenho da variável “Sistema de compartilhamento de bicicletas” .	72
Quadro 11: Nível de desempenho da variável “Declividade viária longitudinal”	73
Quadro 12: Nível de desempenho da variável “Diversidade do uso e ocupação do solo”	77
Quadro 13: Nível de desempenho da variável “Hierarquização da via”	79
Quadro 14: Nível de desempenho da variável “Interseção semaforizada”	80
Quadro 15: Nível de desempenho da variável “Acidentes de trânsito”	82
Quadro 16: Nível de desempenho da variável “Eficiência da iluminação pública”	86
Quadro 17: Resultado dos coeficientes de importância	92

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Forma geral da BSL.....	38
Equação 2: Forma geral da BLOS.....	40
Equação 3: Parâmetro de avaliação dos fatores.....	88
Equação 4: Razão de Validade de Conteúdo.....	89
Equação 5: Coeficiente de importância.....	92
Equação 6: Forma geral do ICV.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS

AHP - *Analytic Hierarchy Process*

ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos

ANTU - Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos

BH em Ciclo - Associação dos Ciclistas Urbanos de Belo Horizonte

BHTRANS - Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte

BLOS - *Bicycle Level of Service*

BRT - *Bus Rapid Transit*

BSIR - *Bicycle Safety Index Rating*

BSL - *Bicycle Stress Level*

CTB- Código de Trânsito Brasileiro

CEFET-MG - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais

CIDE - Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico

CNT - Confederação Nacional do Transporte

CR - Constituição da República Federativa

CSV - *Comma Separated Values*

CVR - *Content Validity Ratio*

EC - Estatuto da Cidade

FAT - Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

FGTS - Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

FHWA - *Federal Highway Administration*

GPS - *Global Positioning System*

HCM - *Highway Capacity Manual*

ICV - Índice de Ciclabilidade Viária

IDE-BHGEO - Infraestrutura de Dados Espaciais da Prefeitura de Belo Horizonte

IEI - *Intersection Evaluation Index*

IHS - *Interaction Hazard Score*

IPI - Imposto sobre Produtos Industrializados

IPVA - Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores

ITDP - Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento

LAI - Lei de Acesso à Informação

MAP - *Quake Motor Map*

MDE - Modelo Digital de Elevação
OD - Pesquisa Origem e Destino
OGU - Orçamento Geral da União
ONU - Organização das Nações Unidas
PBB - Programa Bicicleta Brasil
PBH - Prefeitura de Belo Horizonte
PD - Plano Diretor
PDF - *Portable Document Format*
PIB - Produto Interno Bruto
PL - Projeto de Lei
PlanMob - Plano Diretor de Transporte e da Mobilidade
PlanMob-BH - Plano de Mobilidade de Belo Horizonte
PLC - Projeto de Lei da Câmara
PNMU - Política Nacional de Mobilidade Urbana
PNMUS - Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável
PRODABEL - Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte
Pró-Mob - Programa de Infraestrutura para Mobilidade Urbana
PUC Minas - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
RMBH - Região Metropolitana de Belo Horizonte
RSI - *Roadway Segment Index*
SeMob - Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana
SHP - *Shapefile*
SIG - Sistemas de Informação Geográfica
UCB - União de Ciclistas do Brasil
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
UNI-BH - Centro Universitário de Belo horizonte

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. TRANSPORTE E MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL: O CONTEXTO HISTÓRICO, OS PRINCIPAIS ELEMENTOS CONCEITUAIS E A LEGISLAÇÃO...7	
2.1 O processo de individualização e motorização dos meios de transporte: uma breve contextualização histórica com base na experiência de Belo Horizonte.....	8
2.2 Mobilidade urbana: as bases teóricas e conceituais para análise	12
2.3 Mobilidade urbana sustentável e a legislação no planejamento do transporte não motorizado.....	15
2.3.1 A Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável.....	17
2.3.2 O Programa Bicicleta Brasil.....	18
2.3.3 A Política Nacional de Mobilidade Urbana	21
2.3.4 A bicicleta no Plano de Mobilidade de Belo Horizonte.....	23
3. A CICLABILIDADE: CONCEITOS, FATORES DE MENSURAÇÃO E MODELOS DE ANÁLISE.....	28
3.1 A Ciclabibilidade.....	28
3.2 Fatores que influenciam na escolha da bicicleta como modo de transporte	31
3.3 Modelos aplicados à análise da ciclabibilidade	36
3.3.1 Modelos baseados em “ <i>Bicycle Suitability</i> ”	37
3.3.2 Modelos baseados no comportamento dos ciclistas e em Sintaxe Espacial.....	40
3.3.3 Modelos baseados em Análise Multicritério.....	42
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS	44
4.1 O município de Belo Horizonte/MG: caracterização da área em estudo	45
4.2 Materiais.....	49
4.3 Seleção e tratamento das variáveis	51
4.3.1 Tipologia viária	54
4.3.2 Largura viária	56
4.3.3 Pavimentação viária	59
4.3.4 Sentido viário	61
4.3.5 Tratamento preferencial para bicicleta.....	63

4.3.6	Conectividade das vias com tratamento preferencial para bicicleta	66
4.3.7	Estacionamento para bicicletas	68
4.3.8	Sistema de compartilhamento de bicicletas	70
4.3.9	Topografia (declividade viária longitudinal)	72
4.3.10	Diversidade do uso e ocupação do solo	75
4.3.11	Velocidade regulamentada da via (hierarquização viária)	77
4.3.12	Interseção semaforizada	80
4.3.13	Acidentes de trânsito	82
4.3.14	Eficiência da iluminação pública	84
4.4	Métodos de tomada de decisão multicritério	86
4.4.1	Método Delphi	87
4.5	O Índice de Ciclabilidade Viária	93
5.	APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS: OS NÍVEIS DE CICLABILIDADE PARA BELO HORIZONTE/MG	95
5.1	Níveis de ciclabilidade segundo as unidades administrativas de Belo Horizonte	95
5.1.1	Centro-Sul	95
5.1.2	Oeste	99
5.1.3	Leste	101
5.1.4	Noroeste	103
5.1.5	Pampulha	105
5.1.6	Nordeste	108
5.1.7	Norte	110
5.1.8	Venda Nova	112
5.1.9	Barreiro	114
5.1.10	Belo Horizonte	116
5.2	As vias cicláveis de Belo Horizonte: as possibilidades de conectividade no sistema viário	117
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	120
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
8.	ANEXOS	133
	Anexo I - Solicitação de acesso às bases geoespaciais	133
	Anexo II - Questionário Delphi	136

1. INTRODUÇÃO

O espaço urbano, segundo Corrêa (1999), pode ser compreendido como um agrupamento de diferentes usos sobrepostos. Tais usos distinguem áreas como o centro da cidade, por exemplo, em espaços mais valorizados, onde se concentram atividades comerciais e serviços; áreas industriais, com extensos terrenos em locais de ampla acessibilidade; áreas residenciais, dispostas de forma seletiva e áreas de reserva para futura expansão. O aglomerado de usos da terra e suas diferentes funções compreendem formas de organização espacial da cidade, que se caracterizam como espaços fragmentados e, ao mesmo tempo, interligados. Cada fração mantém relações com as demais, através dos fluxos de veículos e pessoas, ou das relações espaciais menos visíveis como a circulação de capital e/ou informações. Nessa perspectiva, Boareto (2010) complementa indicando que o deslocamento de bens e pessoas pode ser considerado um processo social essencial na conformação do espaço urbano. Além de ser responsável pela transformação da sociedade, também é um fenômeno que decorre dos modelos econômicos, da distribuição e localização das atividades produtivas, das chances de acesso aos bens e serviços públicos e privados e, dentre outros fatores, faz parte das estratégias de localização dos diferentes grupos sociais.

A circulação de bens e pessoas dentro das cidades, segundo Villaça (1998), proporcionou o desenvolvimento do sistema viário e elevou em quantidade a prestação de serviços de trânsito e transporte. Atualmente, contudo, frente a um cenário de insucessos na prestação destes serviços, sobretudo de forma equânime do ponto de vista social, iniciativas do poder público têm gerado expectativas e, ao mesmo tempo, frustrações. A elaboração da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) pode ser considerada um bom exemplo das ações que tentam mitigar deficiências encontradas. Nesta, o Estado reconhece modalidades de transportes ativos como alternativas para o desenvolvimento e manutenção de uma mobilidade urbana sustentável. No entanto, a despeito da PNMU percebe-se que, tradicionalmente, há uma disposição das políticas relacionadas à mobilidade partirem da premissa individual do transporte urbano, deixando de lado o emprego de novas tendências que beneficiariam de maneira mais eficiente a coletividade.

Vasconcellos (2012) aponta que as políticas públicas no Brasil vêm contribuindo para o aumento da motorização, fato comprovado por maiores subsídios ao transporte individual,

em detrimento dos transportes coletivos e ativos. Segundo o autor, dentre os recursos encaminhados ao transporte urbano em 2005, aproximadamente 90% destinaram-se aos automóveis. Esse cálculo inclui aportes direcionados à redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) e taxas de licenciamento. Tal fato contribuiu para que cidades como Belo Horizonte e São Paulo alcançassem, em 2017, as maiores taxas de motorização da história: 0,65 e 0,61 veículos por habitante, respectivamente, segundo dados do Anuário da Confederação Nacional do Transporte 2018 (CNT, 2018).

Diferente do que acontece com os automóveis, Barouche (2014) informa que os subsídios destinados ao transporte público são empregados principalmente na aquisição de veículos (redução de impostos) e nos custos de operação, não existindo suporte direto que atenuem os valores cobrados dos passageiros, salvo raros casos. Assim, o atual modelo de financiamento do transporte público brasileiro está apoiado majoritariamente pela arrecadação tarifária. Entretanto, dados do ano de 2009 da Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos (ANTU) demonstram que 37 milhões de brasileiros, não utilizavam o transporte público de forma rotineira por absoluta incapacidade de pagar o preço da tarifa. Para agravar a situação, Barouche (2014) completa que o sistema de transporte público urbano brasileiro enfrenta atualmente uma das piores crises do setor público consubstanciada por perda constante de usuários, devido à migração da demanda para outros modos de transporte, inclusive os individuais, e produtividade.

Apesar do montante de recursos investidos nos sistemas de transportes urbanos, os problemas referentes à mobilidade e acessibilidade se agravam, especialmente nos grandes centros urbanos. Amaral (2015) descreve de forma precisa os processos urbanos responsáveis pela reprodução dos problemas vivenciados na atualidade. Segundo o autor, o crescimento acelerado das cidades induz o aumento da necessidade de deslocamentos (tanto em quantidade quanto em distância), o que contribui para piorar a qualidade do transporte coletivo, aumentar a necessidade de infraestrutura e elevar, também, os valores tarifários devido ao consequente aumento do consumo energético necessário para vencer as longas distâncias. Estas condições reforçam a dependência do automóvel, também impulsionado pela indústria automobilística e pelo fetiche do carro, o que por sua vez sobrecarrega o sistema viário e implica em piora do sistema de transporte coletivo a partir do aumento dos congestionamentos.

Não obstante, os investimentos e as ações públicas que colaboraram para a ampliação do modelo rodoviarista não beneficiam modos de transporte alternativos, mais sustentáveis e democráticos, como os transportes coletivos e os não motorizados, a exemplo da bicicleta. Na ausência de políticas efetivas que garantam a segurança, usuários do transporte ativo ficam expostos aos riscos provocados pela distribuição desigual do espaço público, sem a disponibilidade de infraestrutura adequada, tampouco incentivos que compensem os riscos. A bicicleta, neste caso, remonta a importância de meios adequados de deslocamento à medida que sistemas frágeis de mobilidade e acessibilidade urbana afetam diretamente a qualidade de vida da população, principalmente da população mais carente de recursos, assim como agravam as desigualdades sociais e pressionam as condições do equilíbrio ambiental (BAROUCHE, 2014; CÉSAR, 2014; VASCONCELLOS, 2016).

Em Belo Horizonte, a redução da participação de viagens intraurbanas realizadas por ônibus e bicicletas sugere o desequilíbrio causado pela não priorização de modos mais sustentáveis. Conforme os dados das duas últimas Pesquisas Origem e Destino (OD), considerando o total de viagens diárias realizadas na cidade, a participação do ônibus e da bicicleta encolheu de 43,49 e 0,48% para 23,28 e 0,41%, entre 2002 e 2012. Nesse mesmo período, a participação das viagens realizadas por automóveis aumentou de 23,03 para 30,55%. Esse incremento, segundo Miranda (2018), decorre, principalmente, da migração de usuários de modos de transporte coletivo para os modos individuais de transporte. Como consequência, os congestionamentos viários deixaram de ser um problema peculiar aos horários de pico na cidade. Outra análise dos dados das ODs de 2002 e 2012 mostra que o tempo médio gasto nas viagens realizadas por ônibus aumentou consideravelmente entre os anos de pesquisa, passando de 42 para 62 minutos, independentemente do horário. Para agravar a situação, os sistemas de integração entre os diferentes modos de transporte, quando existentes, sofrem com sérias limitações, principalmente porque nem sempre modos de transporte coletivo possuem prioridade de circulação nas vias, fato que contribui para a escolha do transporte individual motorizado e incrementa os gargalos no tráfego em várias regiões da cidade.

Neste contexto, não é coincidência que a bicicleta tem ganhado notoriedade nas discussões sobre mobilidade urbana. Várias pesquisas, inclusive estudos mais recentes, ressaltam que o incentivo ao transporte não motorizado pode fazer parte de uma estratégia de planejamento urbano e de transportes que tenha como um dos objetivos reverter problemas

urbanos causados pela priorização do uso do automóvel. Utilizada como modo de transporte, a bicicleta, em certa medida, pode induzir uma maior equidade social, pois proporciona à população o acesso às atividades produtivas a custos reduzidos, além de promover um estilo de vida fisicamente mais ativo, contribuindo assim para diminuir o sedentarismo (FHWA, 2002; LUDD, 2004; RIETVELD e DANIEL, 2004; ELIOU *et al.*, 2009; PROVIDELO e SANCHES, 2010; WAHLGREN, 2011; CÉSAR, 2014; BUEHLER e DILL, 2016; NIELSEN e SKOV-PETERSEN, 2018 e GHOLAMIALAM e MATISZIW, 2019).

É preciso frisar também que o processo de motorização, nos moldes atuais, trouxe sérias transformações e consequências ambientais para as cidades, a degradação da qualidade do ar, o aumento da impermeabilização do solo pela construção de infraestrutura viária, a diminuição dos leitos e retificação dos rios, o aumento da emissão de gases poluentes e supressão de áreas verdes se destacam entre elas. Não é de se estranhar, portanto, que relatos de ocorrência de alagamentos em grandes avenidas, deslizamentos de terra, formação de ilhas de calor e doenças ligadas ao sistema respiratório têm sido cada vez mais frequentes (ALEXANDRO, 2013).

Considerando os aspectos sociais, frente a forte tendência global de humanização da cidade, a bicicleta tem ganhado maior visibilidade no cenário internacional. Por esse ângulo, Gehl (2015) reforça que as cidades são as principais organizações espaciais humanas devido à concentração de habitantes e, por isso, é imperativo que esta recupere sua vitalidade urbana através da promoção de ambientes mais aprazíveis aos habitantes urbanos. Esses ambientes, segundo Brandão (2014), sofreram com a deterioração de suas qualidades humanas a partir da introdução do planejamento modernista, com a circulação veloz e motorizada e com o progresso industrializado. Portanto, a valorização da bicicleta no atual cenário internacional se deve no sentido de resgatar a dimensão humana das cidades e recuperar sua vitalidade, ou tornar a cidade viva.

Como forma de conhecer a realidade enfrentada pelos usuários da bicicleta, estabelecer uma prática de avaliação e monitoramento da gestão pública e entender os fatores que motivam ou desestimulam seu uso, autores como Sisson (2006); Wahlgren (2011); Kirner (2011); César (2014); Silva *et al.* (2014); Krenn *et al.* (2015); Nielsen e Skov-Petersen (2018); e Gholamialam e Matisziw (2019) utilizam o termo “Ciclabilidade”, uma tradução livre do termo em inglês “Bikeability”. O conceito, em semelhança ao seu irmão mais velho “Walkability” ou “Caminhabilidade”, surge em meio a estudos acadêmicos centrados no

campo do transporte sustentável, mais especificamente entre aqueles que tratam do transporte ativo, e está relacionado ao grau de adequabilidade de determinado local para o uso da bicicleta como modo de transporte.

Neste sentido, Pinto (2016) apresenta um panorama geral das condições encontradas por ciclistas em Belo Horizonte. O autor destaca que um dos principais problemas enfrentados por usuários do modo em seus deslocamentos diários na cidade relacionam-se a existência ou não de vias com tratamento preferencial para bicicleta e a (in)segurança no trânsito. Aspectos como segurança pública, integração adequada com outros modos de transporte, características das vias, densidade populacional, condições climáticas, relevo, barreiras físicas, tipo de ocupação e uso do solo, poluição sonora e do ar também são fatores que afetam seu uso. Diante do exposto, considerando o uso da bicicleta no contexto de Belo Horizonte, esta Dissertação se depara com algumas questões que necessitam ser investigadas, a saber: quais aspectos devem ser considerados para avaliação da ciclabilidade viária? No caso belo-horizontino, quais são as regiões/locais de maior ou menor potencial ciclável? Quais são os potenciais vetores viários que, com investimento em infraestrutura adequada, poderiam favorecer o uso da bicicleta na capital mineira?

Frente a essas questões, essa dissertação tem como OBJETIVO PRINCIPAL estimar a ciclabilidade viária do município de Belo Horizonte/MG, a partir de um modelo capaz de avaliar o grau de adequação das vias ao uso da bicicleta como modo alternativo de transporte. Como objetivos específicos podem ser listados:

- ❖ Identificar, caracterizar e descrever os fatores/variáveis centrais que influenciam a ciclabilidade viária de Belo Horizonte;
- ❖ Definir, por meio de ferramentas de análise de multicritério (Método Delphi), os parâmetros dos coeficientes de importância das variáveis manipuladas;
- ❖ Propor, com base na análise espacial em ambiente SIG, um índice sintético para representar os níveis locais de ciclabilidade.

De acordo com Gholamialam e Matisziw (2019), a quantificação e a espacialização dos fatores que influenciam o uso da bicicleta podem viabilizar, com importância fundamental, estratégias de planejamento urbano que sejam capazes de promover, para fins práticos, o objetivo de se alcançar uma mobilidade urbana sustentável. Dessa forma, o processamento e análise de dados geográficos, com base na modelagem espacial, podem se caracterizar como ferramentas importantes para avaliarem a ciclabilidade de uma cidade.

Assim, mesmo que as políticas implementadas para impulsionar o ciclismo variem de lugar para lugar, é provável que a metodologia utilizada neste trabalho apresente questões que promovam discussões sobre o atual modelo de mobilidade urbana adotado, baseado na história de priorização do automóvel particular frente às soluções mais sustentáveis de transporte, bem como servir de subsídio para estudos de futuras intervenções.

2. TRANSPORTE E MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL: O CONTEXTO HISTÓRICO, OS PRINCIPAIS ELEMENTOS CONCEITUAIS E A LEGISLAÇÃO

Ao longo do último século, a consolidação da indústria automotiva e dos modos de transporte motorizados foi essencial na indução do crescimento econômico de vários países. No Brasil, não foi diferente. Atualmente, a produção de automóveis, caminhões, ônibus, peças e acessórios para veículos automotores representam cerca de 20% do Produto Interno Bruto (PIB) industrial. Em 2016 mais de 1,7 milhões de veículos foram produzidos em território nacional, o que coloca o país como o 10º maior produtor mundial neste mercado. Além disso, devido aos seus encadeamentos produtivos, o desempenho do setor automobilístico pode afetar significativamente a produtividade de vários outros setores industriais, tais como os de aços e derivados, máquinas e equipamentos, materiais eletrônicos, produtos de metal e artigos de borracha e plástico. No que se refere a evolução do consumo, impulsionada pela queda da taxa de juros, concessão de crédito, aumento do poder aquisitivo das famílias, redução da alíquota do IPI, entre outras facilidades, contribuiu para que a frota de automóveis no país quase dobrasse entre 2000 a 2010, passando de 20 para 37,2 milhões. Em 2019, o número de veículos ultrapassou a casa dos 54 milhões, pouco menos de 0,3 automóveis por habitante, segundo dados relativos à frota do DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito (BAHIA E DOMINGUES, 2010; PASCOAL, 2015; MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2016; DENATRAN, 2019).

Apesar dos meios mecanizados impulsionarem a economia do país, aumentarem a velocidade dos deslocamentos e reduzirem o tempo dos percursos, como acentua Vasconcellos (2012), faz-se necessário esclarecer que o acesso a estes modos é altamente influenciado por diferenças pessoais, econômicas e sociais. Para explicar como os modos motorizados favorecem desigualdades e como são atualmente pensados os modos não motorizados, apresenta-se na primeira parte dessa unidade o contexto histórico sobre a evolução dos sistemas de transporte, abordando, inclusive, o automóvel em função de sua representação social. As principais definições disponíveis na literatura que envolvem os termos mobilidade e acessibilidade são abordadas na segunda parte. Na terceira, aborda-se o que traz a legislação brasileira e belo-horizontina sobre a mobilidade urbana e o transporte não motorizado.

2.1 O processo de individualização e motorização dos meios de transporte: uma breve contextualização histórica com base na experiência de Belo Horizonte

A forte relação entre a vida moderna – caracterizada pelo modo de vida urbano, baseada, entre outras coisas, na busca por praticidade, por conforto e por comodidade – e os veículos motorizados não é recente na história humana. Ela se inicia a partir do momento em que houve a necessidade de buscar maneiras de realizar longas viagens ou deslocamentos corriqueiros com maior agilidade e conforto. Contudo, algumas formas de mobilidade por veículos não motorizadas remontam as fases finais da Idade Média. Nas cidades do século XV, por exemplo, a presença de pessoas que se deslocavam montadas em animais ou utilizando carruagens era uma situação trivial. Na primeira metade do século XVI, surgem em alguns países da Europa os primeiros palanquins ou leiteiras, uma espécie de cadeira coberta em que se sentava o passageiro, sustentada por dois longos varais e conduzida por dois ou mais homens. No Brasil, transitar pelas cidades em um palanquim também foi bastante usual. Geralmente conduzidos por escravos, este meio de transporte, destinado às pessoas com mais posses, conviveu em harmonia com o estilo aristocrático da época, que buscava evitar o contato com a plebe nas vielas e avenidas daquele tempo (FERRAZ e TORRES, 2004; DAMATTA, 2010).

A modelo individualista de circular pela cidade mudou radicalmente com a inserção do transporte público de massa, em destaque os primeiros bondes, que aparecem a partir da Revolução Industrial simultaneamente em várias cidades da Europa. No Brasil, a construção da primeira linha de bonde acontece a partir da segunda metade de século XIX, no Rio de Janeiro (naquele momento, capital do País). Ainda puxado por cavalos, o bonde foi o primeiro e, talvez, o mais adequado e bem-sucedido transporte urbano e coletivo do país. Conforme explica Damatta (2010), foi considerado um instrumento de democratização na medida em que promoveu o encontro e a intimidade física entre pessoas conscientes de seu posicionamento social, obrigando-as a sentar-se lado a lado. Ainda de acordo com Damatta (2010):

O bonde chamou atenção porque foi o início do sepultamento das formas individualizadas e aristocráticas de transitar nas cidades, mas degenerou com o advento e o sucesso da indústria automobilística a partir dos anos 1960. Assim, trens e bondes foram substituídos por ônibus e, com a adoção de um modelo de vida que

ênfatizava e glamorizava a autonomia individual (e a velocidades), pelos automóveis (DAMATTA, 2010, p. 21).

Contudo, a rápida decadência dos tradicionais meios de transporte coletivos, a exemplo do bonde, em virtude da inserção da indústria automobilística, ocasionou um processo de aculturação de um estilo de vida hierárquico, novamente imposto pelo individualismo (DAMATTA, 2010). É certo que o automóvel recebeu atributos simbólicos bastante claros, que fizeram dele algo muito além do que mero meio de transporte. Para Ludd (2004), torna-se insuficiente o esforço de tentar interpretá-lo apenas pela sua funcionalidade, pois isso maquiaria o símbolo de individualismo que se tornou para a sociedade capitalista, ao passo em que revela o domínio dos bens materiais sobre os seres humanos e a natureza.

Convém destacar a importância que os meios de transporte modernos, sobretudo os mecanizados, a exemplo dos automóveis, exercem sobre velocidade e as possibilidades de destinos que podem ser alcançados por uma pessoa de forma isolada. Porém, a esse respeito, Vasconcellos (2000) complementa que os transportes mecanizados, apesar de aumentarem a possibilidade dos destinos desejados, quando considerada a distribuição desigual dos meios de circulação, torna-se evidente que a capacidade de consumo do espaço é altamente desbalanceada em favor daqueles que têm acesso ao transporte particular. A esse respeito, Born (2008) relata que nos grandes centros urbanos, as vias para automóveis ocupam em média 70% do espaço público e transportam entre 20% e 40% dos habitantes. Não obstante, o monopólio radical do transporte motorizado criou novas formas de iniquidades ao oferecer aos grupos dominantes meios de exercer o poder sobre o espaço, destacando-se, principalmente, quanto à acessibilidade aos meios de circulação.

Quanto às formas de iniquidade, Vasconcellos (2000) especifica três tipos que estão ligadas à dominação do automóvel, a saber:

Em primeiro lugar está à iniquidade de segurança, a mais importante, uma vez que a parte das mortes afeta os pedestres. Em segundo lugar, a iniquidade ambiental, uma vez que a poluição e a destruição do tecido urbano são causadas predominantemente pelo abuso do automóvel. Em terceiro lugar, a iniquidade de velocidade – e em decorrência da confiabilidade –, uma vez que o congestionamento causado pelos automóveis causa atrasos e falta de regularidade ao transporte público (VASCONCELLOS, 2000, p. 46).

A exemplo das grandes cidades brasileiras, em Belo Horizonte a distribuição desigual dos meios de circulação também tem sido recorrentemente caracterizada pela difusão de iniquidades. Tal fato resulta na estruturação de um espaço de circulação conduzido pela manutenção de privilégios ao transporte individual, omitindo os anseios relacionados à circulação dos estratos mais vulneráveis, como pedestres, ciclistas e usuários do transporte público coletivo (LOBO *et al.*, 2013).

Neste cenário, pouco se espera que esforços do poder público venham conter os avanços e a abrangência do transporte individual. Ademais, obras prometidas há décadas na capital mineira, principalmente em períodos de campanhas eleitorais, como a ampliação do Trem Metropolitano (metrô de superfície), que atualmente atende somente a uma restrita parcela regiões, nunca foram iniciadas. A Copa do Mundo de 2014, realizada no Brasil, também pode ser considerada outro exemplo bastante ilustrativo. Dentre os vários projetos anunciados acerca da mobilidade urbana, que viabilizariam a realização do megaevento nas cidades-sedes, a maior parte sequer atendeu às expectativas e às reais necessidades da população. No caso de Belo Horizonte, vultosas obras, como a ampliação e restauração da chamada Linha Verde (um dos principais corredores viários de ligação com o eixo norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH) ou a implementação pontual do sistema MOVE¹ em algumas áreas da Capital, se tornaram medidas paliativas para conter o avanço do transporte individual e motivar uma maior atratividade para as modalidades coletivas.

Considerando todos os modos de transporte no município de Belo Horizonte, observa-se na última década um crescimento expressivo no número de viagens (Tabela 1), ainda que o crescimento demográfico no mesmo período tenha sido menor. Destaca-se também um perceptível aumento na participação absoluta do número de viagens por bicicleta. Contudo, a participação relativa deste modo apresentou pequena redução, devido, em boa medida, ao incremento do número de viagens realizadas por automóveis e motocicletas. Além disso, é possível observar que a baixa atratividade referente ao transporte não motorizado tem se manifestado também no transporte coletivo, que diminuiu consideravelmente sua participação absoluta e, principalmente, relativa no número de viagens diárias.

¹ O MOVE implementado em Belo Horizonte é baseado no mundialmente conhecido sistema BRT (em inglês:

Travassos (2012) aponta que deficiências inerentes ao transporte coletivo, como a imprevisibilidade nos horários dos ônibus² e a ausência de conforto adequado configuram-se razões que podem ocasionar perda de atratividade do modo. Questões relacionadas à insegurança (problema recorrente em grandes centros urbanos), à atuação da mídia que sobreleva situações adversas e cria um clima negativo à adesão ao modo por novos usuários, à forte segmentação econômica e social da população e à recente inserção dos aplicativos de transportes também contribuem para a perda de atratividade do transporte coletivo frente ao modo individual motorizado. A promoção de uma maior integração entre os transportes não motorizados e os coletivos seria uma medida que auxiliaria ambos os casos, tanto no combate à baixa atratividade do transporte não motorizado, como na perda de atratividade do transporte coletivo, o que facilitaria a captação de novos usuários, bem como estimularia o uso de transportes alternativos.

Tabela 1: Número e percentual das viagens diárias por modo de transporte em Belo Horizonte/MG, 2002 e 2012

Modos de transporte	2002		2012	
	Nº	%	Nº	%
A pé	1.082.989	27,4	2.250.177	33,0
Bicicleta	19.133	0,5	28.248	0,4
Ônibus	1.720.233	43,5	1.585.424	23,3
Metrô/trem	52.183	1,3	136.792	2,0
Transporte escolar	75.860	1,9	298.718	4,4
Automóvel motorista	649.736	16,4	1.465.416	21,5
Automóvel carona	261.220	6,6	614.897	9,0
Moto	35.926	0,9	287.071	4,2
Táxi	22.855	0,6	76.684	1,1
Outros	35.711	0,9	66.919	1,0
Total	3.955.844	100,0	6.810.346	100,0

Fonte: Pesquisa OD 2002-2012.

Nesse sentido, é importante salientar a necessidade de ampliar os investimentos no transporte público coletivo, bem como no transporte não motorizado, de forma que mude o paradigma atual de priorização do transporte particular motorizado. Nota-se que as deficientes

² A Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS) desenvolveu um aplicativo que disponibiliza detalhes sobre linhas, rotas, quantidade de paradas, localização dos veículos e horários. A publicação destes dados pode minimizar possíveis incertezas quanto ao cumprimento dos horários. Porém, nem todo o sistema conta com as informações deste dispositivo, como é o caso do Transporte Coletivo Suplementar de Passageiros.

condições destes modos incentivam a população a utilizar o transporte individual com o objetivo de sanarem suas demandas pessoais de deslocamento intraurbano. Apesar das poucas e insuficientes iniciativas do poder público para incentivar os meios não motorizados, nota-se um incremento não desprezível do uso da bicicleta como modo de transporte. Espera-se que uma política de incentivo aos modos não motorizados se consolide de maneira efetiva e integrada aos demais modos, a fim de se alcançarem níveis cada vez mais fiéis ao conceito de mobilidade urbana sustentável.

2.2 Mobilidade urbana: as bases teóricas e conceituais para análise

O conceito de mobilidade é objeto de recorrentes debates e controvérsias no meio acadêmico, principalmente por ser frequentemente utilizado por muitos campos diferentes do conhecimento. Comumente, o conceito é confundido com a definição de acessibilidade urbana. À semelhança da mobilidade, o termo acessibilidade é amplamente difundido em pesquisas acadêmicas, tendo uma definição adequada a cada uma delas. A correta definição dos conceitos faz-se necessária a fim de se evitarem equívocos interpretativos quando se considera os efeitos sociais do transporte intraurbano. Para Jones (1981), o termo mobilidade tem relação com a capacidade que um indivíduo tem para se deslocar espacialmente e envolve duas condições principais: a primeira irá depender do desempenho do sistema de transporte, que é medido pela sua capacidade de interligar locais distintos; a segunda refere-se as características próprias do indivíduo, associadas ao seu grau de inserção perante o sistema de transporte e das suas necessidades.

O termo acessibilidade, não raro, é constantemente considerado como um sinônimo de mobilidade, como bem observam autores como Raia Jr. (2000) e Cardoso (2007). De maneira geral, a literatura sobre o deslocamento de pessoas nas cidades se utiliza dos conceitos de maneira complementar. Na tentativa de diferenciar os dois termos, Sathisan e Srinivasan (1998) esclarecem que a acessibilidade é um atributo associado à infraestrutura das cidades, relativo à facilidade de acesso (físico, distância, tempo e custo) das pessoas no espaço urbano às localizações e/ou serviços existentes, como o acesso ao interior dos veículos motorizados, aos terminais e aos pontos de embarque/desembarque utilizados no transporte público de passageiros. Já o conceito de mobilidade pode ser considerado um atributo associado às cidades, relativo ao deslocamento (função circular) de pessoas e bens no espaço urbano – que utilizam veículos motorizados e não motorizados, vias, infraestrutura de transportes e trânsito,

serviços de transportes e do sistema de trânsito – de forma a usufruir da cidade em relação às suas funções urbanas (lazer, moradia, trabalho, circulação).

Explanando com mais detalhes o conceito, Cardoso e Matos (2007) afirmam que a acessibilidade se refere à facilidade com que os indivíduos interagem com diferentes locais no espaço por meio da utilização do sistema de transporte. Para esses autores, a acessibilidade pode ser considerada um indicador de exclusão socioespacial, sendo assimilada da seguinte forma:

“A acessibilidade urbana é condicionada pela interação entre o uso do solo e transporte e se constitui como um importante indicador de exclusão social, ao lado, entre outros, da mobilidade, da habitação, da educação e da renda. Nesse sentido, a acessibilidade, ao ser parte integrante e fundamental da dinâmica e do funcionamento das cidades, passa a ser um elemento que contribui para a qualidade de vida urbana, na medida em que facilita o acesso da população aos serviços e bens urbanos, além de viabilizar sua aproximação com as atividades econômicas” (CARDOSO; MATOS, 2007, p. 95).

Por outro lado, Alves e Raia Jr. (2000), argumentam que a mobilidade pode ser definida, de maneira simplificada, como a facilidade de deslocamento de pessoas e bens. O conceito pode, portanto, ser diretamente relacionado aos deslocamentos diários das pessoas no espaço urbano, não apenas a ocorrência efetiva, mas também a facilidade e a possibilidade de ocorrência desses deslocamentos. Para esses autores, a abordagem convencional da mobilidade sempre relacionou o termo à quantidade de deslocamentos nas cidades, utilizando como parâmetros um local de origem e um local de destino, se referindo, em grande parte dos trabalhos, às viagens motorizadas.

Cardoso (2008) ressalta que a mobilidade é um componente da qualidade de vida³ aspirada pelos habitantes de uma cidade e não se deve considerar determinada região habitada sem que coexista o fator mobilidade espacial. Para Morris *et al.* (1979), a mobilidade é interpretada como sendo a capacidade do indivíduo de se locomover de um lugar ao outro e dependente principalmente da disponibilidade dos diferentes tipos de modos de transporte, inclusive a pé. Nessa mesma direção, para Tagore e Sikdar (1995), trata-se de um conceito

³ A qualidade de vida pode ser entendida como a resultante das condições materiais, culturais, espirituais, dentre outras, que favorecem a conquista de um bem estado de bem estar geral, ou seja, tais condições contribuem para aumentar ou diminuir o grau de satisfação de um indivíduo ou comunidade (BALASSIANO; CHIQUETTO; ESTEVES, 1993).

que é interpretado como a capacidade do indivíduo de se mover de um lugar a outro dependendo de suas características pessoais e do desempenho do sistema de transporte. Para Boareto (2003) a mobilidade urbana é uma condição para a própria sustentabilidade do desenvolvimento. Sobre esse aspecto Magagnin e Silva (2008, p. 25) afirmam que:

A antiga denominação do planejamento de transportes passa a incorporar um conjunto de novos conceitos, entre eles o da mobilidade urbana, e ainda o conceito de planejamento associado aos transportes é ampliado, incorporando as visões de infraestrutura, circulação e transporte público associados às questões de uso do solo, meio ambiente, entre outros aspectos.

O conceito de mobilidade também pode assumir inúmeras interpretações, como estar relacionado às questões de uso e ocupação do solo, meio ambiente e sustentabilidade, bem como a aspectos econômicos e sociais. O termo “sustentabilidade”, que recentemente tem sido utilizada como um qualificador da mobilidade ao colocar a sociedade em reflexão sobre suas opções de consumo, define-se como algo que "atende às necessidades da geração atual sem pôr em risco a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades". Especificamente para esta pesquisa, entende-se que a mobilidade urbana não se refere apenas aos deslocamentos ou à efetividade do sistema viário. Para além disso, o conceito se liga a uma definição de políticas de transporte e circulação que visam proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, pela priorização dos modos não motorizados e coletivos de transporte, baseando-se nas pessoas e não nos veículos, como salienta o Ministério das Cidades (2004).

Nesse sentido, a bicicleta assume um papel de relevância em um cenário global que anseia por soluções sustentáveis para os transportes. Ela dialoga diretamente com os objetivos de uma mobilidade urbana sustentável, conforme o Ministério das Cidades (2004). Mais ainda, ela se ressalta de maneira estratégica como componente da mobilidade urbana associado intimamente à qualidade de vida dos habitantes. Finalmente, o deslocamento por bicicletas pode contribuir essencialmente para tornar efetivo o direito e a capacidade da população mais pobre de se deslocar espacialmente dentro dos ambientes urbanos, propiciando, ao mesmo tempo, mais mobilidade a este grupo social e acesso às localidades urbanas.

2.3 Mobilidade urbana sustentável e a legislação no planejamento do transporte não motorizado

A promulgação da Lei Nº 10.257 de 2001, denominada Estatuto da Cidade (EC)⁴, bem como da PNMU, Lei 12.587 de 2012, vêm contribuindo para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano. No que se refere à mobilidade urbana, essa nova base legal representou um grande avanço frente a um desenvolvimento sustentável, principalmente por contestar os elementos anacrônicos que fundamentam a mobilidade, como costuma acontecer nos Planos Diretores (PD)⁵. Estes instrumentos, em geral, além de pouco abordarem medidas relativas ao transporte não motorizado, muitas vezes concentram os esforços para atender prioritariamente as demandas do transporte coletivo urbano e do individual motorizado.

Entre outros aspectos, o Estatuto da Cidade estabeleceu a obrigatoriedade da elaboração de um Plano de Transporte Urbano Integrado para as cidades com mais de 500 mil habitantes. Ainda, esse Plano deveria ser compatível ou estar integrado ao Plano Diretor do município (artigo 41, § 2º, da lei nº 10.257, de 2001). Mais tarde, a Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana (SeMob), que fazia parte da estrutura do antigo Ministério das Cidades⁶, alterou sua denominação para Plano Diretor de Transporte e da Mobilidade (PlanMob) pela Resolução nº 34, de 01 de julho de 2005, do Conselho das Cidades (BRASIL. CONSELHO DAS CIDADES, 2005). A mesma Resolução estabeleceu os princípios e diretrizes gerais a serem observadas na elaboração destes planos, descritos da seguinte forma:

Art. 8º. Nos casos previstos pelo art. 41, §2º do Estatuto da Cidade, o plano de transporte urbano integrado, ora denominado de Plano Diretor de Transporte e da Mobilidade, deverá contemplar os seguintes princípios e diretrizes gerais: I. garantir

⁴ O Estatuto da Cidade estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como o equilíbrio ambiental (BRASIL, 2001).

⁵ A Constituição Federal exige que todos os municípios com mais de 20 mil habitantes tenham seu plano diretor definido, analisado e votado pela Câmara Municipal. Ele é considerado um conjunto de princípios e regras orientadoras construídas a partir de um diagnóstico científico da realidade física, social, econômica, política e administrativa da cidade, do município e de sua região. É seu papel elaborar e apresentar um conjunto de propostas para o futuro desenvolvimento socioeconômico e futura organização espacial dos usos do solo urbano, das redes de infraestrutura e de elementos fundamentais da estrutura urbana, para a cidade e para o município, propostas estas definidas para curto, médio e longo prazos, e aprovadas por lei municipal (VILLAÇA, 1998; BRASIL, 2005).

⁶ Recentemente o Ministério das Cidades foi fundido ao Ministério do Desenvolvimento Regional.

a diversidade das modalidades de transporte, respeitando as características das cidades, priorizando o transporte coletivo, que é estruturante, sobre o individual, os modos não motorizados e valorizando o pedestre; II. Garantir que a gestão da Mobilidade Urbana ocorra de modo integrado com o Plano Diretor Municipal; III. respeitar as especificidades locais e regionais; IV - garantir o controle da expansão urbana, a universalização do acesso à cidade, a melhoria da qualidade ambiental, e o controle dos impactos no sistema de mobilidade gerados pela ordenação do uso do solo; [...](BRASIL. CONSELHO DAS CIDADES, 2005, s/p).

A definição de um marco legal para a mobilidade urbana significou uma reformulação de conteúdo que passou a envolver ações mais abrangentes. Este conteúdo não mais consideraria a mobilidade apenas como um atributo das cidades, relativo ao deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano, mas estenderia seu entendimento para um atributo relativo à qualidade de vida urbana, orientando a mobilidade como algo a ser gerenciado de maneira ativa. A SeMob também decidiu incentivar a elaboração do PlanMob para todas as cidades com mais de 100 mil habitantes, considerando que nesses casos ainda é possível reorientar os modelos de urbanização e de circulação de maneira preventiva (XAVIER, 2011). Posteriormente, a PNMU estabeleceria como obrigatório o PlanMob para todas as cidades acima de 20 mil habitantes. A Figura 1 traça a ordem cronológica dos fatos mais relevantes da legislação brasileira relacionada à gestão da mobilidade e dos transportes não motorizados a níveis federal e municipal. Vale destacar que os episódios ocorridos depois do ano de 2003, ainda não discutidos, serão abordados nas seções seguintes.



Figura 1: Linha histórica da legislação brasileira dedicada à mobilidade e transportes não motorizados

Fonte: Adaptado de Carvalho, 2016.

2.3.1 A Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável

O Ministério das Cidades, por meio da SeMob, elaborou em 2004 os princípios e diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável (PNMUS). A criação deste instrumento surgiu da necessidade de direcionar os esforços do Governo Federal para estimular nos municípios brasileiros a implantação de uma mobilidade urbana sustentável. Essa política tem como objetivo fomentar projetos que estabelecem metas para a ampliação da participação dos modos de transporte coletivos, redução de emissão de poluentes e acidentes de trânsito, implantação de programas de mobilidade das pessoas com mobilidade reduzida, utilização dos meios não motorizados de transporte e barateamento no custo dos deslocamentos das pessoas, principalmente da população que possui rendas mais baixas. (BRASIL, 2004).

Os princípios da PNMUS estão direcionados basicamente para o discurso que prega a mobilidade urbana sustentável de forma universal, promovendo ações articuladas entre a União, os Estados e os Municípios, com a participação da sociedade civil. Da mesma forma, suas diretrizes preconizam o crescimento urbano de forma sustentável, além da apropriação justa e democrática dos espaços públicos, ao promover e apoiar a circulação segura, rápida e confortável por transporte coletivo e por meios não motorizados. A PNMUS incentivou também a elaboração de planos de mobilidade sob os preceitos da sustentabilidade, porém, diferentemente da PMNU que estabeleceu a obrigatoriedade, a PNMUS somente os incentivou.

Sobre os planos de mobilidade incentivados pela PMNUS, Boareto (2010) ressalta que a elaboração de um plano de mobilidade urbana sustentável acontece independentemente do tamanho da cidade. Isso ocorre pelo fato de que um plano de mobilidade sustentável possui valores considerados universais e integra-se em conformidade com a diversidade de cada município. O autor também afirma que duas frentes de trabalho são necessárias para o desenvolvimento e implementação de um plano. A primeira frente é formada pelas intervenções no espaço já construído e a segunda é a adoção dos princípios da mobilidade urbana sustentável nas áreas de expansão urbana. Dessa forma, para garantir a mobilidade urbana sustentável, cabe ao Poder Público considerar todos os impactos decorrentes da elaboração de um projeto, incluindo aqueles distantes no tempo e no espaço. Reside aí a necessidade de uma visão integrada do sistema de transportes, que almeje a minimização de impactos, o maior proveito e a máxima eficiência, o que, por via regra, pouco se vê na prática.

A preocupação com a sustentabilidade no transporte, apesar de pouco explorada na comunidade acadêmica, tem tido efeitos interessantes no Brasil. Um exemplo próximo é o incremento do chamado “cicloativismo”⁷. A adoção da bicicleta como meio de transporte, integrada ou não a outros modos, mesmo que modesta em um primeiro momento, representa uma importante mudança na maneira de (re)pensar como a questão da mobilidade se formula. Além de não gerar poluição atmosférica, uso da bicicleta no trânsito proporciona uma considerável economia espacial, dado seu tamanho e versatilidade. Maruyama e Simões (2013) destacam que as bicicletas em movimento ocupam cerca de um sexto da área dos carros e, quando estacionadas, essa proporção diminui para um décimo. Nesse intuito, atitudes como a criação de bicicletários, ciclofaixas e/ou ciclovias têm ganhado destaque em cidades como Belo Horizonte, porém, ainda são muito incipientes e desarticuladas.

O debate sobre o desenvolvimento sustentável nos centros urbanos brasileiros é definido, como exposto por Acselrad (1999), com base em uma série de articulações políticas que visam dar legitimidade à produção do espaço urbano, acatando os princípios estipulados em conferências internacionais como, por exemplo, a Agenda 21⁸. No entanto, o que se percebe na realidade é um discurso sobre desenvolvimento sustentável que apresenta grandes barreiras quanto à sua aplicação prática. A própria PNMUS, por exemplo, foi uma política pouco efetiva e explorada publicamente sem a criação de leis que a regulamentasse.

2.3.2 O Programa Bicicleta Brasil

A política de mobilidade vigente nas grandes cidades brasileiras foi orientada para atender majoritariamente o transporte individual, assim como os recursos para projetos e obras de implantação de infraestrutura. Para o acesso dos transportes não motorizados, como a bicicleta, a via pública é considerada um território já conquistado pelos veículos automotores, o que torna a competição por espaço desvantajosa e insegura para os ciclistas. Por consequência, torna-se necessário a criação de um ambiente mais favorável ao uso da bicicleta, dispondo de recursos para criação de infraestrutura cicloviária, campanhas

⁷ O cicloativismo no Brasil (em inglês *cycling advocay* ou *bicycle advocacy*) pode ser considerado uma nova variante de movimentos sociais que defende e promove o uso da bicicleta como meio de transporte, utilizando-se para isso a conscientização social e pressão sobre o poder público (BELOTTO *et al.*, 2014).

⁸ A Agenda 21 foi um dos principais resultados da Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente (Rio-92). Nesta conferência reforçou-se a ideia de que sistemas de transporte eficientes e adequados são fundamentais dentro estratégias de combate à pobreza e que medidas que minimizem os impactos das atuais tecnologias de transporte sobre a saúde humana e o meio ambiente necessitam ser desenvolvidas (COSTA, 2003).

educativas e regulamentação de políticas públicas de mobilidade que viabilize o uso deste modo (XAVIER, 2011).

A SeMob gerenciava de três programas que direcionavam recursos para projetos e obras de desenvolvimento cicloviária no país. Porém, nenhum deles foi destinado exclusivamente ao transporte não motorizado. O principal era o Programa de Mobilidade Urbana, que destinava para projetos cicloviários parte do recurso proveniente do Orçamento Geral da União (OGU) pela ação de Apoio a Projetos de Sistemas de Circulação Não Motorizados. O Programa de Infraestrutura para Mobilidade Urbana (Pró-Mob) e o Pró-Transportes, destinado ao financiamento de infraestrutura para o transporte coletivo urbano, seguiam a mesma lógica. Em geral, concediam recursos originados do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT) e Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) para intervenções voltadas para a circulação não motorizada. Os recursos disponibilizados por estes programas eram destinados ao desenvolvimento de projetos relacionados à implementação de infraestrutura para a circulação segura de bicicleta nos espaços urbanos, tais como ciclovias, ciclofaixas e sinalização, preferencialmente integradas ao sistema de transporte coletivo (BRASIL, 2007b).

Com recursos da ação de Apoio a Projetos de Sistemas de Circulação Não Motorizados do Programa de Mobilidade Urbana a SeMob desenvolveu o Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta, mais conhecido como Programa Bicicleta Brasil (PBB), instituído pela portaria nº 399, de 22 de setembro de 2004. Ao contrário dos programas supracitados, o PBB não tinha, até 2018, a função de destinar recursos para projetos relacionados a obras de infraestrutura. Seu propósito, contudo, era estimular os Governos Estaduais e Municipais a desenvolverem e aprimorarem ações que favoreçam o uso mais seguro da bicicleta como modo de transporte. Dentre as ações previstas que norteiam o campo de trabalho do programa encontram-se as seguintes: a) Capacitação de gestores públicos para a elaboração e implantação de sistemas cicloviários; b) Integração da bicicleta no planejamento de sistemas de transportes e equipamentos públicos; c) Estímulo à integração das ações das três esferas de Governo; d) Sensibilização da sociedade para a efetivação do programa; e) Estímulo ao desenvolvimento tecnológico; f) Fomento à implementação de infraestrutura para o uso da bicicleta (BRASIL, 2007b).

Para efetivação do programa, a SeMob definiu os seguintes instrumentos de implementação: a) Publicação de material informativo e de capacitação; b) Realização de

Cursos e Seminários nacionais e internacionais; c) Edição de normas e 164 diretrizes; d) Realização e fomento de pesquisas; e) Implantação de banco de dados; f) Fomento a implementação de Programas Municipais de Mobilidade por Bicicleta; g) Criação de novas fontes de financiamento; h) Divulgação das boas políticas (BRASIL, 2007b).

Desde a sua criação, o PBB foi responsável pela evolução e inserção da discussão sobre a mobilidade por bicicleta em iniciativas municipais e estaduais, levando as organizações cicloativistas juntamente com a população adepta a bicicleta a se posicionarem diante das decisões a serem tomadas. Os resultados da organização da sociedade civil em torno do cicloativismo podem ser observados nos diversos fóruns e congressos, tanto internacionais quanto nacionais, que envolvem a bicicleta como tema central de debate. As edições do Bicicultura e dos Fóruns de Desenvolvimento Urbano podem ser considerados bons exemplos do envolvimento cada vez maior da sociedade nessa temática.

De forma geral, o PBB desempenhou um importante papel de incentivo à mobilidade por bicicleta e ao cicloativismo. Xavier (2011) ressalta que a partir do programa o governo brasileiro reconhece a necessidade de considerar a bicicleta como um meio de transporte eficiente e, ao mesmo tempo, respalda o trabalho dos movimentos organizados em prol da bicicleta, destacando a necessidade de se incluir a bicicleta nos debates referentes à saúde e ecologia. Vale destacar que em 2018 foi publicada a Lei 13.724, instituindo o PBB. Contudo, a Presidência da República vetou a destinação de 15% do valor arrecadado com multas de trânsito ao programa. Ficou decidido que o programa irá receber recursos da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE-Combustíveis), de repasses dos governos federal, estadual e municipal, de doações de organismos de cooperação internacionais e nacionais, e de empresas, mas ainda com percentuais não definidos.

Essa é umas das razões pela qual o programa ainda se apresenta sem tanta expressividade. Atualmente, se vê poucos mecanismos que estimulam a mobilidade por bicicleta, com exceção de investimentos pontuais e com pouca continuidade. Tornam-se mais recorrentes campanhas educativas que pouco contribuem com a segurança do ciclista. Ainda, sente-se a ausência de um processo realmente participativo e, portanto, fundamental para o sucesso da implantação de políticas cicloviárias que envolvam o governo, comunidade, técnicos, usuários e cicloativistas, como sugere Xavier (2011).

2.3.3 A Política Nacional de Mobilidade Urbana

Historicamente os transportes urbanos desenvolveram-se no Brasil a partir de políticas articuladas em nível nacional (GOMIDE 2003). A exemplo disso, o artigo 22 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 estabelece a competência privativamente da União em legislar sobre o trânsito e transporte (art. 22 da CR/88). De forma semelhante, os artigos 182 e 183 ressaltam que compete à União instituir as diretrizes para o desenvolvimento urbano, incluindo o saneamento básico, a habitação e os transportes urbanos. Porém, a responsabilidade de execução é repassada ao Poder Público Municipal, como definido no art.182 e 183 da CR/88.

A formulação de um novo conjunto de leis que legitimam o funcionamento dos transportes urbanos e, ao mesmo tempo, regulamentam as normas e diretrizes dos artigos 182 e 183 da Constituição, decorreu de um diagnóstico elaborado pela SeMob sobre o modelo de mobilidade urbana presente nas cidades brasileiras. De acordo com o documento de fundamentação da proposta de um projeto de lei que antecedeu a PNMU (PL 1.687/07), a continuar como estava, as cidades brasileiras caminhariam a passos largos para a insustentabilidade, com significativos custos sociais, econômicos e ambientais. Dessa forma, novamente julgou-se haver espaço para formulação de uma política para o setor em nível nacional e não apenas local (XAVIER, 2011).

Em si, a elaboração da PNMU foi antecedida por uma longa discussão no Congresso Federal. Dentre as iniciativas que conceberam essa proposta destacam-se a apresentação do Projeto de Lei que instituía as Diretrizes Nacionais do Transporte Coletivo Urbano (PL 694/95), apresentado em 1995 e do Projeto de Lei que instaurava a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PL 1.687/07), proposto pela SeMob e Ministério das Cidades em 2007. Esses projetos tramitaram na Câmara dos Deputados juntos até 2010, quando ocorreu a aprovação do primeiro e arquivamento do segundo. Neste mesmo ano, a Câmara encaminhou um substitutivo para apreciação do Senado, o Projeto de Lei da Câmara (PLC 166/10), que foi considerado como um texto melhorado do PL 1687/07. Sua aprovação ocorreu no final de 2011, dando origem a Lei 12.587/12 (BRASIL, 1995; BRASIL, 2007; BRASIL, 2010; XAVIER, 2011).

Em atendimento à determinação constitucional, a PNMU tem como função ser um instrumento da política de desenvolvimento urbano, cujo propósito geral é a integração entre

os diferentes modos de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no território do município. Em outros termos, é seu papel contribuir para o acesso universal à cidade, além de fomentar e concretizar todas as condições que possam contribuir para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana. Dentre as diretrizes e princípios presentes na seção II do capítulo 1, artigos 5º e 6º, que se destacam ao escopo dessa Dissertação, pode-se citar aquelas acerca das questões ambientais, de equidade quanto ao uso do espaço público e do incentivo ao uso de modos de transporte não motorizados:

[...] II - desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais; [...] V - gestão democrática e controle social do planejamento e avaliação da Política Nacional de Mobilidade Urbana; [...] VI - segurança nos deslocamentos das pessoas; VII - justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços; VIII - equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros; [...] II - prioridade dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado; III - integração entre os modos e serviços de transporte urbano; (BRASIL, 2012 s/p).

Essas diretrizes, como ressalta Vasconcellos (2012), reforçam positivamente o uso dos transportes não motorizados ao determinar o planejamento de infraestrutura urbana destinada aos deslocamentos a pé e por bicicleta. Da mesma forma, reiteram o papel do poder público no desenvolvimento das cidades de forma sustentável, na medida em que motiva a abertura de canais de comunicação entre os órgãos públicos responsáveis pela gestão da mobilidade urbana e os usuários do sistema viário e dos meios de transporte, e incentiva a distribuição do espaço público de forma a contemplar todos os usuários.

O artigo 24 da PNMU ainda estabelece que o PlanMob se torne obrigatório para todos os municípios com mais de 20 mil habitantes. Com isso, o número de municípios brasileiros obrigados a elaborar o plano de mobilidade passou de 288 (municípios com mais 100 mil habitantes) para 1.667 municípios, segundo as estimativas populacionais do IBGE para o ano de 2012. Também foi estipulado um prazo de três anos para elaboração e apresentação do plano e o não atendimento dessa norma por parte dos municípios significaria o impedimento de receber recursos federais destinados à mobilidade urbana.

De forma geral, afirma-se que o PlanMob é o instrumento de efetivação da PNMU. A política representa a reflexão do Estado sobre a questão e o plano sobre a sua própria prática. Porém, mesmo que isso represente um grande avanço ao incentivo da mobilidade urbana sustentável e ao planejamento urbano integrado ao de transportes, é possível reconhecer que essa evolução ainda acontece de maneira essencialmente “teórica”, e não se concretiza, como se deveria, na prática cotidiana. Em outras palavras, mesmo com o PlanMob e todo o expressivo avanço político no sentido da mobilidade urbana sustentável, o que se identifica na realidade é o contrário do primeiro princípio da Resolução nº 34, de 01 de julho de 2005, ou seja, a priorização do transporte individual motorizado em detrimento do coletivo, o que intensifica problemas relacionados a retenção de tráfego, depreciação do transporte público, desestímulo ao transporte não motorizado, entre outros problemas comuns às grandes aglomerações urbanas e já citados neste trabalho. Para exemplificar, segundo o levantamento geral sobre a mobilidade urbana, elaborado pela Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) para o ano de 2016, evidencia que o transporte individual ainda consome 84% dos recursos de mobilidade urbana no Brasil, recursos que atendem aproximadamente 30% das pessoas que se deslocam diariamente por esse modo de transporte nos municípios com mais de 60 mil habitantes (ANTP, 2018). Há, portanto, um desequilíbrio de investimentos que beneficia ineficazmente uma menor parcela de usuários em detrimento ao universo de cidadãos.

2.3.4 A bicicleta no Plano de Mobilidade de Belo Horizonte

Recentemente, a União de Ciclistas do Brasil (UCB), em parceria com *Bike Anjo* e Transporte Ativo, associações cicloativistas, lançaram mão de uma campanha intitulada “Bicicleta nos Planos”. Por meio de um guia, a campanha apresenta como deve ser feita a inclusão da bicicleta, enquanto meio de transporte, no Plano de Mobilidade Urbana de uma cidade. Destinado à sociedade civil organizada, cidadãos, técnicos públicos e tomadores de decisão dos poderes públicos, o guia define as ações e princípios que devem ser observados na incorporação da bicicleta no sistema de mobilidade e nos planos cicloviários. No caso desta Dissertação, o guia serve de modelo para um breve estudo comparativo com o atual Plano de Mobilidade de Belo Horizonte (PlanMob-BH). As ações que direcionam esse guia são:

- ❖ Implantar infraestrutura: Estruturação de toda infraestrutura cicloviária, tais como bicicletários, ciclovias, ciclofaixas, conexão entre os trechos de ciclovias existentes e integração com o sistema de transporte coletivo;
- ❖ Promover a microacessibilidade: Promoção do uso da bicicleta nas escolas, faculdades, centros culturais e outros por meio da construção de estrutura cicloviária;
- ❖ Promover a segurança: Desenvolver programas de educação para ciclistas e motoristas e implantar sinalização de trânsito específica;
- ❖ Estimular o uso: Desenvolvimento de campanhas de valorização e estímulo ao uso da bicicleta e desenvolvimento de ações facilitadoras como o aluguel de bicicletas, por exemplo;
- ❖ Garantir o controle social e monitoramento social das ações: Estímulo à organização das entidades do setor e criação de espaços de discussão com o poder público;
- ❖ Articular com a política ambiental: Melhoria da qualidade ambiental das cidades, através da diminuição da emissão de poluentes atmosféricos (BOARETO, 2010; EMBARQ BRASIL, 2014).

Instituído pelo Decreto Municipal nº 15.317 de 2013 e elaborado pela Prefeitura de Belo Horizonte (PBH), por meio da Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS), o PlanMob-BH regulamentou a Lei Municipal nº 10.134, que instituiu a Política Municipal de Mobilidade Urbana em 2011. O PlanMob-BH se estrutura com base no conceito de mobilidade urbana, definido pela Lei 10.134/11 como sendo o conjunto de deslocamentos de pessoas e bens, com base nos desejos e nas necessidades de acesso ao espaço urbano, mediante a utilização dos vários meios de transporte. O objetivo da Política é proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, priorizando os meios de transporte coletivos e não motorizados, de forma inclusiva e sustentável (BELO HORIZONTE, 2012).

Torna-se papel do PlanMob-BH orientar as ações do Município de Belo Horizonte, de forma a atender aos seguintes princípios: reconhecimento do espaço público como bem comum; universalidade do direito de se deslocar e de usufruir a cidade; desenvolvimento sustentável da cidade, nas dimensões socioeconômica e ambiental; justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos de transporte e serviços; equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros; segurança nos deslocamentos para promoção da saúde e garantia da vida (BELO HORIZONTE, 2012).

Quanto às diretrizes que orientam o plano, destacam-se: priorização dos pedestres e dos modos de transporte não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado; criação de medidas de desestímulo à utilização do transporte individual motorizado; mitigação dos custos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas no Município; integração dos diversos meios de transporte; fomento a pesquisas relativas à sustentabilidade ambiental e à acessibilidade no trânsito e no transporte; entre outros incisos que orientam as ações do plano (BELO HORIZONTE, 2012).

O PlanMob-BH também estipulou metas associadas à estratégia de garantir a mobilidade e a acessibilidade no ambiente urbano, através do gerenciamento da demanda e da qualidade dos serviços de transporte público, o que resultaria em uma divisão modal mais sustentável. O PlanMob-BH traçou como principal meta uma distribuição mais racional da participação de cada modo de transporte no total de viagens realizadas para os diversos fins. Para alcançar essa meta, segundo o plano, é necessário inverter a tendência observada em nível nacional de crescimento expressivo do número de viagens realizadas pelo modo transporte individual motorizado, de modo a manter a participação atual do transporte coletivo na matriz de viagens de Belo Horizonte e aumentar a participação dos modos não motorizados (BELO HORIZONTE, 2012). Considerando, ainda, o propósito de distribuir igualmente a participação de todos os modos e, ao mesmo tempo, reduzir a participação do transporte individual motorizado no número total de viagens realizadas na Capital, o PlanMob-BH pretende implantar medidas de restrição ao uso do automóvel, especialmente no hipercentro, que poderão incluir redução da capacidade do sistema viário destinado ao tráfego geral, redução do número de vagas de estacionamento disponíveis, rodízio de placas e taxa de uso do sistema viário (taxa de congestionamento) (BELO HORIZONTE, 2017).

Para as políticas direcionadas à bicicleta, foi incluído em 2005 no Planejamento Estratégico da BHTRANS, um programa específico denominado PEDALA BH, que contempla um conjunto de ações para promover seu uso na cidade. A primeira é ampliar a rede de ciclovias e ciclofaixas em todas as áreas do município, especialmente como modo alimentador do sistema de transporte coletivo. Para isso, foi previsto a implantação de bicicletários junto às estações de integração. A segunda busca identificar e implantar rede de

ciclovias ou rotas cicláveis que incluem as vias identificadas como vias de Zona 30⁹ e ruas sinalizadas como de tráfego compartilhado entre veículos motorizados e bicicletas. A terceira pretende ampliar e estimular o uso da bicicleta por meio da integração ao transporte coletivo, através da melhoria da oferta de equipamentos e infraestrutura, da sinalização indicativa para o ciclista, de ações educativas voltadas para a segurança, da implantação de paraciclos, bicicletários e de sistema de informação para o deslocamento por este modo (BELO HORIZONTE, 2017).

O PlanMob-BH tem, dessa forma, um horizonte de planejamento até o ano de 2020. Convém destacar que o plano atende às exigências e se mostra equiparado às diretrizes e princípios da PNMU. Entretanto, pouco se contempla em relação à execução do que foi proposto. A exemplo disso, Belo Horizonte, mesmo com o sistema MOVE, ainda sofre com sérios limites de integração física e tarifária entre o transporte coletivo municipal e o metropolitano, como aponta Veras *et al.* (2016). A promessa de ampliação da linha 1 e a implementação das outras linhas do Trem Metropolitano, mesmo com os aportes do Governo Federal, não saíram do papel. Algumas medidas pontuais de restrição do uso do automóvel foram executadas, como é o caso da requalificação de vias preferenciais com prioridade para o modo a pé de deslocamento no hipercentro.

Quanto ao transporte não motorizado, o próprio PlanMob-BH diagnosticou as deficiências a serem assistidas e que continuam após os 14 anos da inclusão do Programa Pedala BH no Planejamento Estratégico da BHTrans. Segundo o relatório:

[...] observa-se que a rede cicloviária existente é muito limitada em termos de extensão e de conexão entre os segmentos e suas condições atuais são ainda precárias, não permitindo a sua utilização nem para deslocamentos entre os sub-centros, nem como modo de apoio ao sistema de transporte coletivo.

Atualmente está em processo de implantação uma série de projetos para a expansão da rede atual, objetivando não apenas a requalificação das ciclovias existentes e a ampliação da extensão do sistema, mas também a criação de conexões com as estações de integração do sistema de transporte coletivo de Belo Horizonte, estimulando seu uso como modo alimentador.

⁹ Projeto prevê velocidade máxima dos veículos em 30km/h para priorizar os pedestres e ciclistas e pessoas com mobilidade reduzida (BELO HORIZONTE, 2017).

Embora Belo Horizonte não apresente, aparentemente, topografia muito favorável à utilização da bicicleta, seu uso pode ser estimulado através da criação de rotas que levem em consideração o relevo existente e da implantação de facilidades para seus usuários, especialmente bicicletários nos pontos de conexão com o sistema de transporte coletivo, com níveis de segurança adequados.

Outro ponto a ser perseguido no processo de planejamento e implantação do programa de estímulo ao uso de bicicleta, além da questão da segurança dos ciclistas, segurança contra roubos e conexão com o sistema de transporte, deverá ser a proposição de uma rede efetiva para o uso da bicicleta, incluindo ciclovias e ciclofaixas, de modo que, no futuro, seja possível utilizar a bicicleta para deslocamentos entre as diferentes partes da cidade (BELO HORIZONTE, 2012, p.19).

Desde o estabelecimento do plano em 2011, as condições para os ciclistas se locomoverem não se alteraram substancialmente. Um dado que comprova essa situação são os 85,13 quilômetros de ciclovias e ciclofaixas implantados até o fim do ano de 2015 na capital mineira, quando na verdade, eram esperados 100 quilômetros para o fim do ano de 2013, segundo o que consta no relatório final do plano.

Embora a realidade da bicicleta no PlanMob-BH esteja distante daquela proposta pelo Programa Bicicleta nos Planos, algumas atitudes recentes podem prosperar os anseios dos ciclistas. Recentemente, a BHTRANS atendeu ao pedido da Associação de Ciclistas de Belo Horizonte (BH em Ciclo) e lançou a portaria 063/2016 que regulamenta a entrada de bicicleta dobráveis em ônibus convencional naqueles que compreendem o sistema MOVE. Também instalou 800 paraciclos em pontos da cidade que foram sugeridos por ciclistas. Por fim, destaca-se a atuação dos sistemas de compartilhamento de bicicletas, que na cidade foram implementados pelas *startups* Serttel (projeto Bike BH) e Yellow, empresas que alugam bicicletas por período determinado e a preços módicos. A Serttel, que no município opera com estações fixas, depois do encerramento do seu primeiro contrato de operação passou atuar somente na região da Pampulha, mais precisamente nas proximidades da lagoa. Já a Yellow atuava principalmente na região centro-sul da cidade. Seus serviços, além da bicicleta, incluíam também os patinetes elétricos. No entanto, operou somente por 11 meses na capital e os motivos que levaram a empresa a encerrar suas operações, em Outubro de 2019, são desconhecidos.

3. A CICLABILIDADE: CONCEITOS, FATORES DE MENSURAÇÃO E MODELOS DE ANÁLISE

A ciclabilidade é um conceito chave desta Dissertação. Por isso, neste capítulo será apresentado e comparado a outros termos ou conceitos correlacionados. Na primeira parte, é realizado um esforço de se cunhar o conceito de ciclabilidade, demonstrando como o termo foi apropriado por diferentes autores. Na segunda parte são apresentados os fatores que limitam ou impulsionam o uso da bicicleta como modo de transporte efetivo. Busca-se, em seguida, descrever como cada um desses fatores pode ser incorporado aos diversos modelos de análise da ciclabilidade para o ambiente urbano. Na terceira e última parte, os métodos utilizados e como os autores desenvolveram os modelos analisados também são apresentados.

3.1 A Ciclabilidade

O termo “ciclabilidade” é uma tradução livre da expressão em inglês “*Bikeability*”, recorrentemente reconhecido como sinônimo de “*bicyclefriendly*”. Ambos dizem respeito à capacidade de uma pessoa andar de bicicleta ou em que medida um ambiente é amigável ao ciclismo, ou seja, o quanto um local, preferencialmente urbano, apresenta características favoráveis ao uso de bicicletas.

Como todo conceito de amplo espectro, a extensão que o caracteriza tende a conduzi-lo a certa imprecisão. Todavia, um dos desafios deste trabalho é estabelecer, com relativa clareza, o que se compreende por ciclabilidade. O conceito de ciclabilidade acompanha o desenvolvimento das pesquisas relacionadas à mobilidade urbana sustentável. Segundo Nielsen e Skov-Petersen (2018), trata-se de um termo relativamente novo, associado a seu irmão mais velho “*walkability*” (“caminhabilidade” em português), que apresenta uma história mais longa em pesquisas e planejamentos relacionados ao transporte ativo e não motorizado. O termo caminhabilidade serve como principal inspiração para estudos sobre a ciclabilidade, o qual compreende a relação entre o aparato cicloviário e os fatores do ambiente que, conseqüentemente, impactam no uso da bicicleta como modo de transporte efetivo. Apesar de vários autores aplicarem os dois termos de forma quase intercambiável, pelo motivo de compartilharem múltiplas características e condições, como fazem Greenberg e Renne (2005)

e Ewing *et al.* (2006), a caminhabilidade, no entanto, não será objeto de estudo específico desta pesquisa¹⁰.

Além de novo, não existe consenso na literatura sobre a definição de ciclabilidade. Para César (2014), a ciclabilidade se refere a quanto uma cidade é boa ou ruim para o uso da bicicleta como modo de transporte, ou seja, o quanto ela é ciclável. Segundo esse mesmo autor, uma cidade pode apresentar características favoráveis ao uso da bicicleta sem que tenha um único quilômetro de rede cicloviária. Da mesma forma, uma cidade pode ter uma rede cicloviária com vários quilômetros e não apresentar um bom grau de ciclabilidade devido a outros fatores que podem limitar sua potencialidade cicloviária, dentre eles o relevo, por exemplo. Algumas pesquisas, como as de Tuner *et al.* (1997), Dill e Carr (2003), Silva (2014), Krenn *et al.* (2015) e Carvalho (2016), apontam que a ciclabilidade estende-se à avaliação da qualidade das ruas em uma área urbana voltada para o uso de bicicletas como modo de transporte. Esta avaliação, em geral, leva em consideração o conforto e segurança dos ciclistas, não estando associada especificamente à existência de infraestrutura cicloviária. Desde modo, em cidades onde os aspectos legais e estruturais deste modo de transporte ainda se apresentam em expansão, como nas cidades brasileiras, análises como essas são mais adequadas.

Num ponto de vista distinto, Eliou, Galanis e Proios (2009); Kirner e Sanches (2011); Wahlgren (2011); Nordström e Manum (2015) e Gholamialam e Matisziw (2019) definem ciclabilidade pelo aparato cicloviário presente em um determinado local, ou seja, a definição de ciclabilidade consiste em mensurar o quanto desse aparato (principalmente a rede cicloviária) proporciona o uso da bicicleta de maneira adequada. Esta definição se aproxima também da definição “*Bicycle Level of Service*” (BLOS) (nível de serviço para bicicleta, em português) de Botma (1995), Dixon (1996), Jensen (2007), Petrisch *et al.* (2007) e “*Highway Capacity Manual*” (2010), que consideram apenas os fatores relacionados a infraestrutura local destinada a este tipo de modo de transporte, não levando em conta outros fatores como relevo, clima, aspectos socioeconômicos etc.

Grigory (2008), Lowry *et al.* (2012) e Nielsen e Skov-Petersen (2018), além de adotarem uma abordagem semelhante, consideram que a ciclabilidade é definida ainda como

¹⁰Uma breve revisão abrangente sobre caminhabilidade e até mesmo um panorama geral da relação entre os dois termos podem ser encontrados a partir da leitura de Krenn *et al.* (2015).

uma avaliação da capacidade e eficiência da rede cicloviária em se conectar a destinos importantes. Essa definição leva em consideração a qualidade dos percursos e as distâncias percorridas nas viagens. Dessa forma, a ciclabilidade é interpretada como uma medida de qualidade de infraestrutura, além de servir como uma medida de acessibilidade dos ciclistas à destinos desejados.

Como conceito de ciclabilidade, adotado e operacionalizado na metodologia desta dissertação, entende-se aquele que avalia a facilidade inerente aos ciclistas durante o desempenho de suas viagens regulares. Em outras palavras, entende-se por ciclabilidade o quão amigável um local é, em termos de conforto e segurança, para aqueles que se locomovem através dele por meio do uso de bicicletas. Para tanto, são considerados essenciais os fatores ambientais, como relevo e diversidade do uso do solo, por exemplo, e fatores relacionados à segurança e ao conforto do ciclista, como a disponibilidade de tratamento preferencial para bicicletas, disponibilidade de estacionamentos etc. É importante esclarecer que o conceito de ciclabilidade é amplo, e transcende a “ciclabilidade viária”. Isso implica que o conceito de ciclabilidade não está atrelado apenas às características físicas e concretas do espaço, possuindo, também, um aspecto subjetivo inerente.

Boa parte da bibliografia consultada referente ao conceito de ciclabilidade aborda a mobilidade por bicicleta com base na realidade europeia e, em menor grau, norte-americana e asiática. As cidades europeias citadas nos estudos de caso apresentam, segundo a bibliografia, estratégias políticas que estimulam o seu uso desde o século XX, sem contar os fatores como a estrutura espacial que também tem impacto evidente no uso da bicicleta como modo de transporte. O caso brasileiro, em que as políticas públicas voltadas à circulação das pessoas nos grandes centros urbanos estão formuladas para atender prioritariamente o transporte individual motorizado, obriga a pensar o conceito de forma diferente, interpretando-o pela realidade aqui encontrada. O entendimento destes fatores constitui-se, pois, em um passo fundamental, tanto a especificidade conceitual, como orientar os aspectos metodológicos e a construção do modelo para estimar a ciclabilidade. A seguir será apresentada uma breve revisão sobre os elementos e, principalmente, os fatores ambientais e sociais determinantes na escolha da bicicleta como modo de transporte.

3.2 Fatores que influenciam na escolha da bicicleta como modo de transporte

Segundo a “*Federal Highway Administration*” (FHWA) ou Administração Federal de Rodovias, que é uma divisão do Departamento de Transportes dos Estados Unidos, a decisão de um indivíduo por um modo de transporte não motorizado é um processo complexo e perpassa por três condições principais. A primeira é a percepção do indivíduo acerca de suas necessidades iniciais, ou seja, ele irá avaliar se sua viagem, considerando o motivo, poderá ser realizada pelo modo alternativo. Sua percepção sobre a capacidade de a bicicleta atender adequadamente uma viagem por motivo de compras ou trabalho é bastante ilustrativo. A segunda considera as características da viagem, isto é, se o trajeto a ser realizado possui vias com tratamento preferencial para bicicletas ou se as condições climáticas estarão favoráveis. Vias com tratamento preferencial podem incentivar o uso da bicicleta por oferecerem mais conforto e segurança aos ciclistas, enquanto boas condições climáticas não desmotivam o cidadão a utilizar modos alternativos de transporte. Por fim, a terceira condição considera as características do destino, como o grau de acessibilidade a determinado local, existência de facilidades como bicicletários, risco de furto ou depredação etc. (FHWA, 1992).

Dentro dessas condições existem diversos fatores que o indivíduo deverá considerar antes de iniciar sua viagem de bicicleta. Neste sentido, a FHWA sugeriu a classificação destes fatores em dois grupos: fatores subjetivos e fatores objetivos. Fatores subjetivos são aqueles relacionados aos aspectos pessoais, características únicas de cada indivíduo, e só podem ser identificados por pesquisas com o público alvo. Perspectiva cultural, condicionamento físico, hábitos cotidianos, valorização de atividades físicas e sentimento de segurança no tráfego são exemplos dos fatores subjetivos. Já os fatores objetivos consideram tanto as características ambientais de um determinado local (clima e relevo) como as características da infraestrutura (Infraestrutura adequada para bicicletas). Os fatores apresentados por FHWA, conforme descrição de Pezzuto e Sanches (2004), podem ser divididos em:

❖ Fatores Subjetivos:

- Comprimento da viagem;
- Segurança no tráfego;
- Conveniência;
- Custo da viagem;
- Valor atribuído ao tempo;

- Valorização dos exercícios físicos;
- Condições físicas;
- Circunstâncias familiares;
- Hábitos cotidianos;
- Atitudes de valores sociais;
- Aceitabilidade social.

❖ Fatores objetivos

- Características ambientais
 - Clima;
 - Topografia.
- Características da infraestrutura
 - Infraestrutura adequada para bicicletas;
 - Acessibilidade e continuidade das rotas;
 - Alternativas de transporte.

Outros autores trabalham numa perspectiva semelhante. Para Sener *et al.* (2009), os fatores que influenciam a utilização da bicicleta podem ser classificados em três categorias: 1) Demográficos, como idade, sexo, raça, propriedade do veículo e renda familiar; 2) Atitudes e percepções, tais como percepções de segurança e proteção, percepção de tempo vs custo e atitudes quanto à prática de atividades físicas; 3) Características da região, infraestrutura e comodidades relacionadas a bicicleta, como uso da terra, fatores ambientais, presença estacionamentos, presença de chuveiros e armários no local de trabalho etc.. Wahlgren (2011) propõe a seguinte organização dos fatores: ambientais, de tráfego, e sociais. O primeiro conjunto se refere aos fatores como rede cicloviária, áreas verdes, atratividade, trajeto, relevo, paradas e distância. O segundo são os fatores que variam com o tempo, poluição, ruído, fluidez do tráfego, velocidade dos automóveis, velocidade dos ciclistas, congestionamento nas vias. Fatores que representam a relação entre os pedestres, motoristas e ciclistas compõem o último.

Rietveld e Daniel (2004) também apontam que o uso da bicicleta se relaciona às características pessoais de um indivíduo. Renda, faixa etária, gênero e padrões de atividade, segundo os autores, podem predizer sua escolha. A renda possibilita a posse de veículos automotores e, portanto, pode impactar a escolha individual do modo de transporte. A idade pode restringir a capacidade de uma pessoa pedalar, uma vez que também limita sua aptidão

física. O gênero pode estar relacionado à segurança do indivíduo. A título ilustrativo, o assédio pode ser interpretado como um aspecto que impacta diretamente na segurança de pessoas do sexo feminino. Os padrões de atividade, tais como trabalho, estudo e compras, disposição para atividades físicas, sedentarismo e a saúde dos indivíduos também podem ser fatores determinantes.

Para Rietveld e Daniel (2004), as iniciativas do poder público local, a qualidade da rede destinada à bicicleta e os custos gerais dos demais modos de transporte influenciam diretamente no que os autores denominam de “custos generalizados da bicicleta” (Figura 2). Estes custos contemplam fatores diversos em vez de se concentrarem apenas ao valor monetário. São eles: 1) Tempo de viagem: depende da estrutura espacial das cidades e da adequação da infraestrutura cicloviária; 2) Capacidade física e conforto: se sujeita ao traçado e qualidade das vias destinadas ao uso da bicicleta, ao preparo físico do usuário, ao relevo e às condições climáticas; 3) Segurança viária: refere-se ao risco de se envolver em acidentes com modos de transporte motorizados; 4) Risco de roubos e furtos: resulta da qualidade do equipamento e da distância percorrida nos trajetos, ou seja, quanto maior a qualidade de uma bicicleta, maior é a tendência de roubo ou furto em viagens mais longas e frequentes; 5) Custo monetário da bicicleta: compreende os custos de aquisição, manutenção e estacionamento.

Atente-se, ainda, aos “custos generalizados dos modos de transporte motorizados”. A relação, ou melhor, a diferença entre os dois custos é o que pende a favor do uso ou não da bicicleta. Contudo, o arcabouço legal relativo aos transportes ativos é um dos fatores que mais impacta em seus custos generalizados, sendo quanto menor o custo, maior a probabilidade de adesão.

Um ponto positivo da pesquisa de Rietveld e Daniel (2004) é a esmiúça dos fatores abordados. O trabalho, que foi realizado em nove cidades da Holanda, tem como objetivo correlacionar os fatores, principalmente aqueles relacionados às ações das políticas públicas municipais no âmbito da bicicleta como medo de transporte, com as variações do número de ciclistas contabilizados em cada cidade. Para além dos fatores associados às políticas públicas e dos citados anteriormente, destacam-se outros que apresentaram correlação significativa e que não apresentaram problemas de multicolinearidade. O Quadro 1 compila os principais fatores utilizados para caracterizar a ciclabilidade nas cidades analisadas

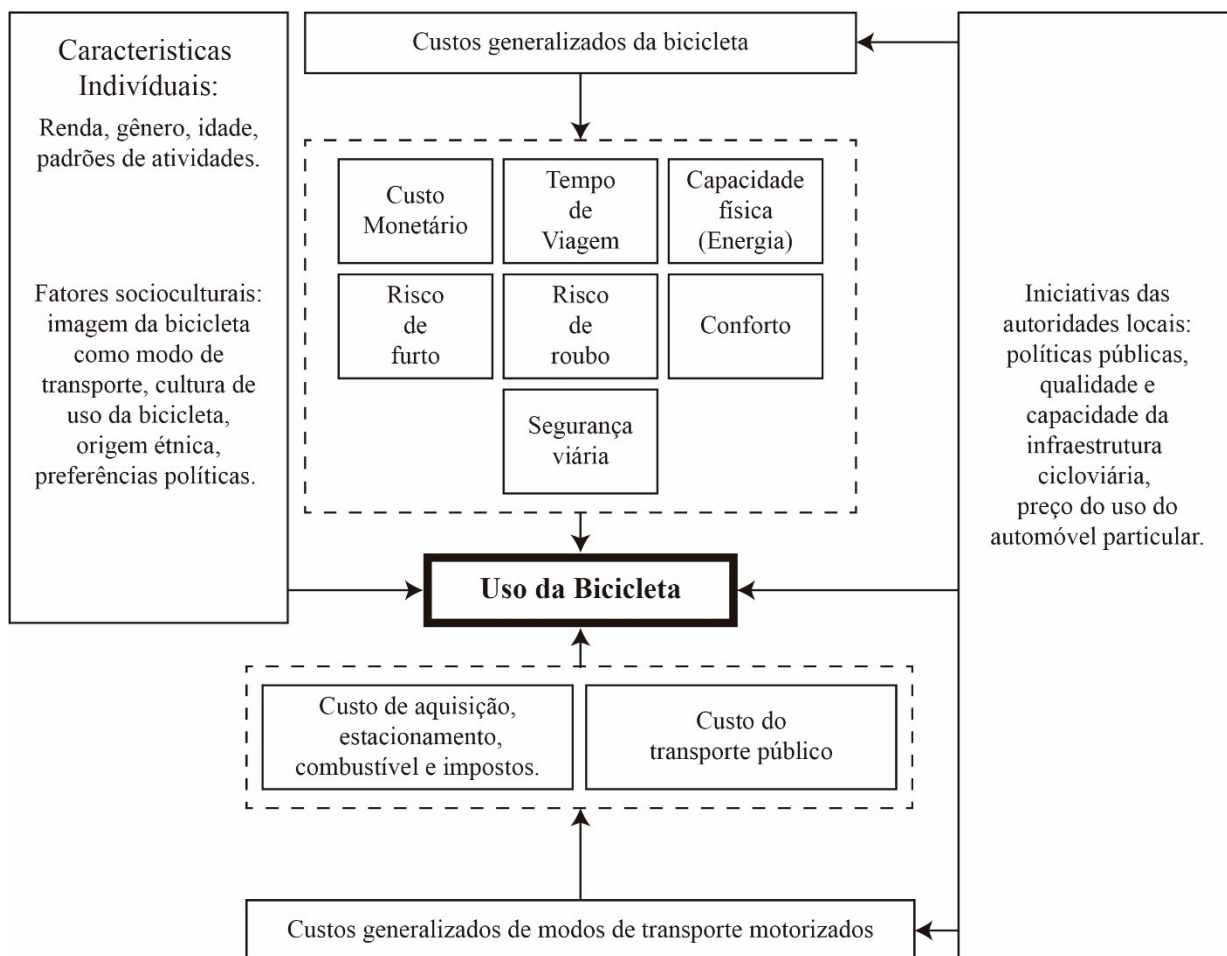


Figura 2: Quadro geral dos fatores que influenciam o uso da bicicleta

Fonte: Extraído e adaptado de Rietveld e Daniel, 2004.

Os resultados apresentados por esses autores apontam que em cidades onde a densidade populacional é grande, a participação das viagens de bicicleta no número total de viagens é reduzido em mais de 8%. Da mesma forma, locais onde a população jovem é proporcionalmente maior, o uso da bicicleta aumenta 4%. Já o aumento da participação de eleitores do partido liberal conservador está associado à redução de viagens por este modo. Em locais com escola superior e formação profissional, resulta-se em um aumento de 7,4%. Numa cidade declivosa, a redução do uso de bicicletas pode alcançar 74%. Um carro adicional per capita reduziria a parcela de viagens em 26%. No que diz respeito aos esforços políticos, o índice calculado mostra uma correlação positiva entre iniciativas do governo local e o uso da bicicleta. Os dois últimos fatores que dizem respeito aos resultados da política local implementada mostram que a participação do uso da bicicleta é reduzida em 0,05% quando há ganho de um ponto percentual de pessoas insatisfeitas com o contexto da bicicleta na cidade.

Outros estudos que trabalham com a relação entre fatores e o uso da bicicleta alcançam resultados similares. Lott *et al.* (1977), Axhausen e Smith (1986), Ashley e Banister (1989), Forester (1993), Sorton e Walsh (1994), Ortuzar *et al.* (2000), Pucher e Buehler (2008), citam que posse de veículos automotores, renda, presença de escolas de ensino superior, idade dos usuários, distância e duração da viagem, topografia e infraestrutura cicloviária, são os fatores que claramente afetam o uso da bicicleta em áreas urbanas.

Quadro 1: Fatores analisados para avaliar a ciclabilidade em cidades da Holanda

Fatores	Subfatores
Características da cidade	Densidade demográfica
	Concentração de atividades humanas
	Proporção de jovens
	Presença de universidade e escola técnica
	Proporção de eleitores do partido liberal
	Proporção de estrangeiros
	Renda da população
	Número de carros per capita
	Relevo
	Esforços políticos
Frequência de paradas em cruzamentos	
Disponibilidade e custos de estacionamento	
Frequência de obstáculos	
Qualidade do pavimento	
Consequências políticas	Velocidade (porcentagem de viagens onde a bicicleta é mais rápida que o automóvel)
	Nível de segurança
	Grau de satisfação

Fonte: Adaptado de Rietveld e Daniel, 2004.

Embora não sejam tão recorrentes quanto os europeus, estudos brasileiros relativos ao uso da bicicleta e a ciclabilidade também levantam fatores que podem estimular ou não seu uso. Prodivelo e Sanches (2010) desenvolveram uma pesquisa com o objetivo de identificar os fatores que determinam a escolha desse modo de transporte e avaliar a percepção dos indivíduos acerca do ciclismo. Para isso, uma pesquisa de atitude foi aplicada a 447 ciclistas e

não ciclistas nas cidades paulistas de São Carlos, Rio Claro e São Paulo. A análise da pesquisa de atitude indica que os fatores a respeito dos quais houve maior concordância positiva entre os entrevistados são os que demonstram o ciclismo como um transporte barato e bom para a saúde. Como limitantes ao uso da bicicleta, 67% dos entrevistados afirmaram que andariam mais de bicicleta se houvessem mais infraestrutura cicloviária e 56% apontaram a falta de segurança também como um impedor.

Em um esforço semelhante, Pinto (2016) se propôs a investigar o efeito da difusão das vias com tratamento preferencial para bicicletas nos deslocamentos diários realizados por este modo de transporte em Belo Horizonte. Ao todo 532 ciclistas foram entrevistados e a maior parte, aproximadamente 80%, alegou que a inexistência de infraestrutura adequada e de segurança no trânsito são os fatores que mais impactam na decisão por este modo de transporte. Aspectos como falta de segurança pública e falta de integração com outros modos de transporte também foram mencionados.

César (2014) entrevistou 2.925 pessoas de todo Brasil para avaliar a ciclabilidade das cidades brasileiras. No questionário aplicado, os ciclistas puderam avaliar os seguintes fatores: relevo, clima, existências de barreiras físicas, tamanho da cidade e diversidade dos usos do solo, poluição, integração com o transporte público, condições das vias, segurança, seguridade pessoal, continuidade da infraestrutura cicloviária, linearidade, segurança e conforto, cultura local e gestão da mobilidade urbana. Segundo César, os resultados da pesquisa apresentados em sua dissertação mostraram um quadro desanimador da situação atual da ciclabilidade no Brasil. A falta de infraestrutura de qualidade, de vias confortáveis, de segurança e comprometimento do governo são os aspectos que mais contribuem com esta realidade.

3.3 Modelos aplicados à análise da ciclabilidade

De modo simplificado, um modelo pode ser considerado como a representação abstrata de um sistema que possui alta complexidade. Sobre sua definição Haggett e Chorley (1975) rogam que:

“Modelo é uma estruturação simplificada da realidade que supostamente apresenta, de forma generalizada, características ou relações importantes. Os modelos são aproximações altamente subjetivas, por não incluírem todas as observações ou

medidas associadas, mas são valiosos por obscurecerem detalhes acidentais e por permitirem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade.”

Câmara (1996) comenta que os avanços na área da computação, como o aumento da capacidade de processamento de dados, o desenvolvimento de linguagens de programação amigáveis, a interconexão da modelagem com ferramentas como banco de dados e Sistemas de Informação Geográfica (SIG)¹¹, além da adoção de técnicas ligadas à inteligência artificial trouxeram amplas possibilidades para a modelagem nas últimas décadas. Christofolletti (1999), por exemplo, que aborda a utilização de procedimentos ligados à inteligência artificial, como os conceitos relacionados à “*fuzzy theory*” (teoria difusa) e às redes neurais na modelagem, faz com que se amplie o potencial de análise e tomadas de decisão no tocante a sistemas mais complexos. A construção de modelos que se utilizam de metodologias como as de Christofolletti (1999) ou a “*cellular automata*” (autômatos celulares) de Soares-Filho *et al.* (2002), comprovam a ampliação das possibilidades de uso da modelagem nas últimas décadas.

Especificamente para estimar a ciclabilidade é possível encontrar na literatura diversos tipos de modelos aplicados à sua avaliação e mensuração. Os primeiros estudos sobre o tema são datados das décadas de 1980 e 1990 e usam modelos matemáticos para medir o conforto e segurança dos ciclistas a partir do método que Turner *et al.* (1997) e Lowry (2012) denominam de “*Bicycle Suitability*”, ou Aptidão para Bicicletas (em português). É aplicado segundo os níveis de tensão, adequação e capacidade das vias, que serão mais bem detalhados a diante. A seguir são descritos os principais tipos de modelos aplicados na análise da ciclabilidade.

3.3.1 Modelos baseados em “*Bicycle Suitability*”

Os modelos baseados em “*bicycle suitability*” seguem o mesmo formato geral: vários atributos de determinada seção linear de via recebem certo número de pontos e são combinados para calcular uma pontuação que qualifica a seção num espectro de desejável para indesejável. Assim, é possível determinar as vias mais adequadas para o uso de bicicletas. De forma geral, a escolha dos atributos, o sistema de pontos e como eles são

¹¹ Para Cabral (2012) o SIG diferencia-se dos demais sistemas de informação, pela sua capacidade de integrar dados espaciais e alfanuméricos, permitindo a visualização dos mesmos, através de mapas.

distribuídos é o que distinguem os modelos. Vale destacar que os autores de cada modelo forneceram descobertas teóricas e empíricas que sustentam os valores associados, bem como indicam a inclusão ou exclusão de certos atributos.

Como mencionado no item 3.3, os modelos baseados em “*bicycle suitability*” são aplicados segundo os níveis de tensão, adequação e capacidade das vias. Segundo Turner *et al.* (1997), o nível de tensão é um conceito simples que incorpora os três fatores mais intuitivos do estresse experimentado por ciclistas no trânsito urbano, a saber: volume de tráfego, largura de faixa e velocidade dos veículos motorizados. A esse respeito, Sorton e Walsh (1994) defendem a ideia que ciclistas evitam circular em determinados locais de uma cidade, por exemplo, como forma de escapar do assédio do tráfego intenso e da tensão de trafegarem em ruas estreitas e com grande volume de veículos motorizados. Assim, Sorton e Walsh desenvolveram um modelo a partir da métrica “*Bicycle Stress Level*” (BSL), ou nível de tensão de bicicleta, que quantifica esse estresse em ruas de áreas urbanas e suburbanas da cidade de Madison, Wisconsin, EUA. A BSL, representada pela Equação 1, é aplicada dividindo as ruas em segmentos de acordo com suas interseções e, em seguida, estipulam-se os critérios para quantificar individualmente os três fatores. Depois de imputar os valores, os seguimentos são classificados (SORTON e WALSH, 1994).

Equação 1: Forma geral da BSL

$$\text{Nível de tensão} \\ \text{Bicicleta} = \frac{\text{Nível de tensão}}{(\text{volume de tráfego})^+} + \frac{\text{Nível de tensão}}{(\text{largura da faixa})^+} + \frac{\text{Nível de tensão}}{(\text{velocidade dos veículos})}$$

Para determinar o nível de adequação das vias, dispõe-se uma gama mais variada de modelos que consideram principalmente o volume de tráfego, a largura da faixa de rodagem, o limite de velocidade de veículos motorizados, a condição da pavimentação e a localização da infraestrutura cicloviária como características das vias mais ou menos adequadas ao uso da bicicleta. Estes modelos, conforme aponta Turner *et al.* (1997), apresentam maior vantagem em relação a outros devido às poucas variáveis de entrada, porém, não incorporam fatores hipotéticos que poderiam afetar o uso da bicicleta.

Nesse aspecto, Davis (1987) desenvolveu a “*Bicycle Safety Index Rating*” (BSIR), ou Classificação do Índice de Segurança da Bicicleta, para fornecer um modelo matemático que indexasse os valores estipulados de segurança às características físicas das vias. A BSIR é composta pelo Índice de Segmento de Via, “*Roadway Segment Index*” (RSI), que avalia

segmentos individuais das vias, e pelo Índice de Avaliação de Interseções, “*Intersection Evaluation Index*” (IEI), que examina interseções entre os segmentos das vias. Os índices são compostos pelas seguintes variáveis de entrada:

- ❖ Volume de tráfego diário médio por faixa;
- ❖ Limite de velocidade de veículos motorizados;
- ❖ Largura da faixa de rodagem;
- ❖ Fator de pavimentação (condição do pavimento ou presença de bueiros de drenagem);
- ❖ Fator de localização (faixas de estacionamento e conversão, declives, aclives, continuidade das vias cicloviária e uso do solo adjacente);
- ❖ Fator de sinalização/interseção.

Outra métrica utilizada para determinar o nível de adequação das vias é a “*Interaction Hazard Score*” (IHS) ou Pontuação de Perigo de Interação. Landis (1994) a desenvolveu para avaliar a adequação das vias ao ciclismo em áreas urbanas nos EUA, como Birmingham, no Alabama. A IHS utiliza também fatores relacionados à segurança do ciclista, a exemplo da BSIR, a diferença é que esta unifica todos os fatores em único indicador geral. Para calibração dos modelos, Landis desenvolveu questionários baseados nas percepções dos ciclistas para ajustar os valores. Além dos fatores utilizados pela BSIR, a IHS também utiliza o volume de veículos pesados.

A métrica utilizada para mensurar o nível de capacidade das vias é o “*Bicycle Level of Service*” (BLOS), ou Nível de Serviço de Bicicleta, quando traduzido literalmente para o português. Segundo Lowry (2012), esta é a métrica mais recente e a mais comum na prática. Pesquisas como as de Dowling (2008), Manum *et al.* (2017), Szyszkowicz (2018), Grigory (2018), Gholamialam e Matisziw (2019) utilizam ou mencionam a BLOS de Botma (1995) e Dixon (1996). A BLOS, considerada como estado da arte no âmbito da avaliação da ciclabilidade, foi desenvolvida para complementar o “*Highway Capacity Manual*” (HCM) ou Manual de Capacidade Viária para viagens não motorizadas¹² (LOWRY, 2012).

¹²Setti (2009) refere-se ao Highway Capacity Manual (HCM) como o manual básico de conceitos, diretrizes e procedimentos computacionais para o cálculo da capacidade e qualidade de serviço de instalações viárias. Além de definir os parâmetros usados para medir a qualidade de serviço, o HCM contém um conjunto de procedimentos estabelecidos para sistematizar e uniformizar a medição da qualidade de serviço. Atualmente, a qualidade de serviço é uma medida fundamental para avaliar o desempenho de trechos viários, do ponto de vista do fluxo de tráfego nos EUA.

Lowry (2012) informa ainda que o cálculo da BLOS pondera dez fatores que influenciam o uso da bicicleta: 1) largura da via destinada aos veículos motorizados; 2) largura de ciclovias; 3) largura de faixas das ciclovias; 4) proporção de estacionamentos destinados aos veículos motorizados; 5) volume de tráfego; 6) velocidade dos veículos; 7) porcentagem de veículos pesados; 8) condição do pavimento; 9) presença de impedâncias; 10) proporção de vias com tratamento preferencial para bicicleta. Esses fatores são combinados em uma equação (Equação 2) não linear elaborada para produzir a pontuação numérica que representa as percepções dos ciclistas de conforto e segurança. A equação apresenta a seguinte forma:

Equação 2: Forma geral da BLOS

$$BLOSscore = F_w + F_v + F_s + F_p$$

Em que:

F_w = fator de ajuste das larguras das faixas e ciclovias;

F_v = fator de ajuste do volume de veículos;

F_s = fator de ajuste da velocidade de veículos;

F_p = fator de ajuste da condição do pavimento.

Apesar de mostrarem certa funcionalidade nas pesquisas em que foram aplicados, os modelos apresentados, entretanto, possuem algumas deficiências que merecem ser destacadas: em primeiro lugar, as métricas não consideram atributos que não estejam relacionados à infraestrutura viária, como topografia, qualidade da paisagem e aspectos demográficos. De acordo com Tralhão e Ribeiro (2014), evitar áreas de relevo acidentado é a principal razão para os ciclistas desviarem da rota mais curta. Em segundo lugar, métricas como a BLOS podem ser aplicadas somente em vias que possuem tratamento preferencial para bicicleta, como dito anteriormente. Por último, os métodos foram desenvolvidos nos EUA, o que traz incertezas quanto a sua aplicabilidade à realidade belo-horizontina.

3.3.2 Modelos baseados no comportamento dos ciclistas e em Sintaxe Espacial

Diferente das propostas com base em métodos clássicos, um grupo de pesquisadores têm abordado técnicas alternativas que também se mostram eficazes na avaliação da ciclabilidade. Winters *et al.* (2013), Grigory e (2018) e Szyszkowicz (2018), por exemplo, trabalham com um método baseado em duas suposições básicas sobre o comportamento dos

ciclistas: em primeiro lugar, presume-se que ciclistas prefiram viajar ao longo da rota mais curta até seus destinos. Porém, se essa rota não oferecer o nível de conforto ou segurança desejados, pressupõe-se que estão dispostos a desviar e viajar ao longo de uma rota mais longa, mas com qualidade superior.

Com base na espacialização de dados como pontos de origem, pontos de destino, desvios e rotas mais utilizadas por ciclistas em viagens realizadas de bicicleta, os autores desenvolveram modelos que identificam as vias com características mais favoráveis ao ciclismo. De forma simplificada, as vias consideradas ideais são aquelas que compõem rotas com menores distâncias e tempo gasto entre os pontos A e B, enquanto as vias consideradas de qualidade inferior (ponto de vista de um ciclista) são aquelas subutilizadas, mas que permitiram rotas mais curtas se não fosse a predominância de fatores que inibem a bicicleta (GRIGORY, 2018; SZYSZKOWICZ, 2018).

A ciclabilidade também pode ser medida e avaliada com base nas características geométricas do espaço urbano, como a linearidade das vias e os ângulos entre interseções. A sintaxe espacial quando relacionada à ciclabilidade ou caminhabilidade pode ser bastante útil, como sugerem Pereira *et al.* (2011), haja vista que a configuração urbana afeta espacialmente o padrão de deslocamentos das pessoas e veículos pela cidade, tornando possível prever quais vias serão mais e menos utilizadas. Nesse sentido, Nordström e Manum (2015) e Manum *et al.* (2017) que por meio da sintaxe espacial modelaram a ciclabilidade de Oslo, Noruega, e Gotemburgo, Suécia, descobriram que a minimização angular de interseções é essencial para a escolha de rotas. Além das interseções, o número de paradas (sinalização) e o relevo são fatores que mais influenciaram na velocidade e no tempo das viagens realizadas de bicicleta, segundo os autores.

Mesmo que consiga evidenciar uma relação direta entre as características geométricas do espaço urbano com o uso mais eficiente da bicicleta, a sintaxe espacial por si só não é capaz de agregar informações tridimensionais como o relevo, a presença de impedâncias nas vias (faixas de pedestres, semáforos, quebra-molas etc.) e algumas características de traçado viário (angulação das curvas e suas dimensões geométricas de distância), como lembra Pereira *et al.* (2011). Então, para construir modelos de ciclabilidade em Oslo e Gotemburgo, Nordström e Manum (2015) e Manum *et al.* (2017) precisaram criar indicadores que auxiliassem os modelos a interpretar, de forma isolada, os fatores não relativos às características geométricas. Além do mais, um ponto que pode limitar a utilização dos dois

últimos métodos mencionados é a necessidade de dados primários, destaque para os dados utilizados no mapeamento das rotas que são coletados através de GPS “*Global Positioning System*”, ou Sistema de Posicionamento Global, acoplados às bicicletas e de pesquisas de opinião.

3.3.3 Modelos baseados em Análise Multicritério

Semelhantemente aos procedimentos metodológicos propostos nos trabalhos até agora analisados (embasados exclusivamente numa abordagem qualitativo-quantitativa), o método de análise multicritério tem se mostrado igualmente apropriado no delineamento de vias e rotas cicláveis, como bem destacam Rybarczyk e Wu (2010), Silva (2014), Carvalho (2016) e Gholamialam e Matisziw (2019). Resultados satisfatórios na sua aplicação na área de planejamento da mobilidade urbana é um fator que tem pesado em sua escolha. Uma vantagem da análise multicritério é que ela pode ser facilmente associada a um SIG. A este respeito, Malczewski (2006) justifica que apesar dos SIGs e dos métodos de decisão de multicritérios serem duas áreas distintas de pesquisa, os problemas de planejamento urbano podem se beneficiar da combinação de suas técnicas e procedimentos. Quando comparado aos outros métodos, a análise multicritério também apresenta vantagem quanto a não distinção da origem dos dados, sejam eles primários - oriundos de aplicação *in loco* - ou secundários - de órgãos de gestão governamental. Vale ressaltar que a metodologia proposta nesta pesquisa estará inteiramente apoiada em dados secundários, a fim de garantir sua aplicabilidade de maneira remota, sem a necessidade de se enviar uma equipe a campo para investigação. Foi a partir da confrontação de cada método que se optou por este.

É importante destacar que a análise de multicritérios é uma ferramenta matemática que permite, como apontam Jordão e Pereira (2006), comparar diferentes alternativas (ou cenários), com o objetivo de direcionar os tomadores de decisão para uma escolha ponderada. Segundo Ensslin *et al.* (2001), ela é fundamentada em critérios e cada critério é uma função matemática que mensura o desempenho das ações potenciais com relação a um determinado aspecto. É um método muito empregado quando se incluem variáveis qualitativas e ou subjetivas na análise. Não por acaso sua utilização está em plena expansão em estudos de qualidade ambiental, sustentabilidade e planejamento de transportes (SILVA, 2014).

De acordo com Gonçalves (2007), conforme citado por Nunes (2018), a análise multicritérios pode ser executada num SIG através de um dos dois procedimentos listados a

seguir. 1) Sobreposição Booleana: os critérios restritivos estão amparados em metodologias de classificação, chamados na ciência da computação “*booleanos*” (verdadeiros ou falsos, ou ainda, binários ou bivalentes). Neste caso, não há a ponderação das entradas, de acordo com os seus níveis de importância. 2) Lógica “*Fuzzy*” ou Difusa: os valores dos critérios lógicos das variáveis podem ser qualquer número real entre 0, correspondente ao valor falso, e 1, correspondente ao valor verdadeiro. Os valores também podem surgir da aplicação de pesos para se obter uma média ponderada. Aqui, se diminui a subjetividade na tomada de decisão e é muito comum sua utilização para padronizar determinados fatores (FOLLETO, 2016 e NUNES, 2018).

Outro ponto a se destacar é a necessidade de utilização de algum método para associar valores e pesos aos critérios das variáveis. Silva (2014), por exemplo, trabalha com avaliação de rotas cicláveis integradas ao transporte público na cidade de Salvador (Brasil). Em sua dissertação o “*Analytic Hierarchy Process*” (AHP), Processo Hierárquico Analítico (traduzido para o português) é um método de comparação par a par, que apesar de ser mais complexo, tem sido usado com sucesso em trabalhos de planejamento de transportes, na área de mobilidade urbana sustentável, como informa a autora.

Como será abordado no capítulo seguinte, para avaliar a ciclabilidade das vias de Belo Horizonte, propõe-se a utilização do Método Delphi como instrumento de apoio à definição dos coeficientes de importância das variáveis manipuladas. Este método faz alusão ao “*bicycle suitability*”, onde uma determinada pontuação é estipulada a fim de se mensurar cada fator considerado como capaz de atrair, gerar ou motivar viagens por bicicletas. Além disso, diante da contemporaneidade do tema da ciclabilidade, uma abordagem mais simplificada pode se caracterizar em uma solução para a análise dos fatores os quais não foram ostensivamente tratados em pesquisas acadêmicas anteriores e, devido a isso, não possuem formas tão objetivas de avaliação.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS

Neste capítulo, são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para o cumprimento dos objetivos propostos desta dissertação. Primeiramente, busca-se caracterizar a área de estudo, descrevendo os principais aspectos que, de modo geral ou específico, podem ser incorporados ao modelo proposto. Na etapa seguinte, que envolve o processo de seleção, processamento e tratamento dos dados, são definidas e descritas cada um dos fatores/variáveis utilizados. Na última etapa, a aplicação da análise multicritério, que pressupõe a elaboração e aplicação de um questionário nos moldes da metodologia Delphi, estabelece os coeficientes de peso (fatores de ponderação) para cada uma das variáveis utilizadas. Nesta também são apresentados os algoritmos de proposição do modelo. A proposta metodológica, estruturada nessas três etapas, pode resumida pela Figura 3, descrita conforme a sequência sugerida a seguir:

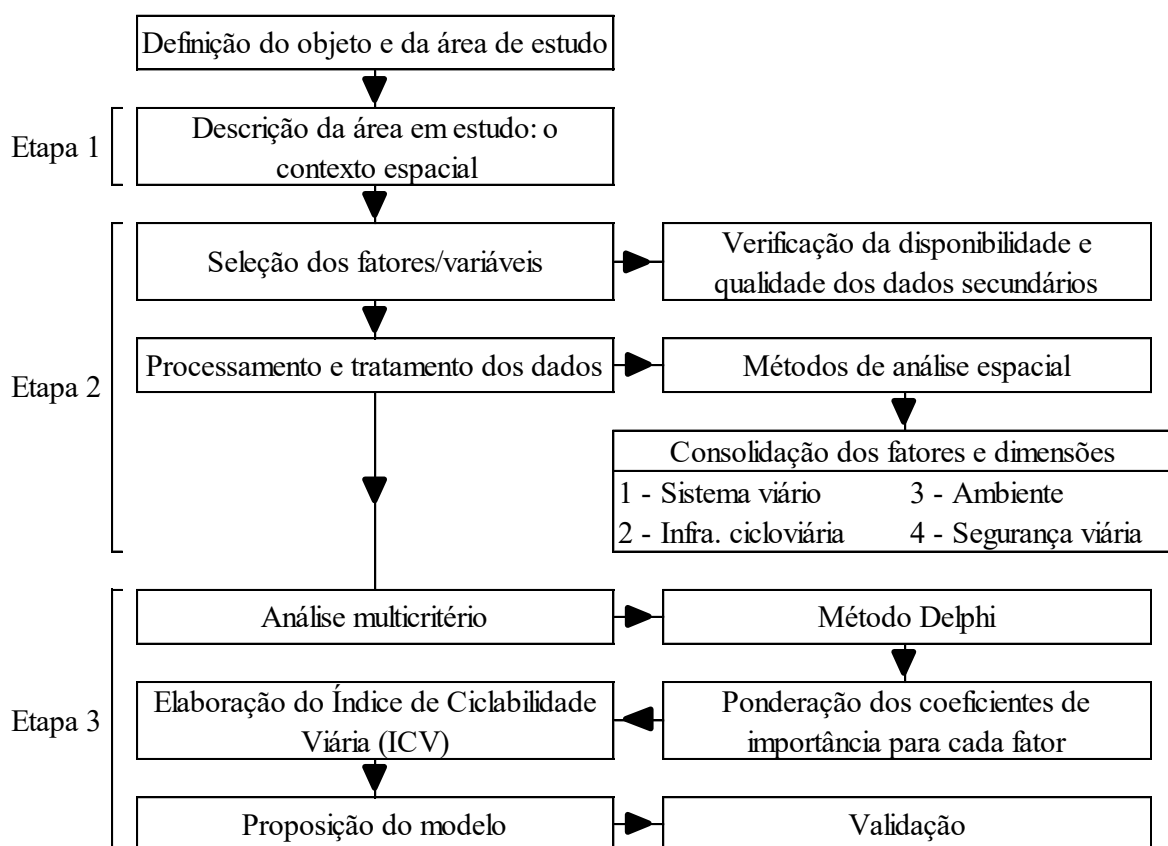


Figura 3: Proposta metodológica

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.1 O município de Belo Horizonte/MG: caracterização da área em estudo

Com aproximadamente 2,5 milhões de habitantes, segundo estimativa do IBGE para o ano 2019, Belo Horizonte¹³ é o sexto maior município do Brasil em termos populacionais. A capital mineira, que possui área de 330,9 km², tem a maior densidade demográfica se comparada aos municípios do estado, com 7.592 habitantes/km² — 11^a se comparada ao país. Para fins administrativos, o município é dividido em nove regionais (Figura 4), que foram instituídas pelo Decreto Municipal nº 4.523, de 12 de setembro de 1983. A jurisdição dessas regionais levou em consideração principalmente a posição geográfica e os aspectos históricos de ocupação.

A Regional Centro-Sul, ocupada historicamente pela classe média/alta desde a concepção do plano de construção, ampliou-se com a verticalização e concentrou os principais serviços e equipamentos urbanos. Ao longo do tempo, esta reuniu a maior parte do patrimônio histórico, arquitetônico e cultural do município. Vale destacar que a origem/construção da cidade aconteceu dentro dos limites da Avenida do Contorno, divisa artificial que separava a zona urbana da suburbana. Além do hipercentro, localizam-se nessa regional os bairros tradicionais¹⁴ de Belo Horizonte, como o Anchieta, Barro Preto, Funcionários, Lourdes e Savassi. Em função de sua topografia acidentada devido à sua localização na borda oeste da Serra do Curral (Figura 5), chama a atenção o fato de a unidade possuir a maior média de declividade viária dentre as demais, 9,69% segundo dados de declividade das vias. Este fato pode influenciar os resultados gerais de ciclabilidade para os bairros localizados em áreas mais declivosas, como no entorno da Serra do Curral, a exemplo do Novo São Lucas, Cruzeiro, Aglomerado da Serra e Mangabeiras.

Com 308 mil habitantes, a Regional Oeste, segundo dados Censo Demográfico de 2010, é a mais populosa da capital. Referências urbanas de grande expressão como o Parque de Exposições da Gameleira (EXPOMINAS) e o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), ambos localizados na Avenida Amazonas, surgiram no seu processo de ocupação. De forma geral, é composta por bairros predominantemente residenciais, como Alto Barroca, Betânia, Calafate, Conjunto Califórnia, Estoril, Gameleira e

¹³ Seus limites territoriais estão enquadrados no retângulo geográfico definido pelas latitudes 19° 46' 35'' e 20° 03' 34'' sul e pelas longitudes 43° 51' 47'' e 44° 03' 47'' oeste.

¹⁴ Nesta pesquisa entendem-se como bairros tradicionais aqueles reconhecidos pelas representações coletivas e pela capacidade de gerar e atrair viagens.

Nova Suíssa. Com base nos dados de viagens da OD 2012, é possível identificar que a maior parte das viagens destinadas a esta regional, considerando o modo “bicicleta” e retirando da análise as viagens originadas na própria unidade, são procedentes da região Centro-Sul, aproximadamente 170 viagens/dia.

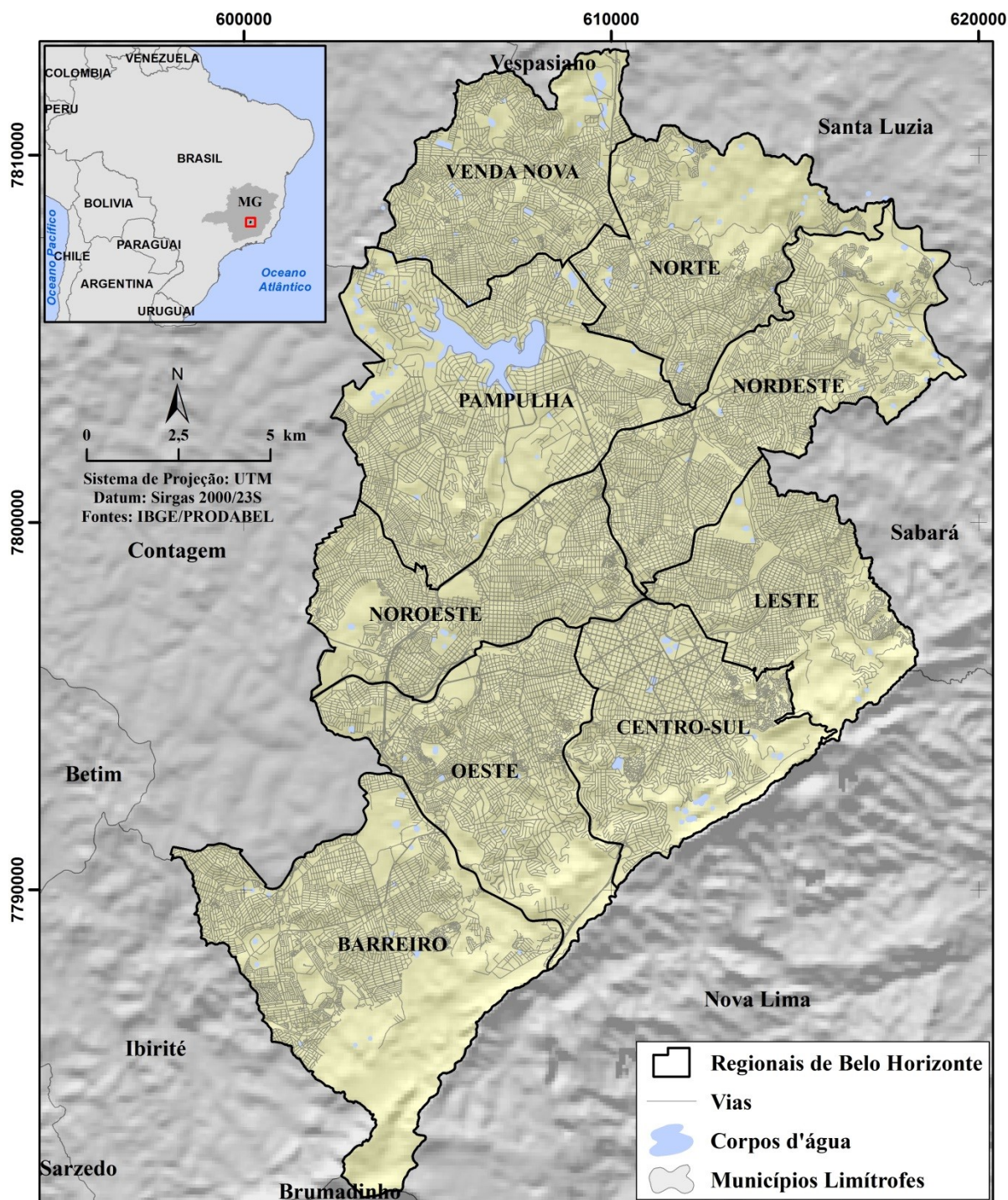


Figura 4: Localização da área de estudo

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

A Regional Leste contempla bairros cujas ocupações remetem à formação histórica da capital. Elevados à categoria dos mais antigos da cidade, os bairros Floresta, Horto, Santa Tereza e Santa Efigênia fazem parte daqueles que compõem a unidade administrativa. Por causa da proximidade com a Serra do Curral, a declividade média viária dessa regional também sobressai em relação às demais, 9,16%; destaque para o Taquaril, Conjunto Taquaril e Alto Vera Cruz. Não por isso ela deixou de receber mais de duas mil viagens/dia, sobretudo, da região Centro-Sul, cujo acesso é facilitado pela ciclovia da Avenida dos Andradas.



Figura 5: Imagem aérea da Regional Centro-Sul de Belo Horizonte/MG

Fonte: *Site Larimóveis*¹⁵.

Cortada por vias importantes como o Anel Rodoviário e avenidas Pedro II e Teresa Cristina, a Regional Noroeste abriga alguns dos bairros populares localizados no entorno da “cidade planejada”. Além do Carlos Prates, Bonfim, Caiçaras, Carlos Prates, Dom Bosco, Lagoinha e Padre Eustáquio, estão situadas na região três importantes instituições de ensino superior, a saber: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), Newton Paiva e Centro Universitário de Belo horizonte (UNI-BH). Em 2012 a unidade recebeu quase 450 viagens/dia oriundas das unidades Oeste e Pampulha.

¹⁵ Disponível em: <https://larimoveis.com.br/blog/conheca-mais-sobre-os-bairros-da-regiao-centro-sul-de-bh/>. Acessado em: 14/04/2020.

Ao norte, a Regional Administrativa da Pampulha surge como representante da modernização arquitetônica vivenciada pela cidade nas décadas de 40 e 50. As obras mais significativas da região são a Igreja de São Francisco de Assis, a Casa do Baile e a própria Lagoa da Pampulha, projetada nos anos 30. Ainda que tenha vocação natural para o turismo e o lazer, o amplo sistema viário com tratamento preferencial para a circulação de bicicletas, aproximadamente 23 km, junto à presença de sistemas de compartilhamento de bicicletas e de estacionamentos (bicicletários e paraciclos), especialmente ao redor da lagoa e dentro do campus da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), fazem da região o maior polo gerador de viagens por bicicleta da cidade (4.870 viagens/dia).

A Regional Nordeste experimentou nas últimas décadas o processo de verticalização dos bairros Cidade Nova, Colégio Batista, Fernão Dias, Nova Floresta, Silveira e União. Todavia, localiza-se nessa regional um importante polo comercial da cidade, e consequente polo gerador de viagens, formado pelos empreendimentos Minas Shopping, Center Minas, Leroy Merlin e Minascasa. Próximo a este núcleo de comércio, inicia-se a Via 710, ligação viária entre a unidade administrativa e a Regional Leste, cujas obras se iniciaram em 2014 — prevê, inclusive, tratamento preferencial para bicicletas — e traz a expectativa, quando finalizada, de desafogar o trânsito das avenidas Cristiano Machado, José Cândido da Silveira e Silviano Brandão. A Via 710 será a primeira e única via com infraestrutura cicloviária da unidade.

Quanto a Regional Norte, seu rápido crescimento resultou na ocupação de áreas inadequadas para habitação, geralmente às margens de córregos e em áreas de risco geológico. Atualmente é formada por aproximadamente 40 bairros e vilas, onde boa parte dos domicílios é do tipo conjunto habitacional destinado às famílias de baixa renda. Um dos seus principais acessos se dá pela Rodovia MG-20, e pelas avenidas Cristiano Machado, Risoleta Neves (Via 240) e Pedro I, vias que também interligam a cidade de Belo Horizonte ao município limítrofe, Santa Luzia. Em relação ao transporte por bicicleta, as ciclovias das avenidas Risoleta Neves e Saramenha contribuem para que a unidade receba, segundo a OD 2012, 460 viagens/dia originadas nas regionais Pampulha e Nordeste.

Venda Nova, a exemplo do Barreiro, é, além de regional administrativa, um distrito municipal. Uma das mais antigas ocupações da capital, esta regional que abriga 262 mil habitantes, segundo o Censo de 2010, caracteriza-se por possuir certa autonomia em relação ao centro convencional, especificamente no setor de comércio e serviços, concentrados ao

longo da Rua Padre Pedro Pinto (principal centro comercial da região) e da Avenida Vilarinho. O rápido crescimento de Venda Nova, como colocam Drummond e Silveira (2014), contribuiu, nos últimos anos, para intensificação da conurbação entre a região e o distrito de Justinópolis (Ribeirão das Neves). Tal proximidade entre os distritos possibilita um número expressivo de deslocamentos realizados por bicicleta, 460 viagens/dia. Para a unidade, destacam-se: ciclovia da Avenida Vilarinho, ciclofaixa da Avenida Elias Antônio Issa e ciclofaixa da Rua Augusto dos Anjos.

Por fim, o Barreiro, cuja formação é anterior à própria fundação de Belo Horizonte, é composto por 54 bairros e 18 vilas, que abrigam aproximadamente 380 mil habitantes. Faz limite com os municípios de Contagem, Ibirité, Brumadinho e Nova Lima e não possui ligação direta com o centro da capital, é separado da Regional Oeste pelo Anel Rodoviário. É uma região distintivamente industrial e a proximidade com a Cidade Industrial de Contagem e a presença de grandes empresas, como a siderúrgica Volourec & Mannesmann, foram as grandes responsáveis pelo seu estágio atual de desenvolvimento, como indica Gomes (2005). Pelo fato de estar “isolada” do restante da cidade, a região não recebeu números expressivos de deslocamentos realizados por bicicleta originados de outras regionais. Os 1.317 registros de viagens destinadas à unidade, secundo a OD 2012, partiram do próprio distrito.

Essa geografia diferenciada de Belo Horizonte, ao mesmo tempo que representa um desafio metodológico à proposição de um modelo de estimação, dada a grande amplitude de variáveis e fatores que influenciam o potencial de uso da bicicleta, oferece um laboratório fértil à reflexão crítica. Envolve desde distinções relevantes de aspectos ambientais (topografia e clima, por exemplo), que não raros são apresentados como inibidores de uso, até diferenciações da estrutura urbana viária, que compreende desde espaços planejados sob a égide do urbanismo racionalista, até áreas de vilas e favelas, ainda desprovidas de infraestrutura mínima e de serviços urbanos básicos.

4.2 Materiais

A composição do modelo proposto nesta Dissertação exigiu a disponibilidade de dados secundários em formato compatível com plataformas e softwares de SIG como, por exemplo, em formato SHP (*shapefile*) e MAP (*Quake Motor Mapa*). Além dos dados geoespaciais, foi necessário a utilização de hardwares com especificações técnicas que

atendam aos requisitos mínimos de funcionamento dos softwares de SIG operados. Os recursos empregados foram listados e detalhados a seguir:

❖ Bases cartográficas:

- Bases geoespaciais oficiais em formato SHP do município de Belo Horizonte - MG foram adquiridas por solicitação¹⁶ (Anexo I) junto ao Setor de Geoinformação da BHTRANS; Gerencia de Geoinformação da Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (PRODABEL); e Infraestrutura de Dados Espaciais da Prefeitura de Belo Horizonte (IDE-BHGEO), através da plataforma BHMAP.
 - Tipologia viária. Formato: SHP. Ano: 2019;
 - Hierarquização viária. Formato: SHP. Ano: 2019;
 - Largura viária (base de meio-fio). Formato: SHP. Ano: 2018 com atualização executada pelo próprio autor em 2019;
 - Pavimentação viária. Formato: SHP. Ano: 2019;
 - Sentido viário. Formato: MAP. Ano: 2018;
 - Interseções semaforizadas. Formato: SHP. Ano: 2019;
 - Tratamento preferencial para bicicleta. Formato: SHP. Ano: 2019;
 - Estacionamentos para bicicletas. Formato: Comma Separated Values (CSV), convertida para formato SHP. Ano: 2019;
 - Declividade (curvas de nível equidistantes 5 metros). Formato: SHP. Ano: 2019;
 - Uso e ocupação do solo. Formato: SHP. Ano: 2019;
 - Acidentes de trânsito. Formato: CSV, convertida para formato SHP. Ano: 2019;
 - Iluminação pública. Formato: SHP. Ano: 2016.

❖ Softwares:

- ArcGIS® 10.6;
- QGIS® 3.4.7;
- Excel (Microsoft 2010);
- IBM® SPSS Statistics V26.

¹⁶ A solicitação foi fundamentada com base na Lei de Acesso à Informação (LAI), Lei nº 12.257/2011, que regulamentou o direito constitucional de acesso às informações públicas.

❖ Hardwares:

- Notebook Intel Core i5, 8 GB de RAM e disco rígido de 1 TB;
- Desktop Intel Core i7, 32 GB de RAM e disco rígido de 1 TB.

4.3 Seleção e tratamento das variáveis

Esta etapa da metodologia busca evidenciar a conjugação dos fatores/variáveis adotados para avaliação da ciclabilidade de Belo Horizonte. Primeiro, torna-se importante ponderar sobre o emprego de dois termos até então utilizados nesta pesquisa e que serão, daqui para frente, constantemente manipulados. Cabe, contudo, uma breve consideração conceitual. Pode-se concluir que os dois termos não são sinônimos, havendo diferenciação em sua significação. Todavia, para fins didáticos e metodológicos, a exemplo do que foi adotado por Silva (2014), considera-se neste estudo que os termos “variável” e “fator” serão entendidos como expressão de sentido semelhante, associados ao mesmo campo de derivação conceitual.

De forma geral, a seleção das variáveis baseou-se, principalmente, nas reflexões apresentadas pela bibliografia consultada, uma vez que não existem aspectos normativos legais ou técnicos sobre o tema. Ainda, levou-se em consideração a disponibilidade de dados secundários para análise, haja vista que não haverá produção direta de dados por pesquisas diretas ou trabalho em campo.

Ao todo, foram selecionadas 15 variáveis que se mostraram consistentes de acordo com a realidade local para a composição do modelo, além de estarem em consonância com a disponibilidade de dados. Importante ressaltar que a disponibilidade de dados para a realização de análises secundárias tende a ser um dos principais aspectos limitantes para a seleção de variáveis.

Os fatores/variáveis selecionados foram classificados conforme as seguintes dimensões: 1) aqueles que dizem respeito sobre as características gerais da via; 2) os que identificam a presença e característica da infraestrutura voltada para a bicicleta; 3) os que caracterizam o ambiente onde a via está inserida; 4) e os que apresentam aspectos intrínsecos à segurança da via. No Quadro 2, as variáveis são apresentadas conforme suas categorias, discriminando a bibliografia correspondente, conforme ordem cronológica com que são apresentadas na literatura técnico-científica pesquisada.

Quadro 2: Variáveis selecionadas e suas respectivas referências

1 - Sistema Viário	
Variáveis	Referências
Tipologia viária	Rietveld e Daniel (2004); Winters <i>et al.</i> (2013); Grigory (2018).
Largura viária	Turner, Shafer e Stewart (1997); Sagadilha (2014); Dowling (2008); Manum <i>et al.</i> (2017); Grigory (2018).
Pavimentação viária	Lands (1994); Turner, Shafer e Stewart (1997); FHWA (2002); Eliou, Galanis e Proios (2009); Lowry (2012); Sagadilha (2014); César (2014); Carvalho (2016); Manum <i>et al.</i> (2017).
Sentido viário (sentido duplo ou único)	FHWA (2002); Silva e Silva (2005); Chapadeiro (2011)
2 - Infraestrutura Cicloviária	
Variáveis	Referências
Tratamento preferencial para bicicleta (ciclovía, ciclofaixa e espaço compartilhado)	Turner, Shafer e Stewart (1997); FHWA (2002); Pezzuto e Sanches (2003); Rietveld e Daniel (2004); Eliou, Galanis e Proios (2009); Sener <i>et al.</i> (2009); Handy <i>et al.</i> (2010); Providelo e Sanches (2010); Silveira (2010); Rybarczyk e Wu (2010); Wahlgren e Schantz (2011); Souza (2012); Winters <i>et al.</i> (2013); César (2014); Sagadilha (2014); Silva <i>et al.</i> (2014); Wahlgren e Schantz (2014); Nordström e Manum (2015); Providelo e Sanches (2015); Manum <i>et al.</i> (2017); Castro, Natalin e Sanches (2018); Grigory (2018); Nielsen e Skov-Petersen (2018); Szyszkowicz (2018).
Conectividade da via com tratamento preferencial para bicicleta	Dill e Carr (2003); Providelo e Sanches (2010); Winters <i>et al.</i> (2013); César (2014); Nordström e Manum (2015); Providelo e Sanches (2015); Nielsen e Skov-Petersen (2018).
Estacionamento para bicicletas	FHWA (2002); Rietveld e Daniel (2004); Sener <i>et al.</i> (2009); Providelo e Sanches (2010); Souza (2012); Providelo e Sanches (2015); Manum <i>et al.</i> (2017); Castro, Natalin e Sanches (2018).
Sistema de compartilhamento de bicicletas	Fuller (2013); ITDP (2014); Pereira (2018)
3 - Ambiente	
Variáveis	Referências
Topografia (Declividade viária longitudinal)	Pezzuto e Sanches (2003); Rietveld e Daniel (2004); Sener <i>et al.</i> (2009); Handy <i>et al.</i> (2010); Providelo e Sanches (2010); Silveira (2010); Souza (2012); Winters <i>et al.</i> (2013); César (2014); Sagadilha (2014); Tralhão e Ribeiro (2014); Providelo e Sanches (2015); Manum <i>et al.</i> (2017); Castro, Natalin e Sanches (2018); Grigory (2018); Szyszkowicz (2018).

Diversidade do uso e ocupação do solo	Lands (1994); FHWA (2002); Sener <i>et al.</i> (2009); Handy <i>et al.</i> (2010); Rybarczyk e Wu (2010); Lowry (2012); Winters <i>et al.</i> (2013); César (2014); Nordström e Manum (2015).
---------------------------------------	---

4 - Segurança Viária

Variáveis	Referências
Velocidade regulamentada da via (Classificação funcional)	Lands (1994); Stewart (1997); Wahlgren e Schantz (2011); Lowry (2012); Souza (2012); Winters <i>et al.</i> (2013); César (2014); Sagadilha (2014); Wahlgren e Schantz (2014); Castro, Natalin e Sanches (2018); Szyszkowicz (2018); Grigory (2018).
Interseção semaforizada	Turner, Shafer e Stewart (1997); Rietveld e Daniel (2004); Dill <i>et al.</i> (2011); Sagadilha (2014); Grigory (2018).
Acidentes de trânsito	Pezzuto e Sanches (2003); Rietveld e Daniel (2004); Sener <i>et al.</i> (2009); Silveira (2010); Souza (2012); César (2014); Silva (2016).
Eficiência da iluminação pública	Pezzuto e Sanches (2003); Sener <i>et al.</i> (2009); Sagadilha (2014); Carvalho (2016); Castro, Natalin e Sanches (2018).

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Para a elaboração do modelo, as variáveis também foram classificadas quanto ao seu nível de desempenho. Existem duas maneiras de se estabelecer níveis de desempenhos. A primeira, que configura o caso das variáveis com atributos não booleanos, consiste em imputar níveis de desempenho a partir de uma nota ou conceito. Quanto maior essa nota ou conceito, melhor é o desempenho daquele atributo na realidade estudada. A segunda configura o caso das variáveis com atributos booleanos. Em consonância com as características particulares de um estudo sobre ciclabilidade, a atribuição dos níveis de desempenho aos atributos booleanos poderia partir da condição de "adequado" ou "inadequado".

Como cada fator possui suas próprias características e estas estão intimamente associadas à realidade em que o atributo se insere, é necessário, quando da atribuição dos níveis de desempenho, que cada variável seja avaliada individualmente, a fim de se garantir que todos recebam o tratamento mais adequado. Assim, a definição da pontuação varia de acordo com a forma que cada atributo se relaciona com o espaço analisado. No caso desta pesquisa, a pontuação dos atributos de cada variável varia de 0 (inadequado), 1 (parcialmente adequado), 2 (adequado) e 3 (ideal). Vale ressaltar que o método utilizado para a avaliação dos níveis de desempenho pode se basear em interpretações arbitrárias. Entretanto, quando

reconhecida na literatura citada, as interpretações sugerem as normas utilizadas nas obras de referência.

A seguir são descritas e discutidas à luz da literatura técnico-científica cada uma das variáveis selecionadas. São apresentados, também, os atributos e os níveis de desempenho considerados para a confecção do modelo. Quanto à representação espacial, são imputados aos segmentos¹⁷ das vias do município os resultados das análises das variáveis e de seus atributos. Assim, os segmentos de via são as unidades espaciais de análise estabelecidas nesta Dissertação. Ao todo 52.178 segmentos foram explorados remotamente de maneira independente.

4.3.1 Tipologia viária

A tipologia viária, apresentada pela Figura 6, é um fator que, como descrito na literatura, afeta diretamente as experiências das pessoas que transitam ou consomem o espaço urbano. Em geral, a tipologia viária tende a ser menos adequada quando não oferece condições de segurança aos usuários, seja qual for o modo de transporte utilizado. Dessa forma, independentemente da tipologia analisada, deve-se sempre prezar pela disponibilidade de espaço suficiente e seguro ao ciclista, seja esse espaço segregado ou compartilhado com outros modos de transporte (RIETVELD e DANIEL, 2004).

Segundo Winters *et al.* (2013), vias com alto fluxo de veículos como rodovias, estradas e avenidas estão inversamente associadas às chances de uso da bicicleta. Grigory (2018) acrescenta que ciclistas preferem percorrer maiores distâncias para não transitarem em vias mais movimentadas e em vias destinadas somente à circulação de pedestres e ao transporte público. Essa é uma das razões pela qual se retirou do modelo vias como a Rua Rio de Janeiro, na altura da Praça Sete, que é destinada exclusivamente a pedestres, bem como as vias exclusivas do sistema MOVE, a exemplo da Avenida Santos Dumont e Paraná, ambas localizadas na região central da cidade.

¹⁷ Os segmentos podem ser considerados recortes das vias realizados a partir de suas interseções com outras vias. Foram utilizados como forma de detalhar as análises, uma vez que uma única via pode apresentar diferentes características ao longo de sua extensão.

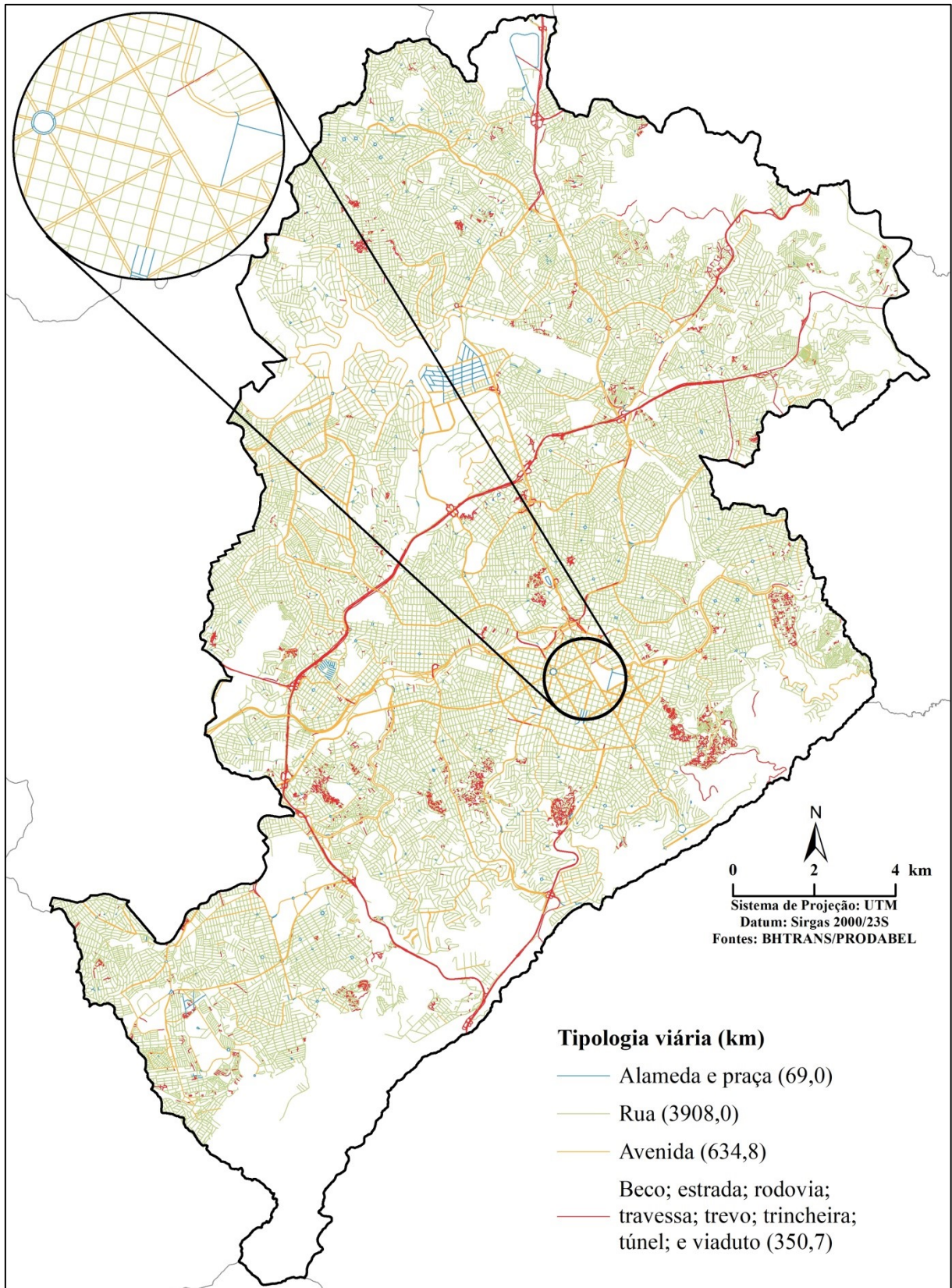


Figura 6: Tipologia viária do município de Belo Horizonte/MG, 2019

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

A segurança da via também pode ser avaliada pela velocidade do tráfego de veículos incompatível com a circulação de ciclistas e pedestres. Nesse caso, a via pode se tornar mais adequada a partir de espaços destinados a ciclistas segregados das zonas destinadas à circulação de veículos motorizados. De modo semelhante, devem ser consideradas as vias onde o espaço de circulação é limitado, como é o caso dos becos e travessas, exemplo recorrente em Belo Horizonte que evidencia o processo de ocupação desordenado em algumas regiões do município.

A tipologia viária é um fator que pode contribuir significativamente para a geração de viagens de bicicleta. Nesse sentido, considerando a segurança e o bem-estar do ciclista, no Quadro 3 apresentam-se as tipologias presentes na base recebida pela BHTRANS e a proposição do nível de desempenho para os atributos da variável.

Quadro 3: Nível de desempenho da variável “Tipologia viária”

Atributos	Desempenho
Alameda	Ideal
Praça	
Rua	Adequado
Avenida	Parcialmente adequado
Beco	Inadequado
Travessa	
Rodovia	
Estrada	
Trincheira	
Viaduto	
Trevo	
Túnel	

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.2 Largura viária

Considera-se como largura da via a distância de um lado ao outro do leito carroçável. Autores como Turner, Shafer e Stewart (1997); Dowling (2008); Manum *et al.* (2017) e Grigory (2018) constataram que as escolhas dos ciclistas quanto à rota de suas viagens se baseiam também na largura e, conseqüentemente, no número de faixas rodagem da via. Segundo esses mesmos autores, vias mais largas e com faixas de rodagem adicionais, dependendo do fluxo de veículos e da velocidade regulamentada, pode trazer mais segurança aos ciclistas quando a infraestrutura cicloviária inexistente. Entretanto, pelo menos na realidade

belo-horizontina, vias mais largas tendem a ter maiores fluxos de veículos e velocidades mais altas. Por outro lado, Sagadilha (2014) completa que vias mais largas são mais conhecidas pelos usuários, o que facilita o planejamento de suas viagens. Para Belo Horizonte, conforme explicado no item 4.3.1, deve-se considerar ainda os becos e travessas (Figura 7).

Por falta de uma base cartográfica com informações sobre a quantidade de faixas de rodagem, optou-se em trabalhar somente com a largura. Para se chegar à largura da via foi utilizado a base de meio-fio do município. O cálculo se embasou na distância entre o meio-fio de um quarteirão e o meio-fio do quarteirão adjacente. Para o presente trabalho, que não considera o tráfego de veículos, quanto mais largo o segmento de via, melhor avaliado é (a exemplo das alamedas e avenidas), e quanto mais estreitos os segmentos (becos e travessas), pior é o desempenho (Quadro 4).

Quadro 4: Nível de desempenho da variável “Largura viária”

Atributos	Desempenho
Largura superior a 12 metros	Ideal
Largura entre 8 a 12 metros	Adequado
Largura entre 4 a 8 metros	Parcialmente adequado
Largura inferior a 4 metros	Inadequado

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

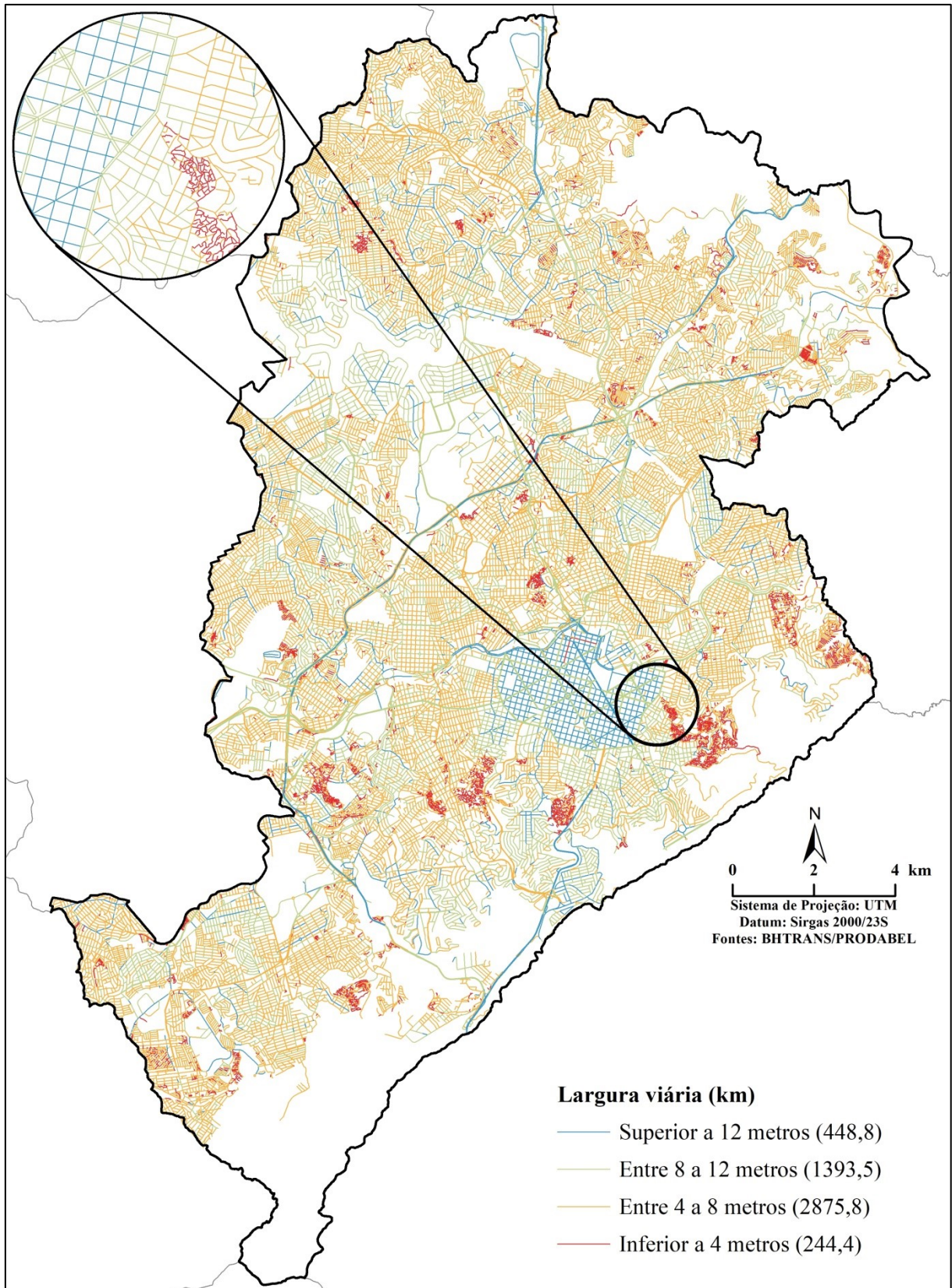


Figura 7: Largura viária do município de Belo Horizonte/MG, 2018

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.3 Pavimentação viária

O tipo e condição do pavimento da via é considerado uma característica igualmente importante quando o assunto diz respeito aos fatores que influenciam o uso da bicicleta. Lands (1994), por exemplo, atesta em sua pesquisa que o mal estado de conservação do pavimento interfere de forma significativa a escolha da rota de uma determinada viagem, principalmente se as condições forem precárias. Sagadilha (2014) acrescenta que vias sem pavimento adequado pode reduzir a sensação de segurança dos ciclistas. A Figura 8 apresenta a disposição das vias quanto o seu tipo de pavimento.

Os autores Turner, Shafer e Stewart (1997); FHWA (2002); Eliou, Galanis e Proios (2009); Lowry (2012); César (2014); Carvalho (2016); Manum *et al.* (2017) destacam que vias pavimentadas, principalmente vias cujas superfícies são lisas (asfalto e concreto), possuem maiores chances de serem utilizadas, mesmo que para isso uma distância maior se torne inevitável. Mesmo que as condições/tipo do pavimento atendam aos requisitos de segurança e conforto, o artigo 58 do CTB determina que os ciclistas devam trafegar pelos bordos da pista de rolamento, quando nesta não houver ciclovia, ciclofaixa ou acostamento. No entanto, deve-se enfatizar que os bordos das pistas costumam acumular resíduos (peças de descarte) de automóveis, bocas de lobo e bueiros.

A mensuração do desempenho desta variável propôs o cenário apresentado pelo Quadro 5.

Quadro 5: Nível de desempenho da variável “Pavimentação viária”

Atributos	Desempenho
Asfalto/concreto	Ideal
Cimento	Adequado
Terra	Parcialmente adequado
Calçamento	Inadequado

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

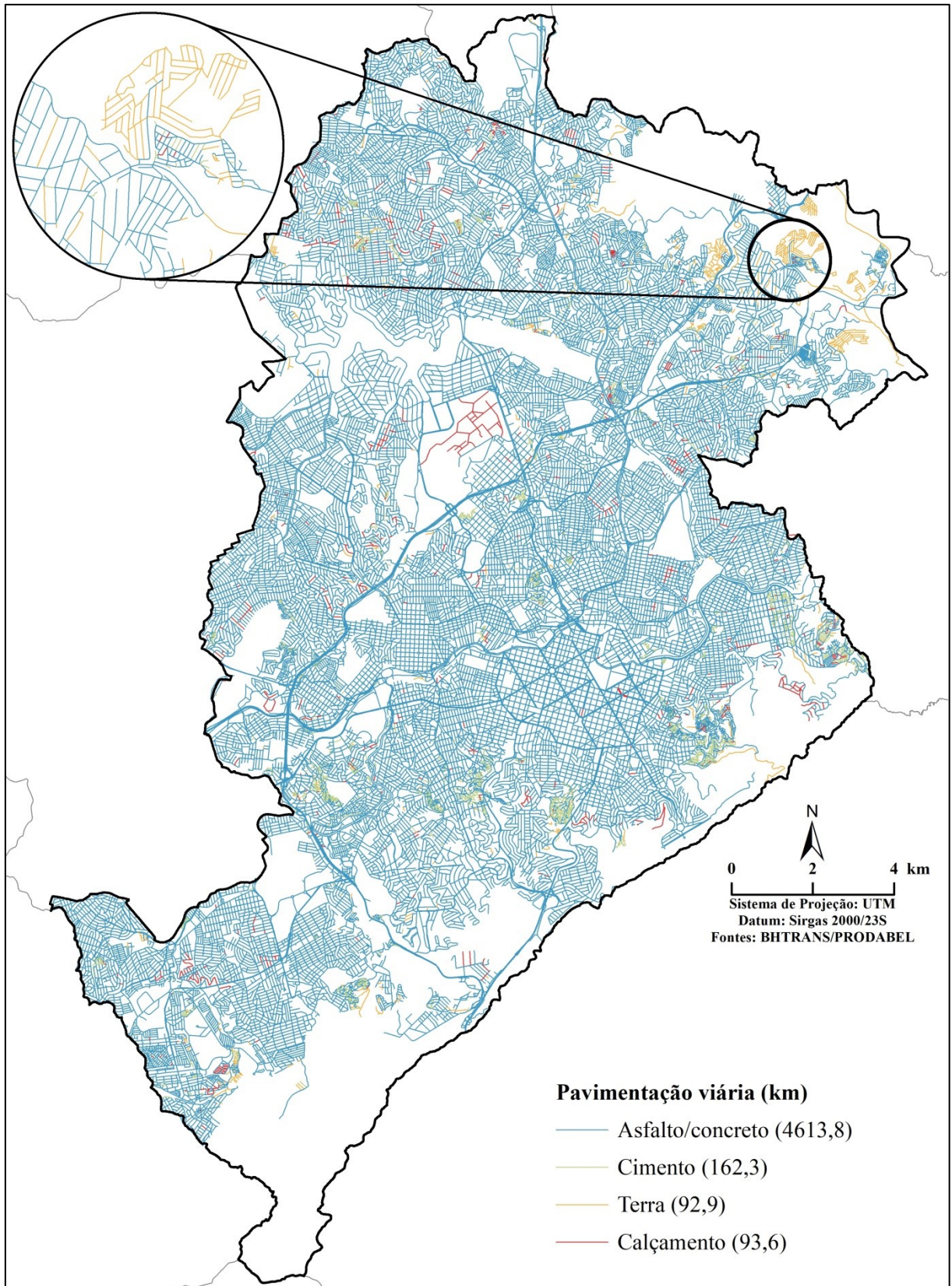


Figura 8: Pavimentação viária do município de Belo Horizonte/MG, 2019

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.4 Sentido viário

Apesar de pouco citado na literatura, o sentido da via (Figura 9) pode ser parcela importante na decisão de um ciclista, dentre os vários fatores que este analisa, antes de definir a rota mais adequada a ser utilizada. Chapedeiro (2011) e Silva e Silva (2005) asseguram em suas pesquisas que manobras de ultrapassagem de ciclistas são um dos principais causadores de acidentes envolvendo automóveis e bicicletas. Ainda segundo Chapedeiro (2011), ultrapassagens são as situações mais temidas por ciclistas, que receiam “serem apanhados por trás”, ao compartilharem vias com automóveis no mesmo sentido de tráfego.

Sob outra perspectiva, o CTB (artigo 58) define que a circulação de bicicletas deverá ocorrer no mesmo sentido de circulação regulamentado para a via. Já a circulação no sentido contrário, ou seja, na contramão, só será possível quando for autorizada pela autoridade de trânsito, desde que o local possua trecho com ciclovia ou ciclofaixa. Vale destacar que os riscos de transitar pela contramão do tráfego vão desde o atropelamento de pedestres às colisões frontais com automóveis.

O sentido da via também pode ser encarado sob o ponto de vista da permeabilidade dos trajetos. A FHWA (2002) afirma que vias de sentido duplo, quando considerado as possibilidades de rotas e acessos, são mais indicadas por possibilitar ciclistas percorrerem distâncias menores para se alcançar determinado destino. Embora não se trate de um fator com características “adequadas” ou “inadequadas”, é considerando a permeabilidade das vias e a segurança do ciclista que se apoiou a definição do nível de desempenho dessa variável.

Para a mensuração dos atributos desta variável o Quadro 6 apresenta o cenário proposto.

Quadro 6: Nível de desempenho da variável “Sentido viário”

Atributos	Desempenho
Duplo	Ideal
Único	Adequado

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

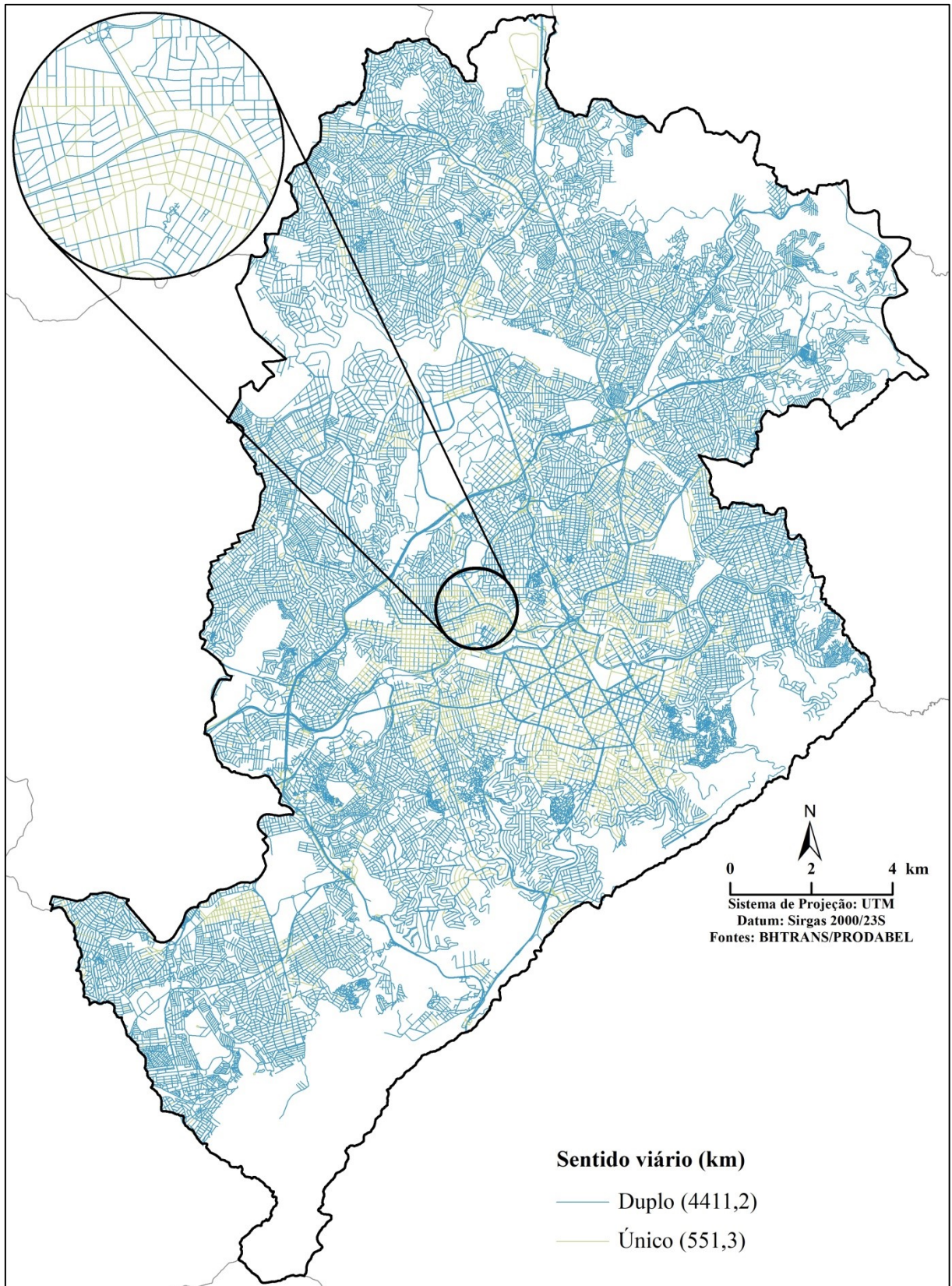


Figura 9: Sentido viário do município de Belo Horizonte/MG, 2018

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.5 Tratamento preferencial para bicicleta

O tratamento preferencial para bicicleta é o fator mais mencionado pela bibliografia analisada nesta dissertação. É consenso entre os autores que a quantidade e a qualidade das vias dedicadas aos ciclistas apresentam correlação positiva aos níveis globais de ciclismo, isto é, quanto maior a quantidade de vias com tratamento preferencial, melhores são os índices de viagens realizadas por este modo de transporte (TURNER, SHAFER E STEWART, 1997; FHWA, 2002; ELIOU, GALANIS E PROIOS, 2009; SENER *et al.*, 2009; 2010; PROVIDELO E SANCHES, 2010; SILVEIRA, 2010; RYBARCZYK E WU, 2010; SOUZA, 2012; WINTERS *et al.*, 2013; SAGADILHA, 2014; WAHLGREN E SCHANTZ, 2014; NORDSTRÖM E MANUM, 2015; MANUM *et al.*, 2017; CASTRO; NIELSEN E SKOV-PETERSEN, 2018).

A Figura 10 permite observar a distribuição espacial das vias com tratamento preferencial para bicicleta. Atualmente, Belo Horizonte conta aproximadamente 90 quilômetros de ciclovias e ciclofaixas, implantadas entre 2011 e 2019.

A necessidade de separar a bicicleta do tráfego motorizado é discutida por diversos autores. Rietveld e Daniel (2004); Handy *et al.* (2010); Wahlgren e Schantz (2011); Silva *et al.*, 2014; e Providelo e Sanches (2015), por exemplo, afirmam que as vias destinadas à bicicleta se tornam necessárias por proporcionarem aos ciclistas mais segurança e conforto. Com relação à segurança, o estudo apresentado por Grigory (2018) mostra que os acidentes diminuem de acordo com a disposição e a qualidade da infraestrutura destinada aos ciclistas, demonstrando que esse tipo de tratamento proporciona ao usuário proteção contra acidentes de trânsito. Já Pezzuto e Sanches (2003); Castro, Natalin e Sanches (2018); e Szyszkowicz (2018) ressaltam que a ausência de infraestrutura adequada às viagens realizadas por bicicletas conduz ciclistas a desconsiderarem determinadas vias como parte de seu trajeto usual.

Segundo César (2014), os tipos de tratamento preferencial são atributos que também exercem influência sobre a qualidade e eficiência da via, sobretudo quando se examina a segurança e o conforto dos usuários. Na base consolidada é possível encontrar quatro tipos de tratamento preferencial, a saber: ciclovia, ciclofaixa, faixa compartilhada e ciclорrua.

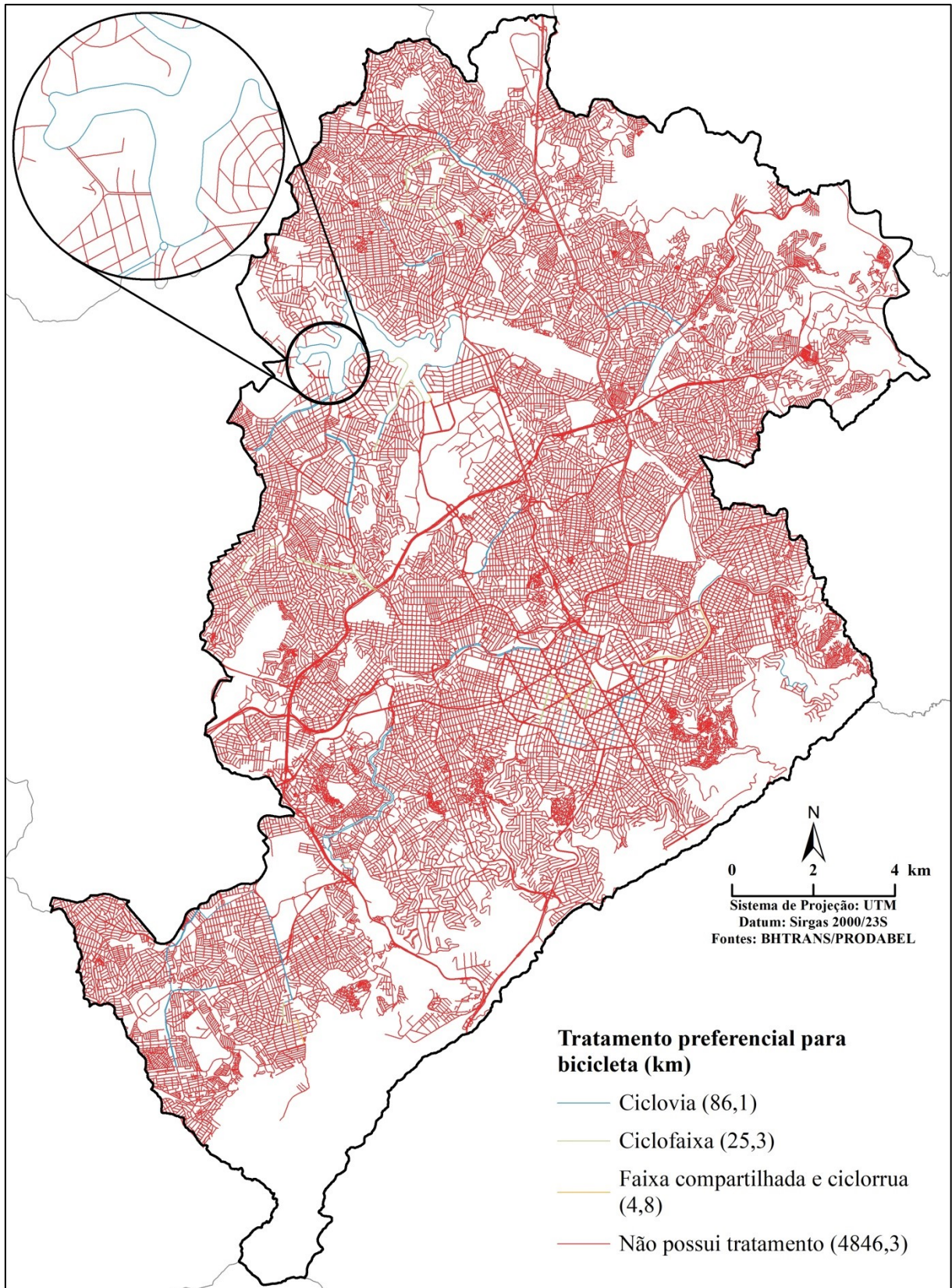


Figura 10: Tratamento preferencial para bicicleta no município de Belo Horizonte/MG, 2019

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

As ciclovias se caracterizam por serem vias segregadas do tráfego geral. Isso significa que há uma separação física isolando os ciclistas dos demais veículos e essa separação pode ser através de mureta, meio fio, grade, blocos de concreto ou outro tipo de isolamento fixo. Pelo fato de ser segregada é a via que apresenta maior nível de segurança e conforto aos ciclistas. No entanto, seus custos de construção e o espaço requerido para sua implantação são requisitos, na maioria das vezes, impeditivos à sua adoção. As ciclofaixas são faixas de rolamento destinadas à bicicleta. Têm a função de separar os usuários que trafegam de bicicleta do trânsito de veículos motorizados. Normalmente, localizam-se ao bordo direito das ruas e avenidas, no mesmo sentido do tráfego. Indicada para vias de velocidades mais baixas, seu custo de implementação é menor, pois utiliza a própria estrutura viária (GEIPOT, 2001).

Sobre as faixas compartilhadas, não existe aspecto normativo para esse tipo de tratamento. Segundo o artigo 58 do CTB, nas vias urbanas e nas rurais de pista dupla, a circulação de bicicletas deverá ocorrer quando não houver ciclovia, ciclofaixa ou acostamento, ou quando não for possível a utilização desses, nos bordos da pista de rolamento, no mesmo sentido de circulação regulamentado para a via, com preferência sobre os veículos automotores. Na cidade de Belo Horizonte as faixas compartilhadas são demarcadas principalmente por sinalização horizontal, como é o caso da Avenida Otacílio Negrão de Lima, localizada na Pampulha. Por fim, as ciclорruas, cujo nome foi adaptado de um termo em alemão, diz respeito às vias onde a bicicleta tem prioridade sobre o tráfego de veículos motorizados e pedestres. Geralmente, são vias secundárias ou locais, com pequeno tráfego de veículos, e, por essa característica, já utilizadas habitualmente pelos ciclistas. De preferência, esse conceito deve ser aplicado obedecendo ao princípio da continuidade, especialmente em complementação às ciclovias e ciclofaixas. Um exemplo de ciclорrua é a Avenida dos Andradas (rua marginal) e a Rua Tubarão, localizada na região do Barreiro. O Quadro 7 traz a proposição do nível de desempenho para os atributos desta variável.

Quadro 7: Nível de desempenho da variável “Tratamento preferencial para bicicleta”

Atributos	Desempenho
Ciclovia	Ideal
Ciclofaixa	Adequado
Faixa compartilhada Ciclорrua	Parcialmente adequado
Não possui tratamento	Inadequado

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.6 Conectividade das vias com tratamento preferencial para bicicleta

A conectividade das vias com tratamento preferencial para bicicleta é baseada na quantidade de conexões possíveis às outras vias que também possuem tratamento preferencial. Assim, uma maior conexão entre as vias com infraestrutura adequada à circulação de bicicletas pode oferecer maior efetividade aos trajetos tornando-os mais diretos. De acordo com Dill e Carr (2003) e Nordström e Manum (2015), somente a existência de infraestrutura cicloviária, como ciclovias/ciclofaixas, não é suficiente para o incremento dos índices de uso da bicicleta em uma cidade. Segundo os autores, é necessário que as vias com tratamento estejam conectadas entre si a fim de minimizar os riscos de trafegar junto a veículos motorizados e reduzir tanto o tempo quanto o esforço necessário, tendo em vista o destino de interesse.

A Figura 11 mostra a disposição espacial das vias com tratamento preferencial e também número de conexões possíveis levando em consideração cada segmento de via.

Estudos apontam que vias destinadas a ciclistas se tornam mais atrativas quando estas apresentam maiores possibilidades de conexões (PROVIDELO E SANCHES, 2010; PROVIDELO E SANCHES, 2015). Complementando a ideia, os autores; Winters *et al.* (2013); César (2014); e Nielsen e Skov-Petersen (2018) argumentam que a possibilidade de conexões é tão importante quanto à própria existência do tratamento preferencial, uma vez que vias desconexas não possibilitam a acessibilidade às localizações úteis — tal fato pode se configurar em subutilização.

Como dito no início desta seção, a conectividade das vias com tratamento preferencial para bicicleta foi calculada a partir da quantidade de conexões possíveis às outras vias que também possuem tratamento preferencial. Buscando uma maior precisão, considerou-se a número de conexões possíveis para cada segmento de via. O Quadro 8 traz a proposição do nível de desempenho para os atributos da variável.

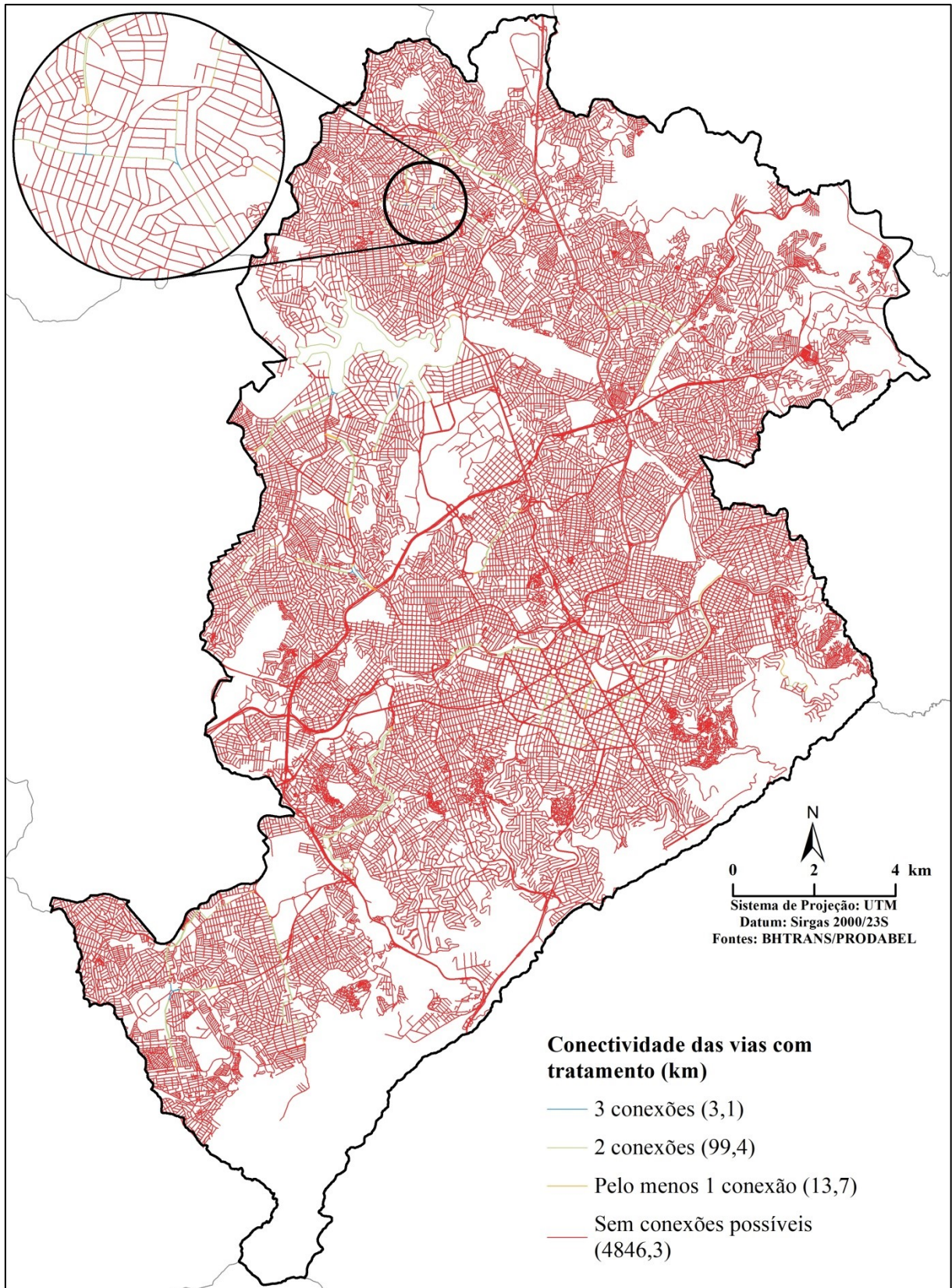


Figura 11: Conectividade das vias com tratamento preferencial para bicicleta no município de Belo Horizonte/MG, 2019

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Quadro 8: Nível de desempenho da variável “Conectividade das vias com tratamento preferencial para bicicleta”

Atributos	Desempenho
Cada segmento via é conectado a outros 3 segmentos	Ideal
Cada segmento via é conectado a outros 2 segmentos	Adequado
Cada segmento via é conectado a pelo menos 1 segmento	Parcialmente adequado
Sem conexões possíveis	Inadequado

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.7 Estacionamento para bicicletas

Existem dois tipos de estacionamento para bicicletas, a saber: os bicicletários e os paraciclos. Os bicicletários são locais destinados ao estacionamento de bicicletas com características de longa duração, grande número de vagas e controle de acesso, podendo ser público ou privado. Estão localizados, sobretudo, em área pública ou privada dotado de zeladoria presencial ou eletrônica. Os paraciclos são destinados ao estacionamento de bicicletas com características de curta ou média duração, possuem número reduzido de vagas, sem controle de acesso. Estão localizados principalmente próximos a estações de ônibus, metrô e edificações públicas, como escolas e universidades. A Figura 12 permite observar a distribuição espacial das vias que possuem estacionamentos para bicicletas (GEIPOT, 2001).

Em Belo Horizonte os estacionamentos são do tipo paraciclo e a grande maioria está localizada próxima a estações do sistema MOVE. Estes dispositivos começaram a ser implantados em 2011. Hoje, segundo dados da BHTRANS, a cidade conta 912 unidades.

Para os autores FWHA (2002); Providelo e Sanches (2010); Souza (2012); e Manum *et al.* (2017), a falta de um local seguro para estacionar impede muitas pessoas de usarem suas bicicletas como meio de transporte. No mesmo ponto de vista, Rietveld e Daniel (2004) e Sener *et al.* (2009) completam que a existência de bicicletários e paraciclos seguros e bem localizados é essencial para incentivar as pessoas a utilizarem a bicicleta. Com relação à segurança, Providelo e Sanches (2015) e Castro, Natalin e Sanches (2018) levantam o fato que no Brasil, a insegurança dos ciclistas quanto à guarda efetiva da bicicleta nos estacionamentos afetam negativamente sua adesão, tornando-os, em grande parte dos casos, subutilizados.

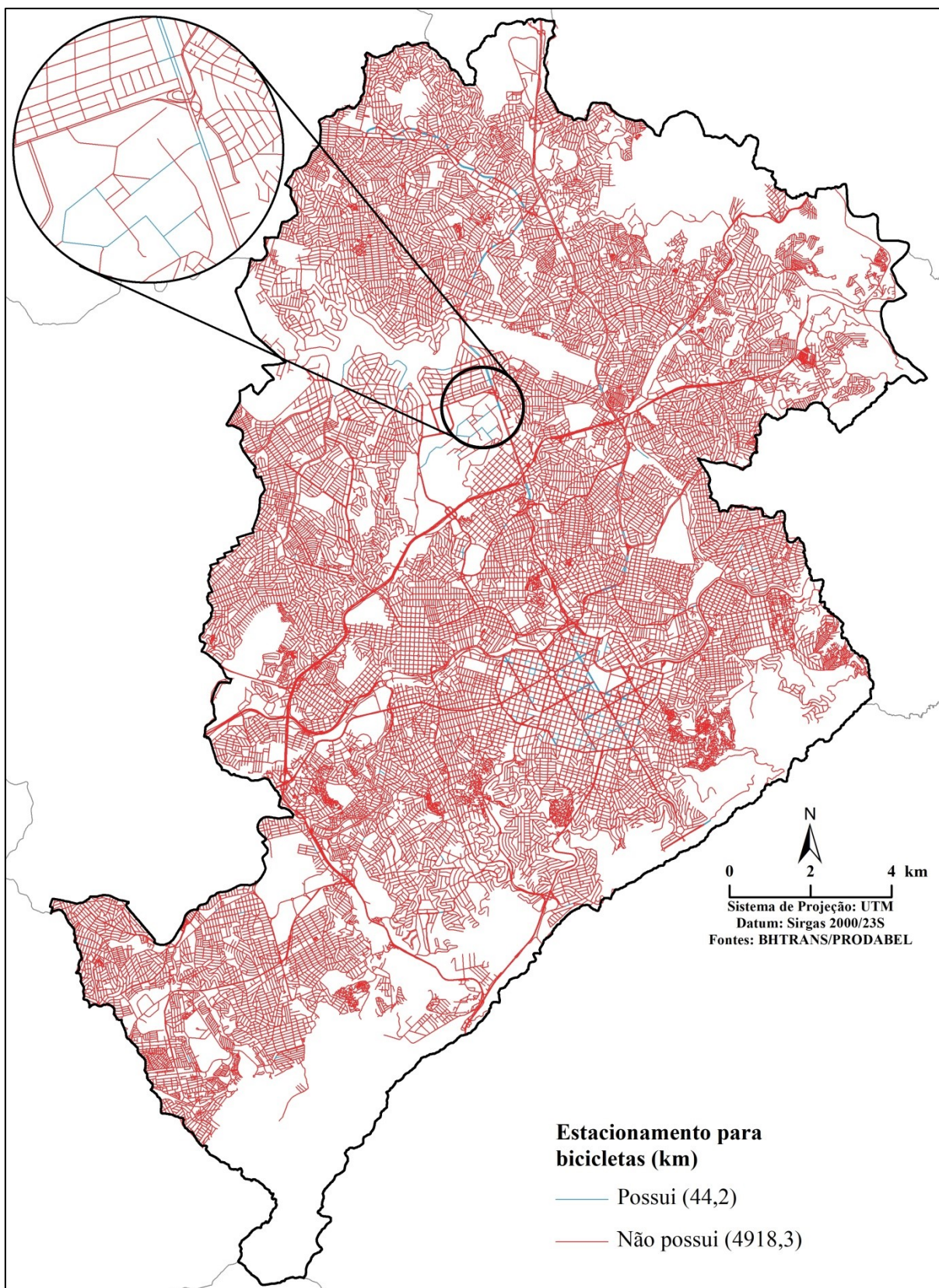


Figura 12: Estacionamento para bicicletas no município de Belo Horizonte/MG, 2019

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Para a consolidação dessa variável foi necessário georreferenciar os endereços cada paraciclo, uma vez que na base disponibilizada o endereço era a única informação sobre a localização das estruturas. O Quadro 9 apresenta mensuração dos atributos da variável em questão.

Quadro 9: Nível de desempenho da variável “Estacionamento para bicicletas”

Atributos	Desempenho
Possui estacionamento para bicicletas	Ideal
Não possui estacionamento para bicicletas	Inadequado

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.8 Sistema de compartilhamento de bicicletas

Depois de se estabelecer em países da Europa, Ásia e nos Estados Unidos, os sistemas de compartilhamento de bicicletas têm sido tratados como uma das alternativas viáveis para aprimorar a mobilidade urbana, com foco em pequenos deslocamentos. De acordo com Pereira (2018), estes sistemas podem favorecer a acessibilidade, além de ser um meio de transporte alternativo para a população, especialmente para as pessoas que necessitam realizar viagens mais curtas. Já o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP, 2014), salienta que as bicicletas compartilhadas quando integradas aos sistemas de transporte convencionais, como ônibus, BRT e metrô, podem ampliar a abrangência dos serviços a um custo inferior ao da própria expansão do serviço público de transporte.

Pela Figura 13 é possível observar a distribuição espacial das vias que possuem sistema de compartilhamento. Em Belo Horizonte, apenas uma empresa presta esse tipo de serviço e sua área de atuação cobre somente as vias ao redor da lagoa da Pampulha, basicamente a Avenida Otacílio Negrão de Lima. Vale destacar que recentemente a empresa Yellow, que também prestava o serviço de compartilhamento de bicicleta, deixou de operar na cidade.

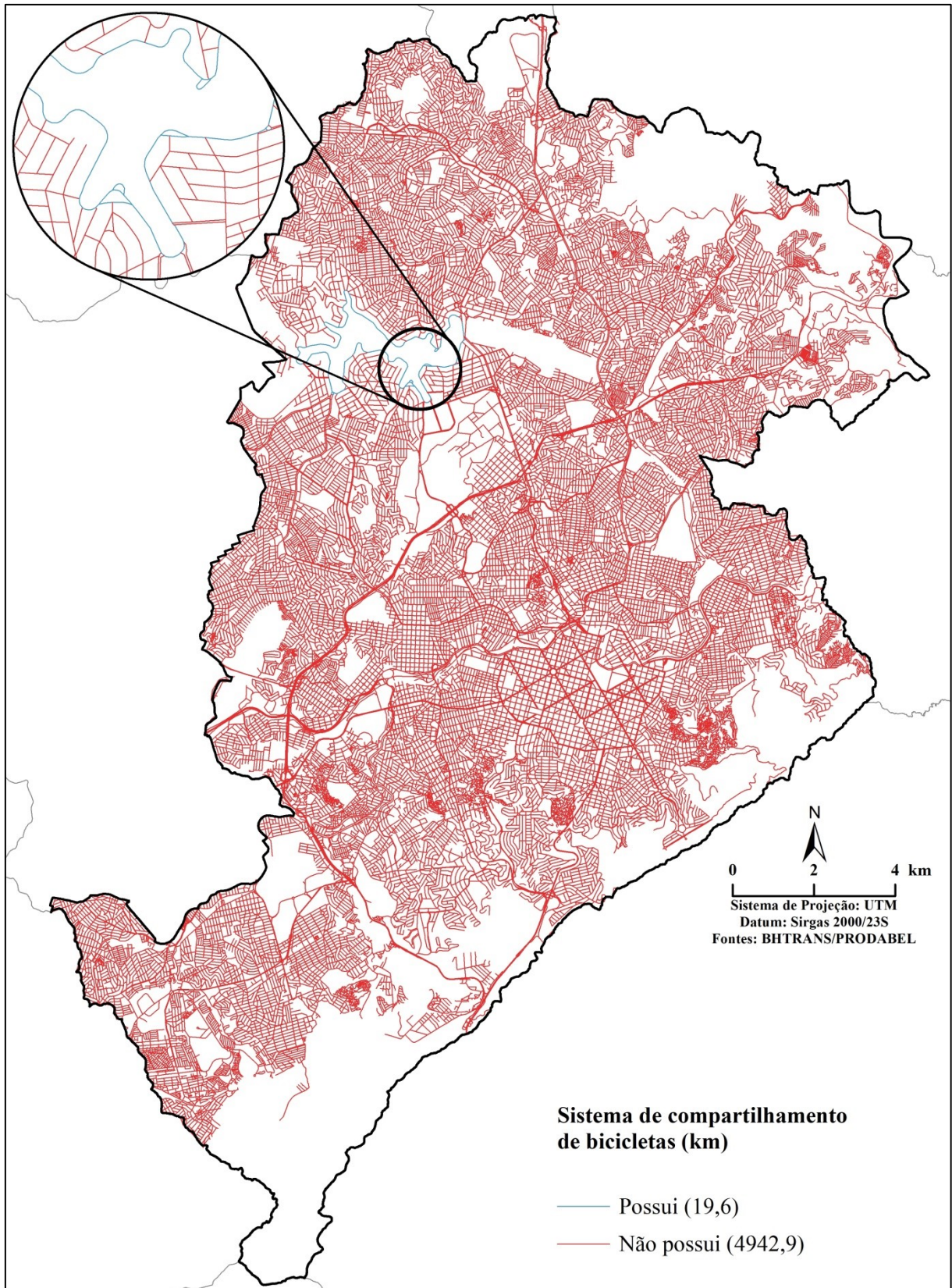


Figura 13: Sistema de compartilhamento de bicicletas no município de Belo Horizonte/MG, 2020

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

De acordo com Fuller *et al.* (2013), conforme citado por ITDP (2014), em geral, depois do segundo ano de operação, parte da população exposta ao sistema de compartilhamento de bicicletas tem maior propensão a utilizar bicicletas dos que aqueles que não estavam expostos. Por sua natureza, os sistemas de compartilhamento também reduzem e, em alguns casos, eliminam algumas das maiores barreiras ao uso de bicicletas, incluindo o custo e o tempo requeridos para compra e manutenção de uma bicicleta pessoal, o espaço necessário para o seu armazenamento e o risco ter a bicicleta roubada ou danificada. Segundo o ITDP (2014), sem esses empecilhos, o uso da bicicleta pode se tornar uma opção de transporte viável, podendo expandir o potencial para mais integração entre outros serviços de transporte público (ITDP, 2014). O Quadro 10 traz a proposição do nível de desempenho para os atributos da variável.

Quadro 10: Nível de desempenho da variável “Sistema de compartilhamento de bicicletas”

Atributos	Desempenho
Possui sistema de compartilhamento de bicicletas	Ideal
Não possui sistema de compartilhamento de bicicletas	Inadequado

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.9 Topografia (declividade viária longitudinal)

Segundo a bibliografia consultada, um dos fatores mais importantes relacionado ao conforto dos ciclistas é a topografia ou declividade longitudinal das vias (PEZZUTO E SANCHES, 2003; SENER *et al.*, 2009; HANDY *et al.*, 2010; PROVIDELO E SANCHES, 2010; SILVEIRA, 2010; SOUZA, 2012; CÉSAR, 2014; SAGADILHA, 2014; PROVIDELO E SANCHES, 2015; CASTRO, NATALIN E SANCHES, 2018).

Winters *et al.* (2013), Grigory (2018) e Szyszkowicz (2018) identificaram a declividade como um dos componentes principais nos índices de ciclabilidade propostos em seus trabalhos. Rietveld e Daniel (2004) lembram que ciclistas devem se dispor de maior condicionamento físico e equilíbrio para enfrentar subidas mais fortes. Além disso, complementam que em descidas íngremes o risco de acidentes, devido à alta velocidade, aumenta consideravelmente. Por sua vez, Tralhão e Ribeiro (2014) informam que os ciclistas urbanos normalmente planejam seus trajetos evitando aclives superiores a 5%, mesmo que estes sejam mais longos por causa de desvios. Já Manum *et al.* (2017) cita que os desvios são mais praticados quando no trajeto mais curto encontram-se aclives superiores a 10%.

No contexto belo-horizontino, pelo fato da cidade apresentar constantes variações altimétricas em seu território, a topografia terá certa notoriedade. Esse cenário pode ser observado a partir do gradiente viário apresentado pela Figura 14.

A consolidação dessa variável se deu a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE), que foi elaborado por meio de um mapa de altimetria (curvas do nível do município de Belo Horizonte equidistantes 5 metros). Como a proposta é identificar a declividade longitudinal da via foi necessário mensurar a cota altimétrica das extremidades de cada segmento de via e, então, calcular a razão de declividade. Para extração das cotas altimétricas do MDE, foi utilizado o algoritmo “*v.what.rast*” da suíte de aplicativos QGIS. O Quadro 11 traz a proposição do nível de desempenho para os atributos da variável.

Quadro 11: Nível de desempenho da variável “Declividade viária longitudinal”

Atributos	Desempenho
Declividade inferior a 5%	Ideal
Declividade entre 5 e 10%	Adequado
Declividade entre 10 e 15%	Parcialmente adequado
Declividade superior a 15%	Inadequado

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

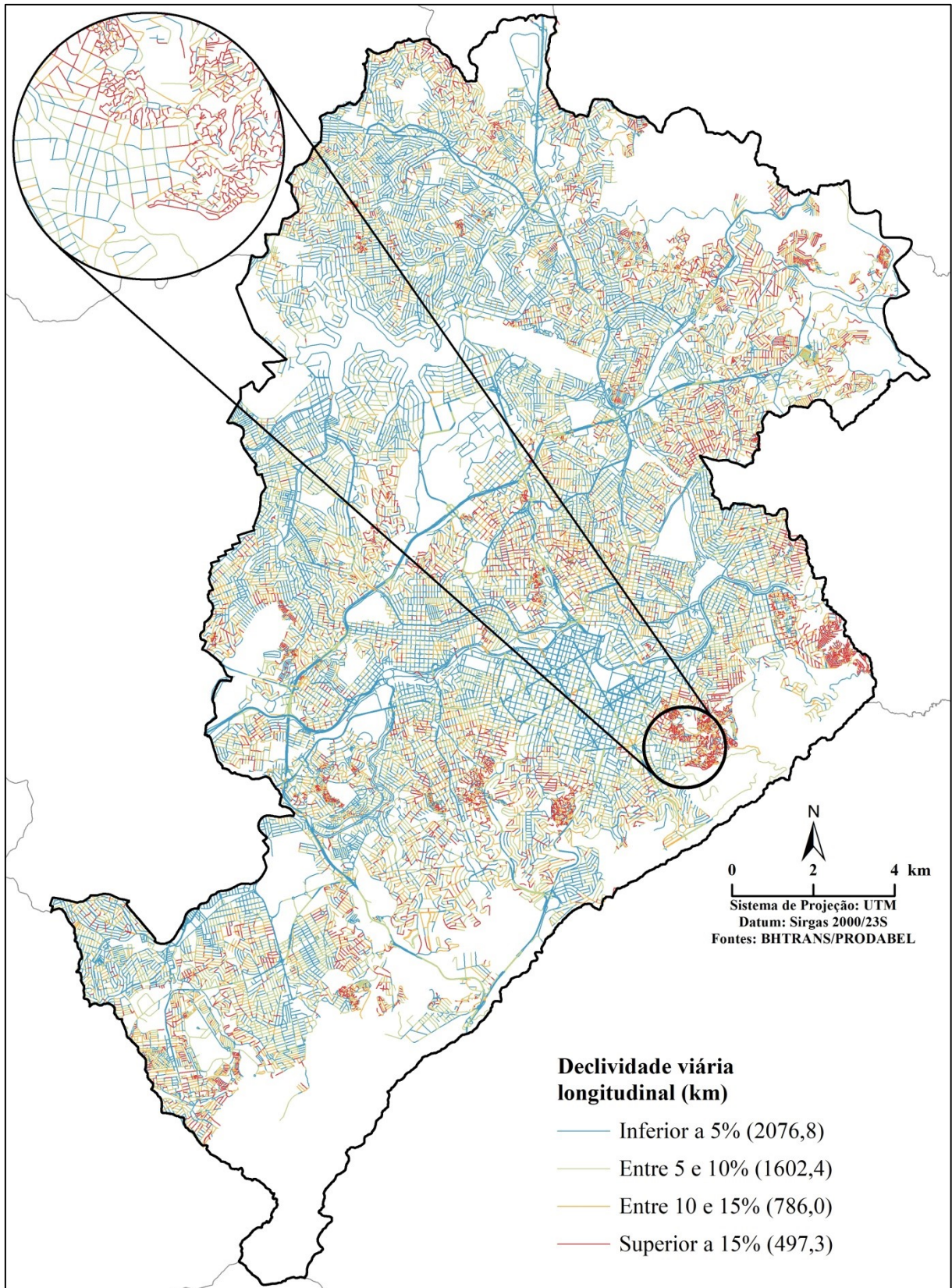


Figura 14: Declividade longitudinal viária do município de Belo Horizonte/MG, 2019

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.10 Diversidade do uso e ocupação do solo

A diversidade do uso do solo (Figura 15), bem como a proximidade espacial desses usos são características do espaço urbano que influenciam a maneira como as pessoas se deslocam pela cidade. Quando usos residenciais, comerciais, institucionais e de lazer permanecem interconectados no espaço, mantendo curtas distâncias entre si, tornam possível o deslocamento por modos não motorizados, como a pé ou bicicleta. Assim, a diversidade de usos diz respeito ao grau de variação de uso do solo urbano ou grau de heterogeneidade em que funções diferentes de uso do solo coexistem dentro do espaço urbano. Quanto mais diversificado é o solo urbano maiores são as interações sociais e encontros que efetivam seu consumo pelos cidadãos (BARROS, MARTÍNEZ e VIEGAS, 2014).

Segundo FWHA (2002), quanto mais diversificado e compacto (no sentido de menores distâncias percorridas) é o uso do solo, maior é a preferência das pessoas que se deslocam pela cidade por modos não motorizados. Os autores Sener *et al.* (2009); Handy *et al.* (2010); Rybarczyk e Wu (2010); Lowry (2012); César (2014); e Nordström e Manum (2015) incluem a diversidade do uso do solo no grupo dos fatores que influenciam a utilização da bicicleta porque esta determina o tempo destinado aos deslocamentos, assim como as distâncias percorridas nos trajetos. Por fim, Winters *et al.* (2013) afirmam que usos mais diversificados beneficiam os modos não motorizados por permitirem maiores opções de destinos e, conseqüentemente, por favorecerem a acessibilidade.

Considerando a bicicleta um veículo mais eficiente em deslocamentos de menores distâncias, a exemplo do que aponta Martens (2004), entende-se que cidades mais compactas e, ao mesmo tempo, com uso do solo mais diversificado, são mais propícias para o uso da bicicleta. Assim, para atribuir à base viária informações dos usos lindeiros (base de uso e ocupação solo do município) foi necessário operar a ferramenta denominada “*intersect*”, disponível na suíte de aplicativos ArcGIS. O Quadro 12 traz a proposição do nível de desempenho para os atributos da variável.

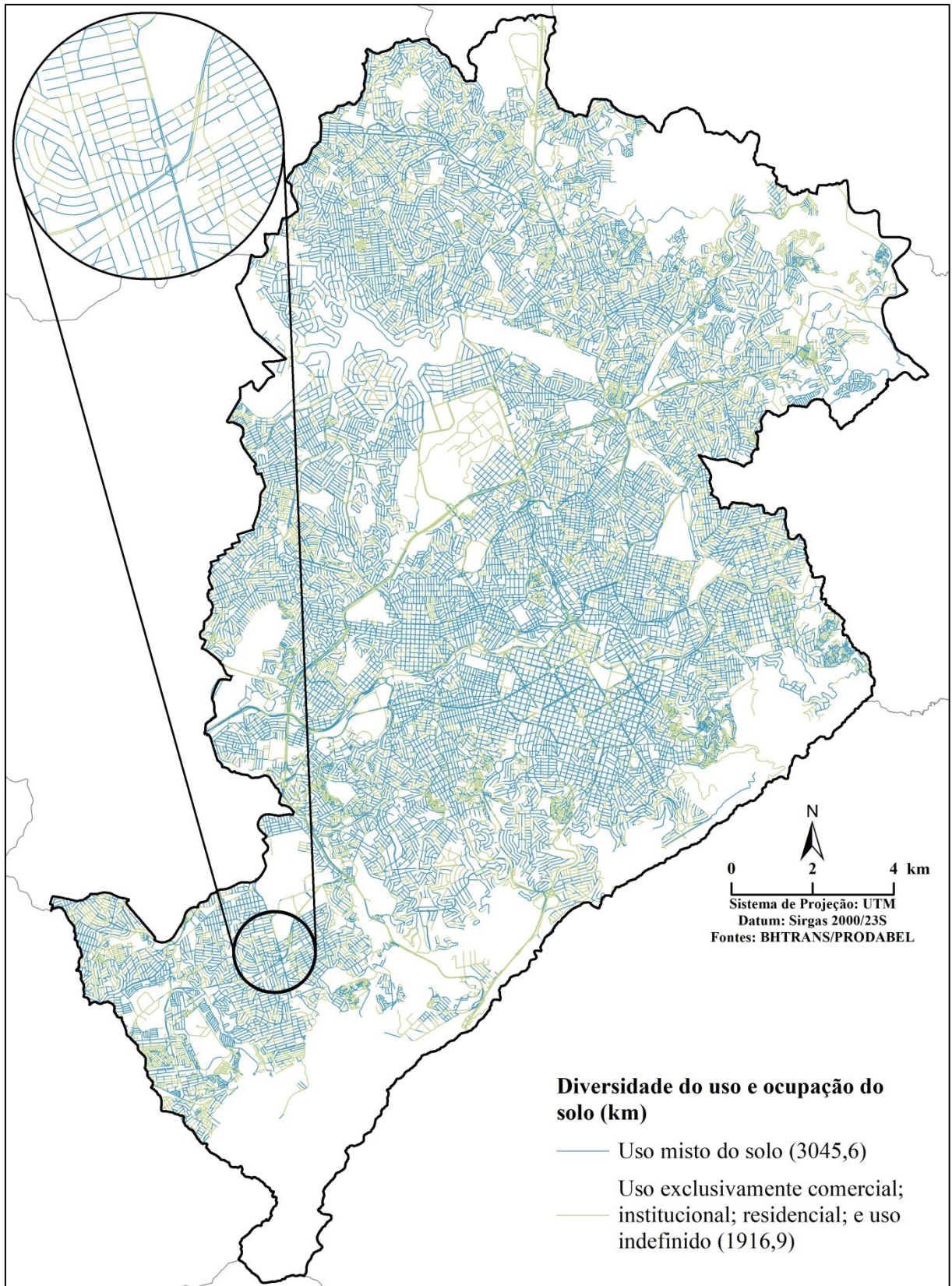


Figura 15: Diversidade do uso e ocupação do solo do município de Belo Horizonte/MG, 2019

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Quadro 12: Nível de desempenho da variável “Diversidade do uso e ocupação do solo”

Atributos	Desempenho
Uso misto do solo	Ideal
Uso exclusivamente comercial ou institucional	Adequado
Uso exclusivamente residencial	
Uso indefinido ¹⁸	

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.11 Velocidade regulamentada da via (hierarquização viária)

A velocidade regulamentada (Figura 16) é um dos fatores que mais (des)motivam usuários das vias públicas a realizarem suas viagens regulares por meios não motorizados, como afirmam Lands (1994); Stewart (1997); Wahlgren e Schantz (2011); Souza (2012); Winters *et al.* (2013); César (2014) e Sagadilha (2014).

Wahlgren e Schantz (2014) e Lowry (2012) apontam que o limite de velocidade e o volume do tráfego motorizado têm impacto direto sobre o conforto e a segurança dos ciclistas. Szyszkowicz (2018) completa dizendo que a velocidade dos veículos automotores reflete tanto o risco de colisão quanto a gravidade do acidente. Grigory (2018) informa que as diretrizes da legislação de trânsito suíça, holandesa e dinamarquesa, recomendam aos ciclistas não viajarem em vias com velocidades máximas superiores a 30 ou 40 km/h. No caso brasileiro, Castro, Natalin e Sanches (2018) afirmam em sua pesquisa que a alta velocidade dos carros nas vias é uma das principais barreiras que dificultam o uso da bicicleta nos grandes centros urbanos.

Previamente, vale destacar, que os procedimentos adotados para esta variável impuseram uma adaptação técnica e conceitual. Segundo o Setor de Geoinformação da BHTRANS, não existe uma base cartográfica que disponha informações sobre a velocidade máxima permitida para as vias da cidade. Em resposta à solicitação da base de dados, a instituição informou que adota os preceitos do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), com vistas ao conceito operacional da via. Então, a consolidação dessa variável partiu da interpretação dos dados disponíveis na base de hierarquização viária do município. Dessa forma, torna-se interessante descrever os pontos que caracterizam cada uma das hierarquias presentes na base.

¹⁸ Segundo a documentação da base disponibilizada, entende-se como uso indefinido os lotes vagos e as áreas desprovidas de informação.

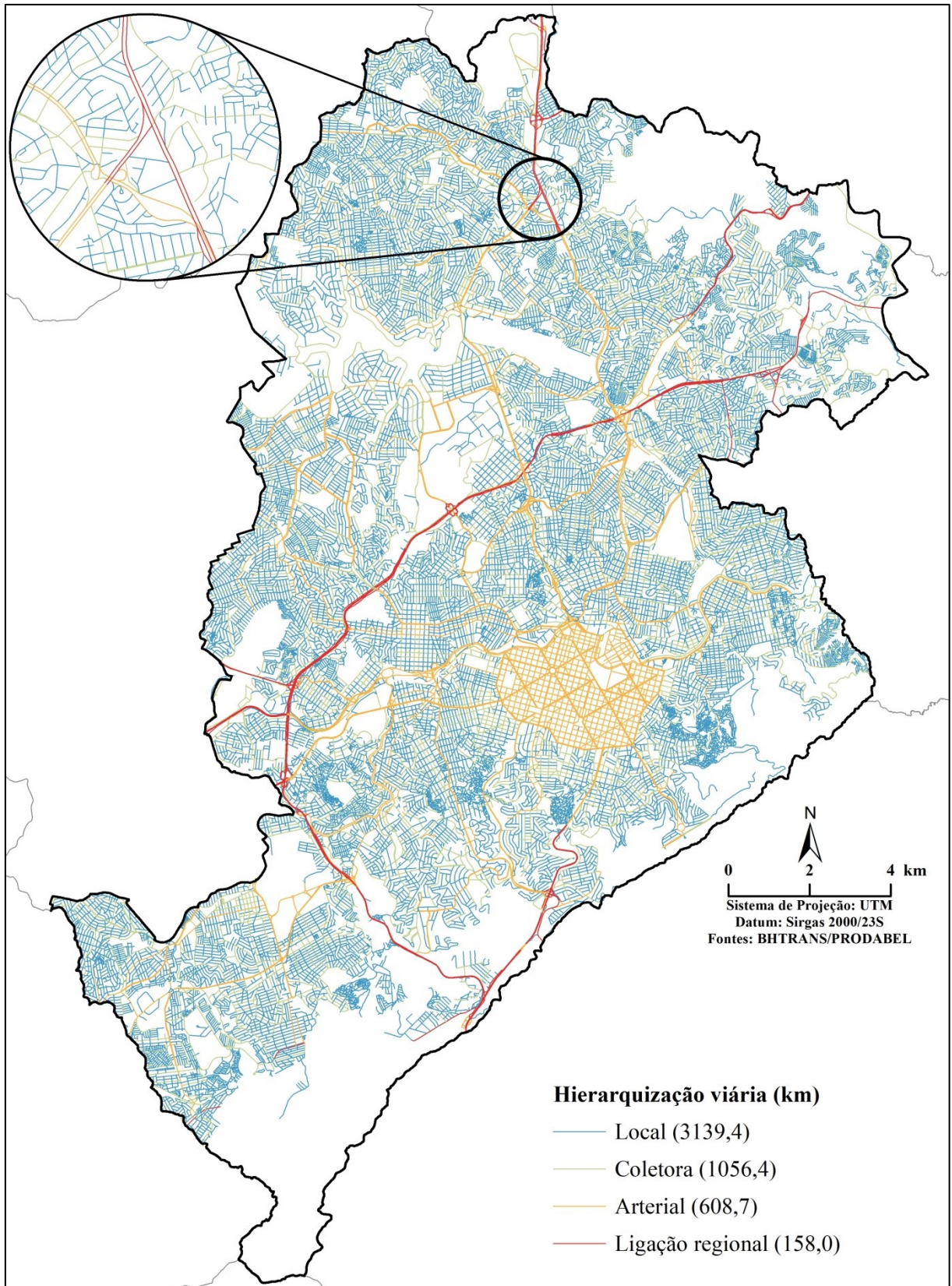


Figura 16: Hierarquização viária do município de Belo Horizonte/MG, 2019

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Conforme o artigo 61 do Código de Trânsito Brasileiro (CBT), a velocidade máxima permitida para a via será indicada por meio de sinalização, obedecidas suas características técnicas e as condições de trânsito. Assim, análise da variável em questão optou-se por considerar as velocidades máximas usuais das vias independente da disposição ou não da sinalização regulamentadora. Para as vias locais a velocidade máxima é de 30 km/h. Entretanto, regulamentação da velocidade difere em determinadas situações em função das características dos usos lenheiros, principalmente em vias próximas às escolas e hospitais, ou onde existe a necessidade de operar com velocidade mais adequada.

O limite de velocidade das vias coletoras é de 40 km/h. Elas são destinadas a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arterial. São exemplos de vias coletoras a Rua Turquesa, Rua Platina, Rua do Ouro, Rua Niquelina, e Rua Padre Eustáquio. As vias arteriais, caracterizadas pelas interseções em nível controladas por semáforo, possuem velocidade de 60 km/h na maior parte dos casos. São exemplos de via arterial as Avenidas Amazonas, Antônio Carlos, e a Avenida do Contorno e das vias internas a ela. Porém, é possível encontrar na cidade vias enquadradas como arteriais, mas com limites de velocidade diferentes, como é o caso da Avenida Cristiano Machado no trecho entre a Avenida Waldomiro Lobo e Rodovia MG-10, onde a velocidade máxima permitida é de 70 km/h.

As vias de ligação regional, reconhecidas pelo CTB como “vias de trânsito rápido”, são caracterizadas pelos acessos especiais com trânsito livre, por não possuírem interseções em nível, nem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e nem travessia de pedestres em nível. Embora exista variação, a exemplo do Anel Rodoviário que possui trechos com 70 e até 60 km/h, o limite máximo desse tipo de via é 80 km/h. Para a mensuração dos atributos desta variável o Quadro 13 apresenta o cenário proposto.

Quadro 13: Nível de desempenho da variável “Hierarquização da via”

Atributos	Desempenho
Local	Ideal
Coletora	Adequado
Arterial	Parcialmente adequado
Ligação Regional	Inadequado

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.12 Interseção semaforizada

Algumas pesquisas que discutem a ciclabilidade viária chegaram à conclusão que cruzamentos/interseções agregam tempo gasto às viagens e potencializam conflitos entre bicicletas e automóveis. De acordo com Dill *et al.* (2011), 68% dos acidentes envolvendo bicicletas ocorrem nos cruzamentos. O estudo apresentado por Grigory (2018) acrescenta que a maior parte dos acidentes ocorridos na cidade de Basileia, Suíça, acontece próximo aos cruzamentos. Apesar das pesquisas indicarem que os cruzamentos têm efeitos negativos sobre a experiência ciclística, certas características, como a sinalização adequada, podem compensar tal condição (RIETVELD E DANIEL, 2004).

Segundo Sagadilha (2014), a existência de semáforos pode reduzir a atratividade de uma via. No entanto, se o volume de tráfego na via transversal for grande, os semáforos podem se tornar uma característica positiva. Para grandes cidades, como é caso de Belo Horizonte, os semáforos favorecem tanto a organização do trânsito quanto segurança dos usuários, pois, normalmente, estão alocados em vias com grandes volumes de carros e/ou pedestres (Figura 17). Importante acentuar que a segurança dos ciclistas nos cruzamentos/interseções pode ser intensificada com a presença de infraestrutura preferencial, conforme apontam Turner, Shafer e Stewart (1997).

Seguindo a lógica que semáforos corroboram com a segurança dos usuários dos modos não motorizados, para o modelo proposto, o qual não considera o volume de pedestres, nem o tráfego veículos automotores e nem a sinalização vertical de regulamentação (como “PARE”, por exemplo), interseções semaforizadas foram melhores avaliadas que aquelas sem os dispositivos. O Quadro 14 traz a proposição do nível de desempenho para os atributos da variável.

Quadro 14: Nível de desempenho da variável “Interseção semaforizada”

Atributos	Desempenho
Possui interseção semaforizada	Ideal
Não possui interseção semaforizada	Parcialmente adequado

Fonte: Desenvolvido pelo autor

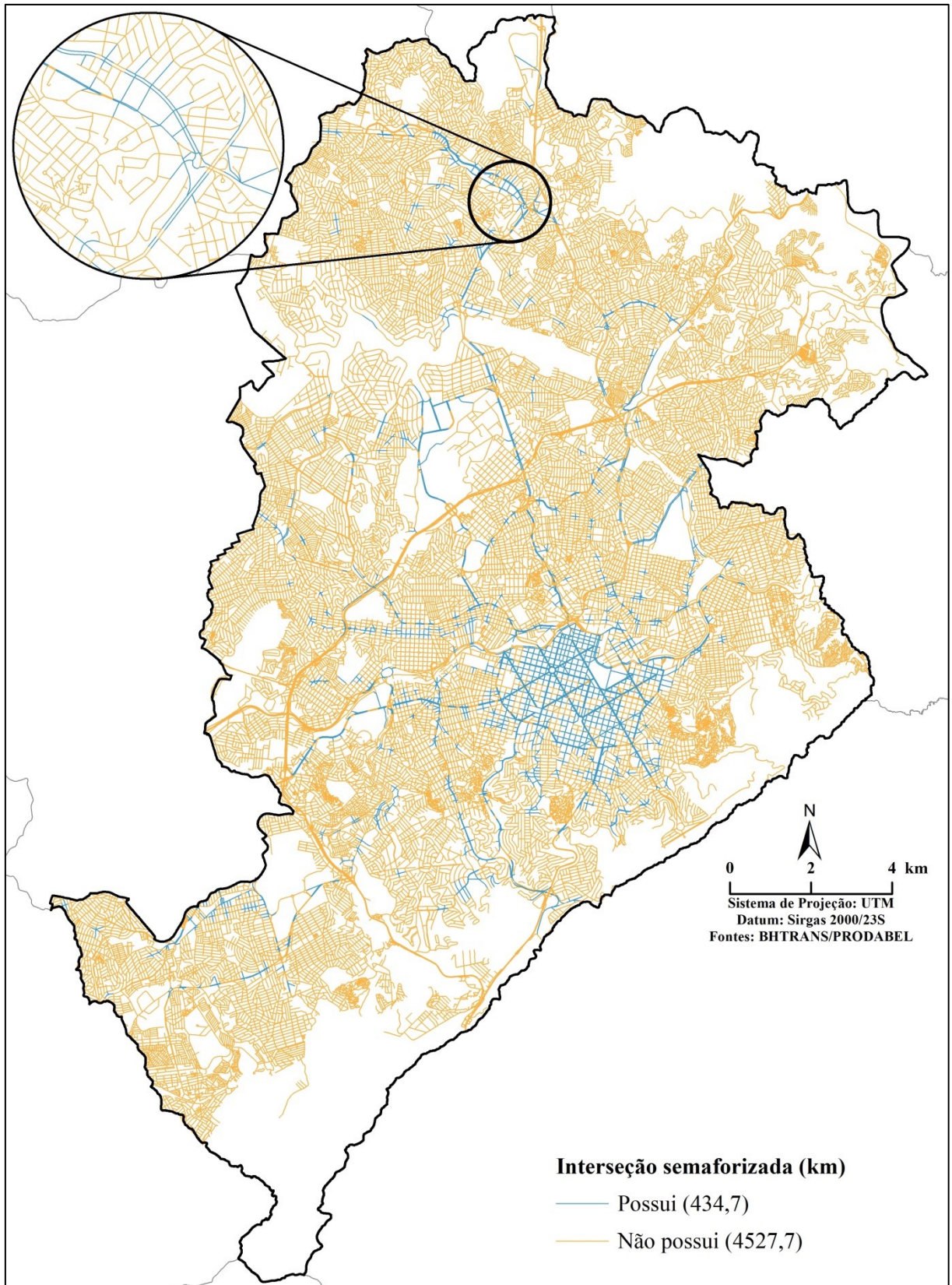


Figura 17: Interseção semaforizada no município de Belo Horizonte/MG, 2019

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.13 Acidentes de trânsito

Assim como os pedestres, os ciclistas também compõem a parcela mais vulnerável do trânsito. Por isso, medidas voltadas para a prevenção de acidentes não só garantem a segurança dos ciclistas, como estimulam potenciais usuários a utilizarem o transporte ativo. A possibilidade de sofrer acidentes com a bicicleta, segundo Pezzuto e Sanches (2003); Sener *et al.* (2009); Silveira (2010); Souza (2012); e César (2014), é o principal obstáculo quando se cogita a adesão ao modo de transporte por não usuários. Já Rietveld e Daniel (2004) e Silva (2016) apontam que ausência de infraestrutura destinada ao deslocamento dos ciclistas, como vias com tratamento preferencial, é uma circunstância potencializadora de acidentes graves e fatais envolvendo bicicleta nas grandes cidades. A Figura 18 especializa os acidentes de trânsito registrados para cada segmento de via da capital mineira.

Nesta variável considera-se que vias com maiores números de acidentes apresentam características conflitantes ao uso da bicicleta. Essa interpretação é considerada mesmo sabendo que a quantidade de acidentes pode também estar associada ao número de viagens realizadas. Porém, tal fato não exige o local ou segmento analisado de apresentar características adequadas que previnam acidentes, independentemente do volume de usuários que por ali trafegue. Para a consolidação dessa variável foi necessário georreferenciar os endereços dos acidentes descritos na base (disponibilizada em formato .CSV). Nesta análise, foram incluídos todos os tipos de acidentes, como “abalroamentos”, “atropelamentos” e “quedas”, além daqueles que não envolvem diretamente a bicicleta, para o ano de 2019. O cenário proposto para a mensuração do desempenho desta variável pode ser observado pelo Quadro 15.

Quadro 15: Nível de desempenho da variável “Acidentes de trânsito”

Atributos	Desempenho
Sem ocorrência de acidentes	Ideal
De 1 a 10 ocorrências de acidentes	Adequado
De 10 a 100 ocorrências de acidentes	Parcialmente adequado
Acima de 100 ocorrências de acidentes	Inadequado

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

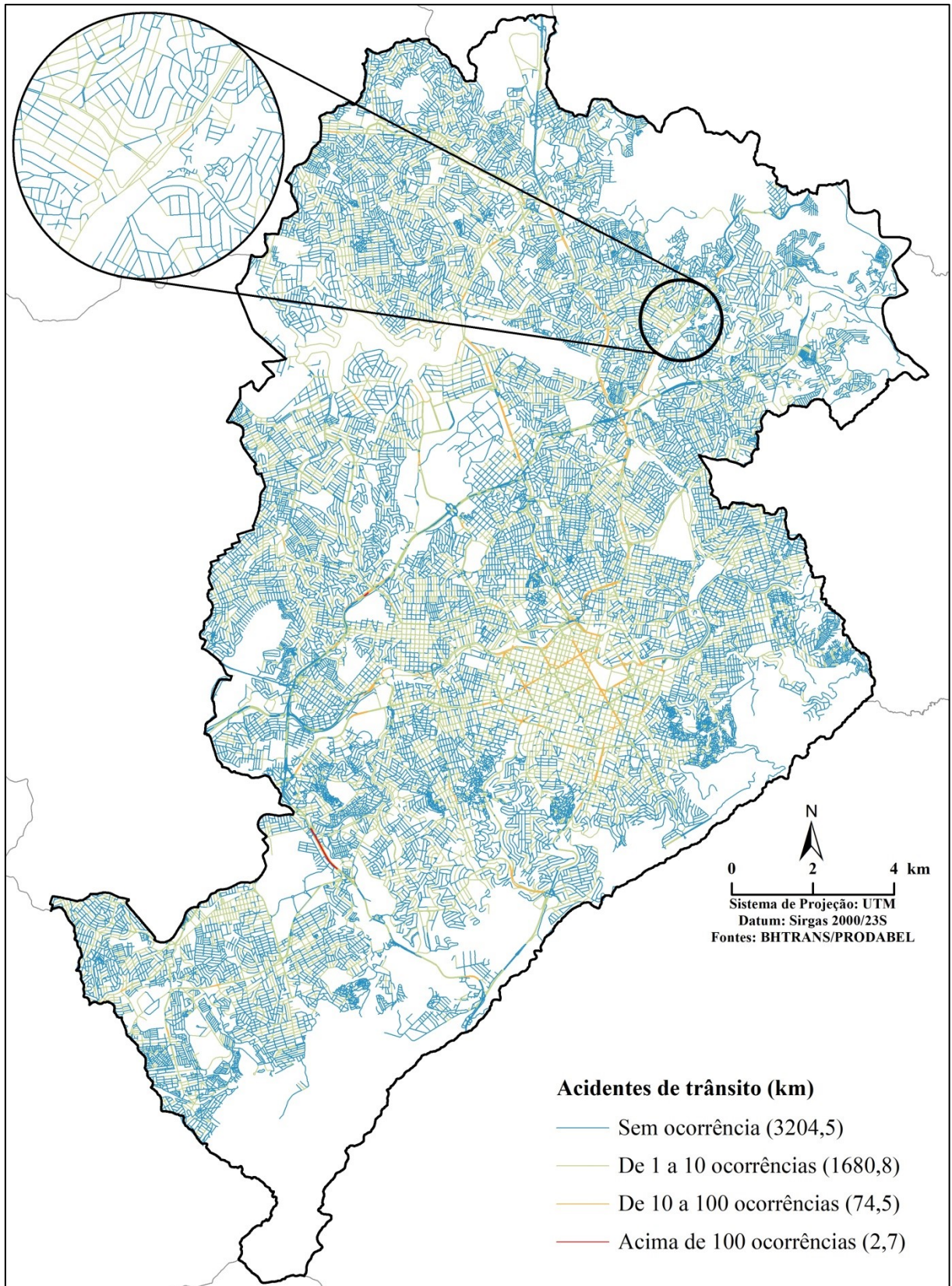


Figura 18: Acidentes de trânsito no município de Belo Horizonte/MG, 2016, 2017 e 2018

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.14 Eficiência da iluminação pública

Iluminação pública adequada é condição essencial para os modos de transportes não motorizados. Sener *et al.* (2009) e Sagadilha (2014) mencionam que uma iluminação compatível com as características da via aumenta sensação de segurança dos ciclistas e diminui riscos de acidentes, a exemplo das quedas motivadas por irregularidades no piso e dos abalroamentos com veículos e pedestres por falta de visibilidade. Contudo, a segurança acaba sendo o aspecto mais importante dentre os propiciados pela variável. De acordo com Pezzuto e Sanches (2003); Carvalho (2016); Castro, Natalin e Sanches (2018) a relevância da iluminação pública não está restrita apenas as áreas reconhecidamente violentas. De acordo com os autores, a iluminação adequada é fundamental na promoção da segurança pública, visto que boas condições de iluminação podem diminuir a ocorrência de crimes.

A Figura 19 permite observar os segmentos de vias da cidade de Belo Horizonte de acordo com a eficiência da iluminação pública.

Esta variável propõe analisar a eficiência da iluminação considerando o leito carroçável da via, ou seja, o quanto desse leito é coberto por uma iluminação adequada. De acordo com a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), em seu “Manual de Distribuição: Projetos de Iluminação Pública”, existem alguns critérios que necessitam ser estabelecidos para uma adequada iluminação pública. Entre eles está o projeto básico para a iluminação pública. Neste projeto está incluído o espaçamento ideal entre postes de iluminação pública. Essa configuração básica tem como base a largura do leito carroçável (mais acostamento, quando houver), a altura de montagem da luminária e o espaçamento entre postes. Então, para estimar a eficiência utilizou-se estes três critérios considerando as seguintes observações: 1) segundo o manual da CEMIG, a altura da luminária deve ser sempre menor ou igual a largura da via, enquanto que o espaçamento mínimo entre os postes devem obedecer ao valor de 3,5 vezes a altura da luminária; 2) em áreas urbanas centrais, o espaçamento pode ser reduzido a fim de priorizar a distribuição luminosa; 3) geralmente, a altura de um poste convencional é de 5 metros; 4) assim, considera-se que cada poste ilumina adequadamente uma área aproximada de 17,5 metros (CEMIG, 2012).

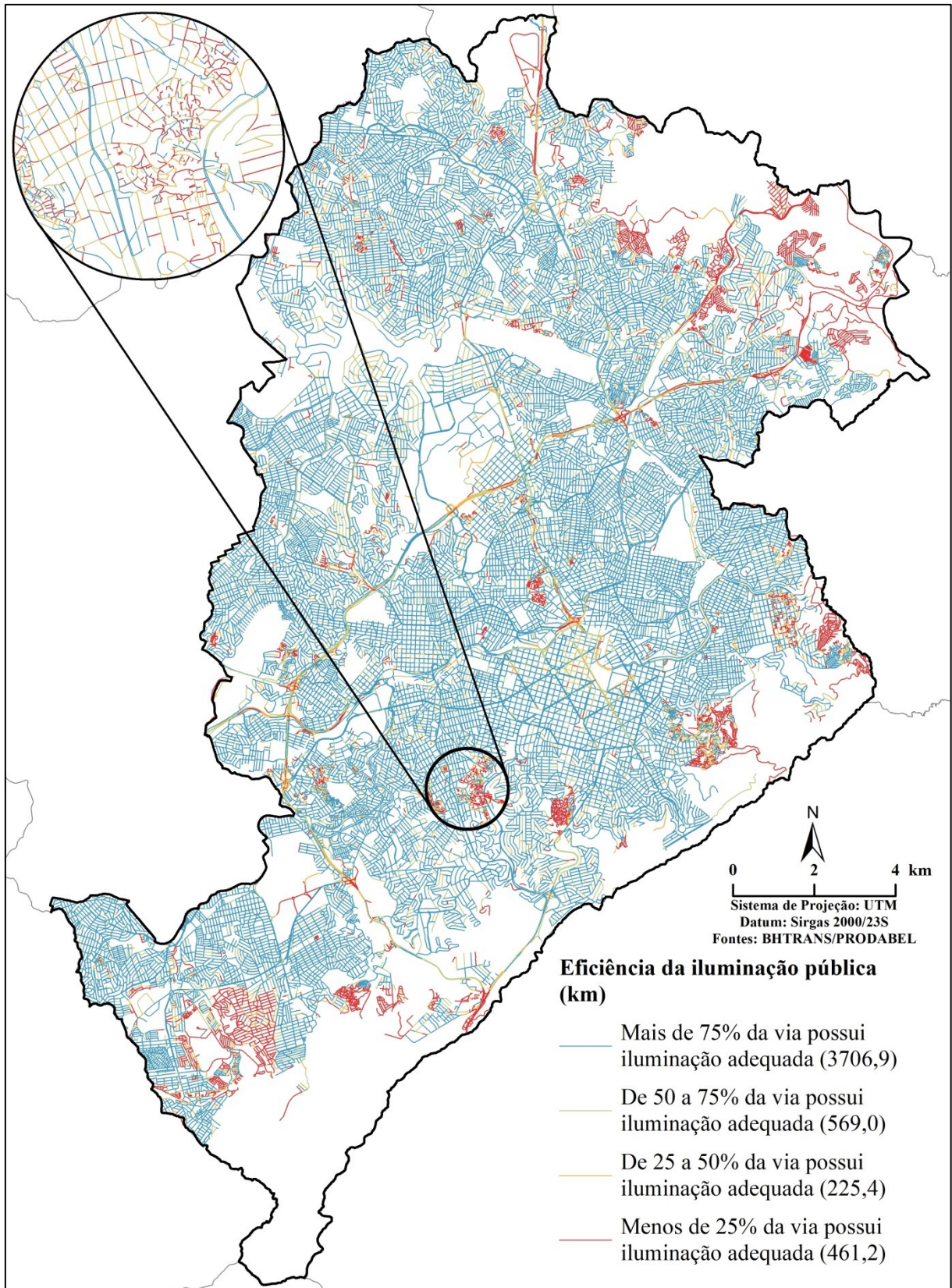


Figura 19: Eficiência da iluminação pública do município de Belo Horizonte/MG, 2016

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Para se descobrir a porcentagem de via coberta com iluminação adequada foi necessário calcular a área do leito carroçável de cada segmento. Com este intuito, utilizou-se o algoritmo “*multiple ring buffer*” do ArcGIS, operando a largura estimada para cada segmento de via (dado gerado a partir da variável “largura da via”). Para calcular a área de iluminação do poste utilizou-se a ferramenta “*buffer*” do próprio ArcGIS. Como resultado final computou-se a razão entre a área do segmento de via coberta com iluminação e a área descoberta. Para a mensuração dos atributos desta variável o Quadro 16 apresenta o cenário proposto.

É importante mencionar que a implantação de uma adequada iluminação pública deve considerar a presença de árvores e marquises, uma vez que elas podem influenciar pontos de baixa iluminação ao longo da via. As copas das árvores e a extensão de toldos e marquises podem bloquear a iluminação, o que pode implicar em baixa percepção de segurança e preterição entre determinados locais ao uso de bicicletas.

Quadro 16: Nível de desempenho da variável “Eficiência da iluminação pública”

Atributos	Desempenho
Mais de 75% da área da via possui iluminação adequada	Ideal
De 50 a 75% da área da via possui iluminação adequada	Adequado
De 25 a 50% da área da via possui iluminação adequada	Parcialmente adequado
Menos de 25% da área da via possui iluminação adequada	Inadequado

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.4 Métodos de tomada de decisão multicritério

De acordo com Hwang e Yoon (1981), a tomada de decisão multicritério refere-se à tomada de decisão na presença de múltiplos e conflitantes critérios. Segundo os autores, situações dessa natureza acontecem diariamente e compartilham as seguintes características:

- ❖ Possuem múltiplos critérios, que podem ser objetivos ou atributos;
- ❖ Apresentam conflitos entre os critérios;
- ❖ Apresentam diferentes unidades de medida para os critérios.

Na literatura existem vários tipos de métodos que compõem a tomada de decisão multicritério. E cada um desses métodos, como apontam Kahneman e Tversky (2000),

apresenta procedimentos característicos. No entanto, como defendem Alves, Nykiel e Belderrain (2007), muitas vezes métodos distintos não conduzem à mesma solução, o que indica que a escolha do método a ser usado influencia na resolução do problema. Cabe ao tomador de decisão conhecer cada um deles e saber compará-los, a fim de que a metodologia de resolução seja ajustada ao problema, e não o contrário.

Dentro da gama de possibilidades existentes, surge à volta do tema ciclabilidade recursos como o Método de Análise Hierárquica (AHP), método que assistiu a pesquisa sobre rotas cicláveis de Silva (2014), conforme discutido na seção 3.3.3. Nesta pesquisa, no entanto, buscou-se um método que apresentasse flexibilidade na tomada de decisão, principalmente em relação coeficientes de importância, podendo a proposição ser discutida com intensa participação de especialistas a fim de se coletar informações que subsidiariam a modelagem do problema. Assim, optou-se pelo Método Delphi como apoio à tomada de decisão na proposição de um modelo para estimar o nível de ciclabilidade viária no município de Belo Horizonte. Na sessão seguinte apresenta-se um breve apanhado teórico referente ao Método Delphi, bem como os parâmetros encontrados diante das rodadas de aplicação do questionário de avaliação.

4.4.1 Método Delphi

O Método Delphi teve seu nome baseado no antigo Oráculo de Delfos, lugar sagrado da Grécia antiga, onde se anunciavam predições do futuro. Segundo os autores Oliveira, Costa e Wille (2008), o Delphi é uma técnica de previsão que foi projetada para conhecer com antecipação a probabilidade de eventos futuros, utilizando-se da solicitação e coleta sistemática da opinião de especialistas em um determinado assunto. De acordo com Wright e Giovinazzo (2000), foi desenvolvido inicialmente na década de 1950, pela Rand Corporation/EUA, e tinha como objetivo obter consenso de especialistas sobre previsões tecnológicas.

De modo geral, o Método Delphi é definido como uma atividade interativa projetada para combinar opiniões de um grupo de especialistas para obtenção de consenso. Baseia-se em um processo de comunicação grupal de maneira a permitir que indivíduos possam lidar e explorar problemas complexos. Além de buscar consenso, estudos baseados no método pretendem também alcançar uma previsão de futuro, com base em coleta de informações

qualitativas/quantitativas fundamentadas no conhecimento de um grupo específico de indivíduos especializados no tema abordado (OLIVEIRA, COSTA e WILLE, 2008).

Nesta pesquisa, o método foi utilizado como instrumento de apoio à definição dos coeficientes de importância das variáveis manipuladas. Corroborando com a ideia, Moura (2007) complementa que aplicação do Método Delphi na obtenção dos coeficientes/pesos baseia-se na escolha de um grupo multidisciplinar de especialistas, que conheçam bem o fenômeno e a realidade espacial onde ele se localiza. À vista disso, foi definido, mediante recomendações dos orientadores, os representantes mais adeptos a contribuir com o estudo. Diante dos propósitos estabelecidos, a seleção dos especialistas foi realizada visando um grupo multidisciplinar, com conhecimento sobre a área de estudo, direcionado a uma avaliação combinada dos fatores envolvidos na ciclabilidade viária. Os envolvidos são representantes da administração pública municipal, professores universitários especialistas em mobilidade urbana e transporte, estudantes de doutorado na área de transportes e analistas do setor privado voltado ao planejamento urbano.

O primeiro contato com os especialistas aconteceu por meio de um formulário eletrônico¹⁹ (Anexo II), caracterizando a primeira rodada de entrevistas. A este respeito, Oliveira, Costa e Wille (2008), reiteram que a utilização de uma plataforma *web* não descaracteriza o método, pois o anonimato dos participantes, o *feedback* interativo, a seleção de especialistas e a busca pelo consenso não são prejudicados. Quanto ao questionário, uma das etapas de preenchimento se consistiu na atribuição de notas em escala de 0 a 10 para cada variável. Os somatórios das notas informadas pelos 22 especialistas participantes correspondem às avaliações gerais dos fatores que subsidiaram a definição dos pesos (Equação 3).

Equação 3: Parâmetro de avaliação dos fatores

$$F = \sum_{n=1}^{22} X_n$$

Em que:

F = Avaliação do fator;

X = Nota atribuída pelo especialista.

¹⁹ O questionário foi elaborado utilizando-se a suíte de aplicativos kobotoolbox®.

Depois de recebido os dados da primeira rodada de entrevistas verificou-se a sinergia/consenso das escolhas feitas pelos especialistas. Como forma de verificar o consenso, foi estabelecido que os entrevistados indicassem um ranking de importância com as variáveis mais importantes. Para determinar se o resultado foi satisfatório, utilizou-se a Equação 4 proposta por Wilson, Pan e Schumsky (2012), a saber:

Equação 4: Razão de Validade de Conteúdo

$$CVR = \frac{NE - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

Onde:

CVR = Content Validity Ratio (Razão de Validade de Conteúdo);

NE = número de especialistas que indicam que um parâmetro é essencial;

N = número total de especialistas participantes da pesquisa.

Nesta equação, se o CVR for maior ou igual 0,29 constata-se que houve consenso e as rodadas de questionários são interrompidas. É oportuno destacar que na literatura consultada não foi informado um número mínimo de especialistas necessários para efetividade do método. Entretanto, o trabalho elaborado por Oliveira, Costa e Wille (2008) cita exemplos de pesquisas que utilizaram de 15 a 150 especialistas, mesmo assim, sem destacar os parâmetros que determinaram o quantitativo.

Como não houve consenso na primeira rodada, se estabeleceu uma nova participação dos especialistas. Agora, a segunda rodada de questionários contou também com os resultados parciais do esforço inicial, uma forma dos envolvidos avaliarem suas escolhas perante o esboço geral. Somente depois da segunda oportunidade é que se atingiu um nível de consenso aceitável (*CVR* = 0,64). Para facilitar o entendimento do processo, apresenta-se a por meio da Figura 20 um esquema didático do Método Delphi.

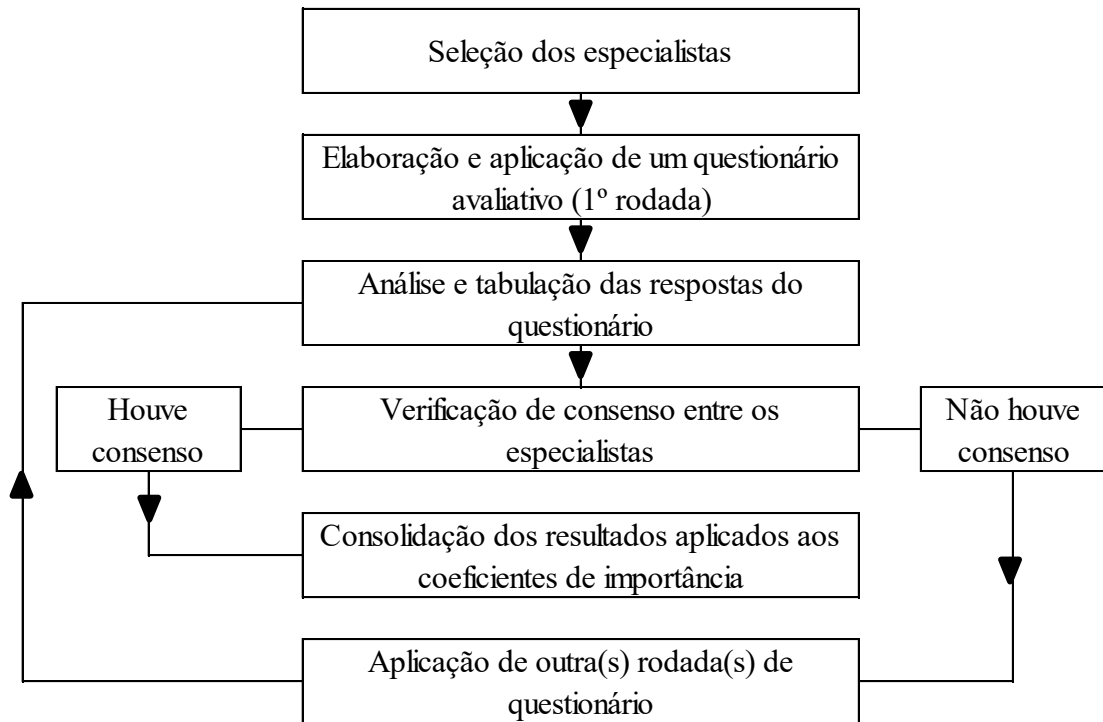


Figura 20: Esquema didático Método Delphi

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Quando analisado os resultados das avaliações dadas pelos especialistas (Figura 21) é possível verificar que as variáveis que receberam as maiores notas são justamente aquelas que se apresentaram como as de maior relevância na literatura analisada. A variável “Tratamento preferencial para bicicleta” concentrou a maior parte das avaliações nas notas 9 e 10, sendo a menor 7. Em seguida, aparece a variável “Conectividade das vias com tratamento preferencial”, com a grande parte das avaliações também concentradas nas casas 9 e 10, e média de 9,14. Destaca-se ainda a variável “Eficiência da iluminação pública”, cuja média das avaliações alcançou 8,5. Já as variáveis “Sentido das vias” e “Presença de sistemas de compartilhamento de bicicletas” tiveram média próxima a casa dos 6, sendo as piores avaliadas. Por último, sublinha-se que as variáveis “Presença de estacionamento lateral” e “Via em área com risco de inundação” foram excluídas do modelo, pois apresentaram média inferior a 6, além de terem sido as únicas variáveis não incluídas no ranking de importância.

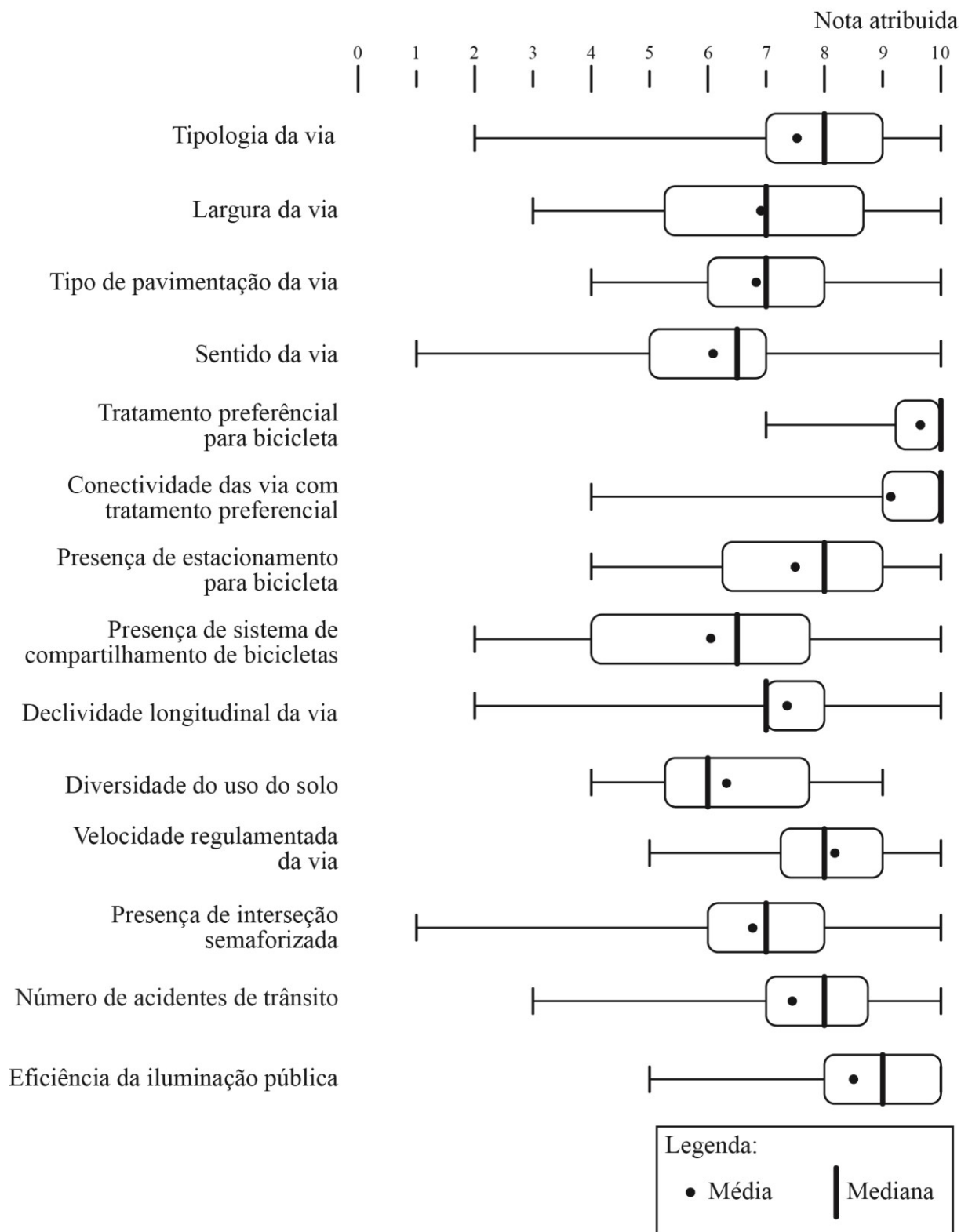


Figura 21: Resultados das avaliações das variáveis

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Por último, depois de consideradas as duas rodadas do questionário, calculou-se os coeficientes de importância das variáveis. A Equação 5 representa a operação.

Equação 5: Coeficiente de importância

$$P = \frac{F}{\mu}$$

Onde:

P = Coeficiente de importância;

F = Avaliação do fator;

μ = Média das avaliações de todos os fatores.

No Quadro 17 estão representados os resultados dos coeficientes de importância das variáveis.

Quadro 17: Resultado dos coeficientes de importância

Dimensão	Fator	Coefficiente
Sistema Viário	Tipologia da via	1,026
	Largura da via	0,939
	Tipo de pavimentação	0,927
	Sentido da via	0,828
Infraestrutura Ciclovíaria	Tratamento preferencial para bicicleta	1,310
	Conectividade tratamento preferencial	1,242
	Presença de estacionamento para bicicleta	1,020
	Presença de sistema de compartilhamento	0,822
Ambiente	Declividade longitudinal	1,001
	Diversidade do uso do solo	0,859
Segurança Viária	Velocidade regulamentada	1,112
	Presença de interseção semaforizada	0,921
	Número de acidentes trânsito	1,014
	Eficiência da iluminação pública	1,156

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Finalizando a discussão, apresentam-se as vantagens de desvantagens sobre a utilização do método apontadas por alguns trabalhos, mas inerentes à sua aplicação nesta pesquisa. Como vantagens salienta-se o anonimato dos envolvidos, isso permite que a interatividade aconteça com maior espontaneidade; o próprio uso de especialistas, que fornecem conceitos e julgamentos confiáveis a respeito do assunto; a sinergia de opiniões entre os especialistas, abrindo margem para se analisar possíveis divergências; e a possibilidade de ser aplicado remotamente, via *web*, o que minimiza custos e tempo. Como desvantagens, o principal ponto de destaque é o consenso. Isso porque, dependendo da forma como são apresentados os resultados aos envolvidos, corre-se o risco de criar consensos

forçados ou artificiais, principalmente se os respondentes aceitarem passivamente a opinião de outros especialistas (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000; OLIVEIRA, COSTA e WILLE, 2008).

4.5 O Índice de Ciclabilidade Viária

O Índice de Ciclabilidade Viária (ICV) pode ser definido como a somatória do desempenho dos atributos das vias, acrescidos dos coeficientes de importância fixados pelo Método Delphi (Equação 6). De forma geral, segmentos de vias com os maiores resultados apresentam as melhores condições para o uso da bicicleta. No entanto, a adequação e distribuição destes resultados em classes — neste trabalho entendido como níveis de ciclabilidade “Muito Baixo”, “Baixo”, “Alto” e “Muito Alto” — demandou a utilização de um método específico de classificação. Na ocasião, optou-se por utilizar o método de classificação por “intervalos geométricos”, em detrimento de uma categorização arbitrária.

Equação 6: Forma geral do ICV

$$ICV = \sum_{n=1}^{15} (A_n P_n)^2$$

Em que:

ICV = Índice de Ciclabilidade Viária;

A = Desempenho dos atributos das vias;

P = Coeficiente de importância.

O método de classificação por intervalos geométricos é reconhecido por efetuar quebras de classes com base em intervalos que possuem uma série geométrica. Segundo ESRI (2020), O algoritmo cria intervalos geométricos minimizando a soma dos quadrados do número de elementos em cada classe. Isso garante que cada intervalo de classe tenha aproximadamente o mesmo número de valores e que a mudança entre os intervalos seja razoavelmente consistente. Este algoritmo, de acordo com Ferreira (2014), foi projetado especificamente para acomodar dados contínuos. É um meio-termo entre o método de intervalos iguais, o de quebras naturais (conhecidos como “*Jenks*”) e o método de quantis. Ele cria um equilíbrio entre os valores médios e os valores extremos, produzindo assim um resultado que é visualmente atraente e cartograficamente abrangente.

Nesta pesquisa o método foi aplicado através do ArcGIS e utilizado não só para classificar os resultados do ICV, mas também para categorizar os resultados seccionados

segundo as dimensões de análise, a saber: 1) Sistema Viário; 2) Infraestrutura Cicloviária; 3) Ambiente; e 4) Segurança Viária. Vale ressaltar que para se chegar aos resultados das “dimensões” aproveitou-se a mesma estrutura de cálculo do ICV, a diferença está na seleção dos atributos e dos coeficientes de importância específicos de cada dimensão. A Tabela 2 traz a classificação dos resultados considerando os níveis de ciclabilidade.

Tabela 2: Classificação dos resultados das dimensões e ICV em níveis de ciclabilidade

Níveis de Ciclabilidade	Sistema viário	Infra. cicloviária	Ambiente	Segurança viária	ICV
Muito Alto	20,82 - 31,32	21,50 - 44,78	13,04 - 15,66	31,48 - 40,04	78,62 - 106,82
Alto	18,01 - 20,81	9,46 - 21,49	10,08 - 13,03	27,04 - 31,47	58,93 - 78,61
Baixo	15,20 - 18,00	3,23 - 9,45	6,73 - 10,07	18,47 - 27,03	45,19 - 58,92
Muito Baixo	4,68 - 15,19	0,00 - 3,22	2,95 - 6,72	1,88 - 18,46	25,49 - 45,18

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

5. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS: OS NÍVEIS DE CICLABILIDADE PARA BELO HORIZONTE/MG

Neste capítulo, inicialmente, são apresentados os resultados obtidos sobre os níveis de ciclabilidade viária de cada unidade administrativa do município, abordando especificidades dessas regiões quanto ao uso da bicicleta. Em seguida, por meio de uma abordagem mais ampla, serão apresentados os parâmetros para gerais para Belo Horizonte, combinam-se as vias com tratamento preferencial para bicicletas e aquelas cujas características favorecem o modo de transporte, para identificar as redes viárias cicláveis. Além de ajudar a entender e a visualizar os resultados, essas etapas também auxiliam a validação modelo proposto.

5.1 Níveis de ciclabilidade segundo as unidades administrativas de Belo Horizonte

Na tentativa de detalhar ao máximo as características urbanas e também ambientais que influenciaram diretamente os resultados do ICV, optou-se, como umas das etapas de apresentação dos resultados, considerar como objetos de análise as regionais administrativas do município. Para cada regional é analisado os resultados obtidos de cada uma das quatro dimensões, além dos resultados do ICV. Para facilitar o entendimento e possíveis consultas do leitor, a maneira como estão dispostas as análises segue o mesmo formato de ordenação das regionais apresentado na seção 4.1, que caracteriza a área de estudo.

5.1.1 Centro-Sul

Em termos de infraestrutura viária, a Regional Centro-Sul é caracterizada por se apresentar como a regional mais heterogênea estudada. Além de possuir vias largas e padronizadas em estrutura xadrez, como é o caso das vias limitadas pela Avenida do Contorno, apresenta, ao mesmo tempo, vilas e favelas com pouca ou nenhuma regulação urbana para a questão. Quando se analisa espacialmente os resultados do sistema viário (Figura 22), observa-se um padrão dos resultados que evidencia um melhor desempenho dos atributos na porção mais ao sul da unidade, principalmente nos bairros Santa Lúcia, Belvedere, São Bento e Sion. Isso ocorre, pois, nesta parcela, a tipologia viária torna-se mais amigável ao ciclista, com maior quantidade de vias caracterizadas como “rua” e, conseqüentemente, menores ocorrência de limites de velocidades mais altas. Já na parte mais ao norte, que compõe o hipercentro da capital, apesar vias apresentarem largura adequada, a

maior parte é do tipo “avenida”, com grandes fluxos de veículos, o que pode prejudicar a segurança e o conforto dos ciclistas.

A dimensão “Infraestrutura cicloviária”, apresenta quase que em sua totalidade um baixo desempenho para os atributos analisados. Ainda assim, a unidade é a segunda em extensão viária com algum tipo de infraestrutura para bicicletas, 31 km no total. Quando somado a participação dos níveis “Baixo”, “Alto” e “Muito Alto”, que são as vias com algum tipo de infraestrutura, o total não chega 6% de extensão viária, considerando a própria regional, como pode ser observado na Tabela 3. Ainda assim, ressalta-se a existência das ciclovias da Avenida dos Andradas e da Rua Piauí que conecta as regionais Centro-Sul e Leste.

Tabela 3: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Centro-Sul

Nível de Ciclabilidade	Sistema viário		Infra. cicloviária		Ambiente		Segurança viária		ICV	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Muito Alto	233,7	43,7	7,0	1,3	157,0	29,4	125,5	23,5	4,6	0,9
Alto	192,2	35,9	4,9	0,9	194,0	36,3	76,2	14,2	217,0	40,6
Baixo	48,0	9,0	19,1	3,6	92,6	17,3	230,5	43,1	241,0	45,1
Muito Baixo	60,8	11,4	503,7	94,2	91,1	17,0	102,6	19,2	72,1	13,5
Total	534,7	100,0	534,7	100,0	534,7	100,0	534,7	100,0	534,7	100,0

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

A dimensão que trata das características do ambiente, também apresenta um padrão cujos melhores resultados concentraram-se na porção norte da unidade, ou seja, vias próximas ou limitadas pela Avenida do Contorno. Apesar de concentrarem grande parte dos serviços e comércios da cidade, os bairros localizados neste perímetro, como o Centro, Lourdes e Savassi, também reúnem edificações domiciliares, fazendo com que boa parte de suas vias de acesso apresentasse usos lenheiros do tipo “misto”, incrementando os resultados. A topografia amena dessa localidade também contribuiu para que 65,6% da extensão viária apresentassem níveis “Alto” e “Muito Alto” de ciclabilidade, mesmo que nas vilas e favelas e nos bairros localizados próximos a Serra do Curral tal cenário seja muito diferente, situação que insere a unidade no “*top 1*” em média de declividade.

Já os aspectos relacionados à segurança viária, como iluminação pública e acidentes de trânsito, mesmo com algumas adversidades que serão pontuadas a frente, este quadro apresentou resultado satisfatório em aproximadamente 200 km de vias. No entanto, a unidade

em análise é a segunda pior colocada quando considerado o número de acidentes de trânsito, ao todo foram contabilizados 9.371 ocorrências em 2019, a maior parte concentradas na área central e porção norte da unidade. Quando se considera a iluminação pública, deve-se destacar que os bairros Centro, Savassi, Barro Preto, Lourdes passaram, recentemente, por processos de revitalização urbana, o que aprimorou as condições de iluminação. Já as áreas de vilas e favelas apresentam um desempenho baixo neste quesito devido ao contexto espacial e ao histórico de ocupação, que dificulta a disposição de infraestrutura urbana e aumenta o distanciamento das ações do poder público.

Consideradas as quatro dimensões de variáveis analisadas, por meio do ICV é possível verificar que os piores resultados se concentram nas áreas de vilas e favelas, como na Barragem Santa Lúcia e Nossa Senhora de Fátima. Fatores como a tipologia viária, pavimentação, largura da via, declividade e iluminação pública contribuem para um baixo desempenho. Aproveitando a análise direcionada às vias com os piores índices, verifica-se também que a maior parte das avenidas, quando desprovidas de infraestrutura cicloviária, com algumas exceções, ostentam níveis “Baixo” ou “Muito Baixo”. Já as vias com tratamento preferencial reagiram positivamente ao ICV, mesmo que não estejam todas enquadradas no nível “Muito Alto”. Ademais, vias com declividades longitudinais menores, limites de velocidades mais baixos, e iluminação pública adequada, variáveis com coeficientes de importância acima da média, partilham igualmente de certa notoriedade. Por último, quando se examina a extensão vias segundo os níveis de ciclabilidade, nota-se que dos 534 km totais da unidade, 41,4% ou 221,6 km, podem ser considerados adequados ao uso da bicicleta, indicando que mesmo apresentando situações desfavoráveis, como a declividade, no geral, a Regional Centro-Sul, possui características que compensam as adversidades.

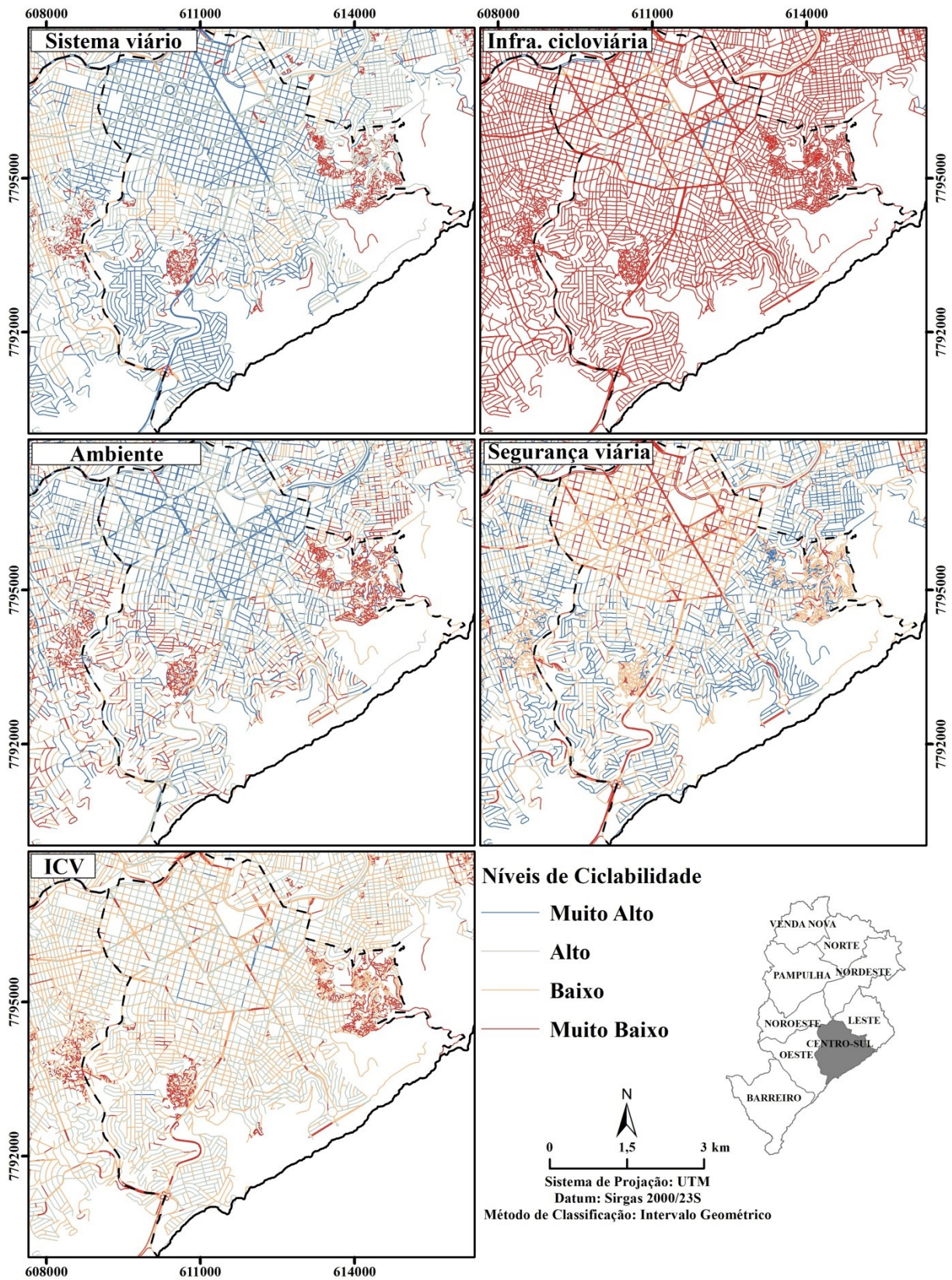


Figura 22: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Centro-Sul

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

5.1.2 Oeste

Quando analisado os níveis de ciclabilidade com base nas características do sistema viário, nota-se que a Regional Oeste é composta majoritariamente por vias do tipo “rua”, das quais boa parte está categorizada como “local” ou “coletora”. Tal fato contribuiu para que 76,8% da extensão viária se manifestassem entre os níveis “Alto” e “Muito Alto”, como pode ser observado pela Tabela 4. Todavia, convém salientar que a unidade é cortada pelas avenidas Tereza Cristina e Amazonas, importantes acessos à região central da cidade, além de ser interceptada pelo Anel Rodoviário e BR 356 — vias consideradas por outras dimensões impróprias para o uso da bicicleta.

Tabela 4: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Oeste

Nível de Ciclabilidade	Sistema viário		Infra. cicloviária		Ambiente		Segurança viária		ICV	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Muito Alto	153,4	25,6	11,9	2,0	149,2	24,9	227,3	38,0	2,0	0,3
Alto	306,0	51,2	0,7	0,1	213,8	35,7	127,4	21,3	253,3	42,3
Baixo	84,5	14,1	1,2	0,2	133,5	22,3	159,3	26,6	270,7	45,3
Muito Baixo	54,4	9,1	584,5	97,7	101,7	17,0	84,2	14,1	72,2	12,1
Total	598,3	100,0	598,3	100,0	598,3	100,0	598,3	100,0	598,3	100,0

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Da mesma forma que unidade administrativa anterior, a Regional Oeste não possui uma malha cicloviária expressiva. Apenas 2,3% da extensão viária, como pode ser observado na coluna “Infraestrutura cicloviária”, possuem algum tipo de tratamento (destaque para a ciclovia da Avenida Teresa Cristina). Apesar de alguns bairros situarem-se em áreas mais declivosas, a exemplo do Buritis e Vila São Jorge, localizados nas porções leste e sul da unidade, respectivamente, a maior parte da superfície viária enquadra-se nos dois níveis superiores (Ambiente). Já a segurança viária, em uma análise meramente visual da terceira dimensão, apresenta-se de forma heterogênea pelo território da unidade, o que pode ser observado pela Figura 23. A iluminação pública é deficitária em áreas de vilas e favelas, o que piora a avaliação nessas localidades, e boa parte dos acidentes estão concentrados nas vias principais. Com relação ao ICV, aproximadamente 40% da extensão viária apresentam-se como nível “Alto” e “Muito Alto”. Novamente, as vias com algum tipo de infraestrutura cicloviária se destacaram dentre as demais. Neste aspecto, algumas vias do bairro Gutierrez, mesmo sem tratamento, chamam a atenção por um lado positivo. Os piores resultados estão concentrados em comunidades, onde o sistema viário se mostra inadequado para o ciclismo.

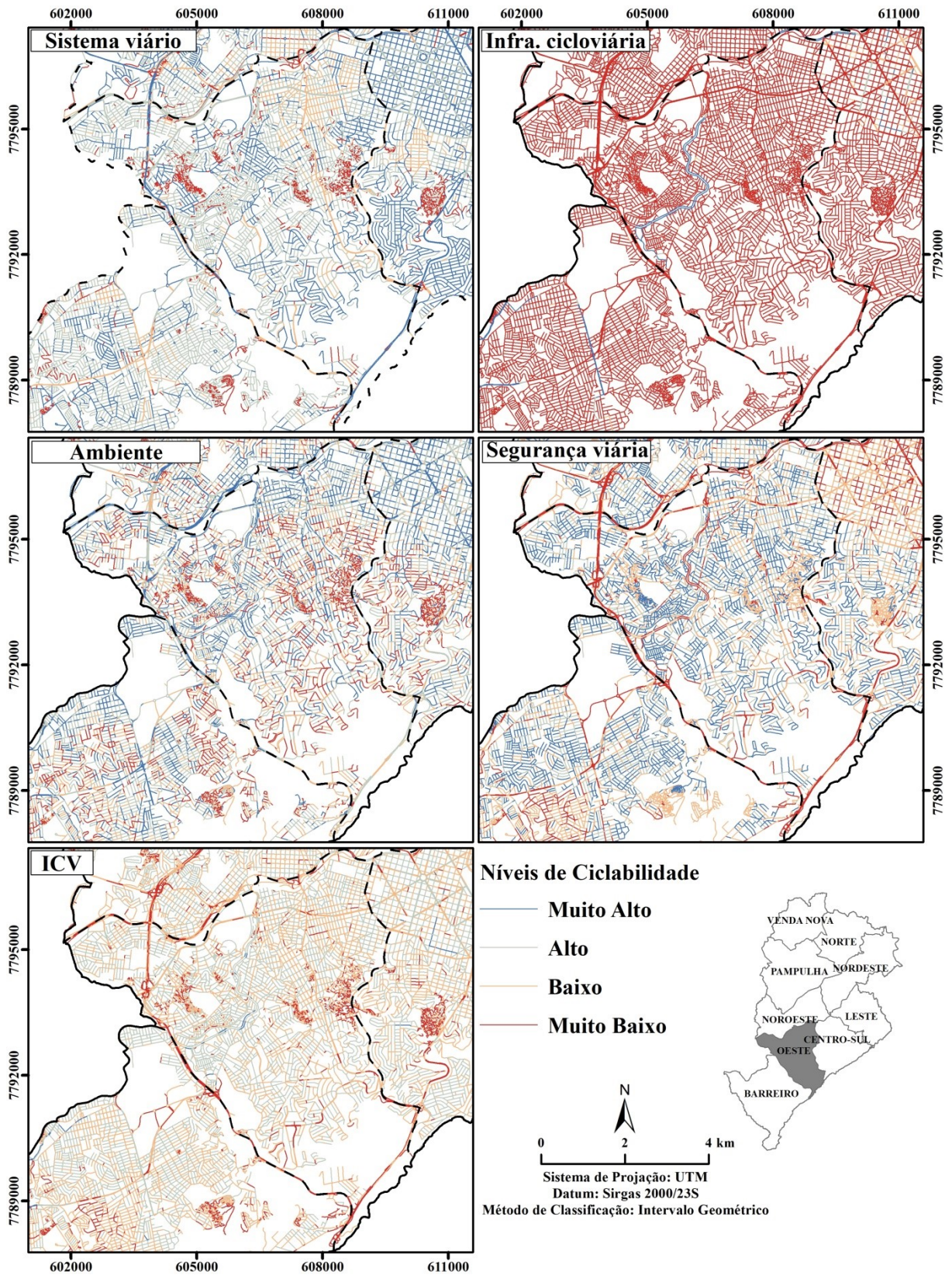


Figura 23: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Oeste

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

5.1.3 Leste

A análise das características do sistema viário indica que a Regional Leste, no geral, apresenta boas condições de ciclismo. A partir da Tabela 5 é possível constatar que 328,9, dos 430,8 km de extensão viária total, apresentam níveis de ciclabilidade “Alto” e “Muito Alto”. Ainda neste contexto, as vias com os piores resultados concentram-se na porção leste da unidade, especialmente no Bairro Alto Vera Cruz, que possui alguns acessos categorizados como “becos” e “travessas”, e nas avenidas Silviano Brandão e Cristiano Machado. Por outro lado, quando analisado a segunda dimensão, os resultados apontam para uma ciclabilidade inadequada em 99,3% da extensão viária. Mesmo assim, a unidade possui uma rota cicloviária fundamental para acesso de alguns bairros ao centro comercial da cidade, a popularmente conhecida “ciclovía da Andradas”.

Tabela 5: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Leste

Nível de Ciclabilidade	Sistema viário		Infra. cicloviária		Ambiente		Segurança viária		ICV	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Muito Alto	75,3	17,5	0,7	0,2	105,2	24,4	155,6	36,1	0,1	0,0
Alto	253,6	58,9	1,8	0,4	142,3	33,0	117,6	27,3	172,0	39,9
Baixo	61,6	14,3	4,6	1,1	96,5	22,4	119,1	27,7	209,9	48,7
Muito Baixo	40,3	9,4	423,7	98,3	86,9	20,2	38,4	8,9	48,8	11,3
Total	430,8	100,0	430,8	100,0	430,8	100,0	430,8	100,0	430,8	100,0

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Por ser uma região com bairros tipicamente residenciais e apresentar a segunda maior média de declividade longitudinal, ao se analisar as características do ambiente, observa-se resultados de ciclabilidade inferiores a outras unidades. Uma avaliação visual permite aferir que a proximidade com a Serra do Curral, porção leste, contribui para este cenário (Figura 24). Os resultados da segurança viária revelam que bairros mais periféricos carecem de iluminação pública adequada, a exemplo do Conjunto Taquaril e Granja de Freitas. Por fim, os resultados ICV refletem bem os cenários encontrados nas dimensões. Pelo fato de possuírem tratamento preferencial para bicicletas, as Avenidas dos Andradas e Country Club de Belo Horizonte, localizada no Bairro Pirineus, se destacaram positivamente. No total, aproximadamente 40% da extensão viária da unidade apresentam níveis de ciclabilidade “Alto” e “Muito Alto”. Influenciadas por um relevo mais acidentado e tipologia viária inadequada ao uso da bicicleta, 258,7 km da superfície viária enquadraram-se nos níveis “Baixo” e “Muito Baixo”.

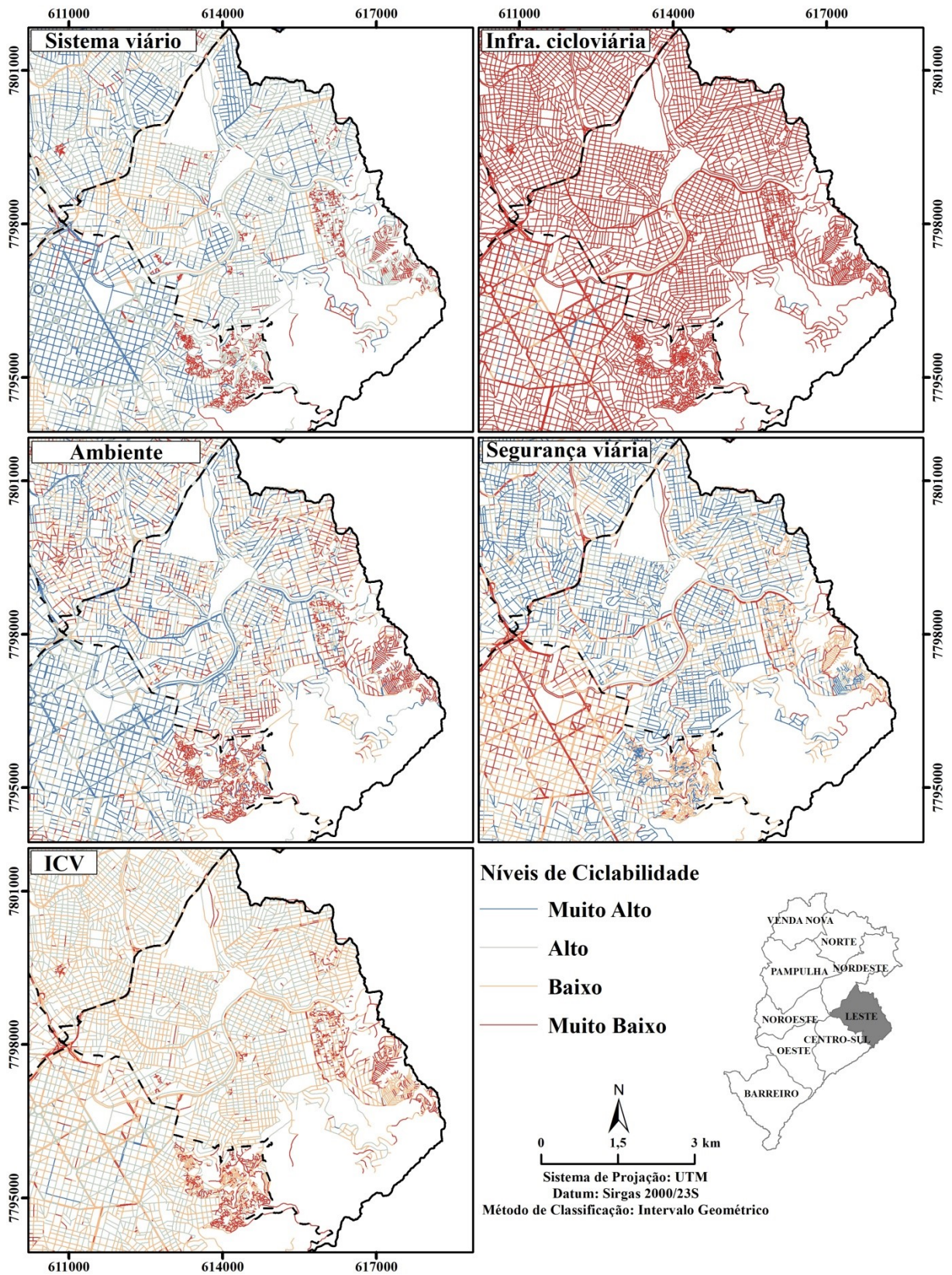


Figura 24: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Leste

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

5.1.4 Noroeste

A Regional Noroeste, assim como as duas unidades anteriores, ostenta um padrão viário que se mostra efetivo quanto ao uso da bicicleta em mais de 75% de sua extensão. Os resultados da segunda dimensão, mostrados na Tabela 6, permitem verificar a existência de apenas 9 km de vias com algum tipo de estrutura destinada ao transporte por bicicleta, a ciclovia da Avenida Américo Vespúcio e a ciclofaixa da Avenida Amintas Jaques de Moraes, situadas nas porções leste e oeste, respectivamente (Figura 25).

Tabela 6: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Noroeste

Nível de Ciclabilidade	Sistema viário		Infra. cicloviária		Ambiente		Segurança viária		ICV	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Muito Alto	125,8	22,0	5,2	0,9	168,8	29,6	220,1	38,6	0,4	0,1
Alto	303,7	53,2	2,7	0,5	200,3	35,1	129,1	22,6	245,4	43,0
Baixo	97,6	17,1	1,1	0,2	119,0	20,8	138,0	24,2	262,8	46,1
Muito Baixo	43,6	7,6	561,5	98,4	82,6	14,5	83,4	14,6	62,0	10,9
Total	570,6	100,0	570,6	100,0	570,6	100,0	570,6	100,0	570,6	100,0

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Ao se observar as características do ambiente é possível constatar que as vias com melhores resultados se localizam na porção central da unidade, possivelmente onde o relevo se apresenta menos declivoso, como é caso da área interceptada pela Avenida Pedro II, no sentido oeste-leste. Quanto ao uso do solo, a Regional Oeste possui 66% de sua extensão viária categorizada como uso “misto”, fato que pode influenciar os resultados gerais da dimensão em análise. Já a segurança viária, apresenta os piores resultados em vilas e favelas, a exemplo da Pedreira Prado Lopes, que é o efeito de uma iluminação é deficitária. Outros locais que também se despontam negativamente são as vias principais que cortam a região, a exemplo do Anel Rodoviário, que intercepta a unidade ao sul e acompanha limitando-a até porção norte, onde se inicia a Regional Pampulha, bem como as avenidas Pedro II, Presidente Carlos Luz e Presidente Antônio Carlos. Tais vias, como é caso do Anel Rodoviário, concentram grande parte dos acidentes de trânsito ocorridos na cidade. O índice geral indica que 43% da extensão viária apresentam níveis de ciclabilidade “Alto” e apenas 0,1% “Muito Alto”. A baixa recorrência de vias com tratamento para bicicleta é o principal responsável pelo inexpressivo índice de vias classificadas como “Muito Alto”. No entanto, é possível observar ruas próximas à Avenida Amintas Jaques de Moraes, porção oeste, classificadas como “Alto”, indicando uma predisposição da região ao modo de transporte não motorizado.

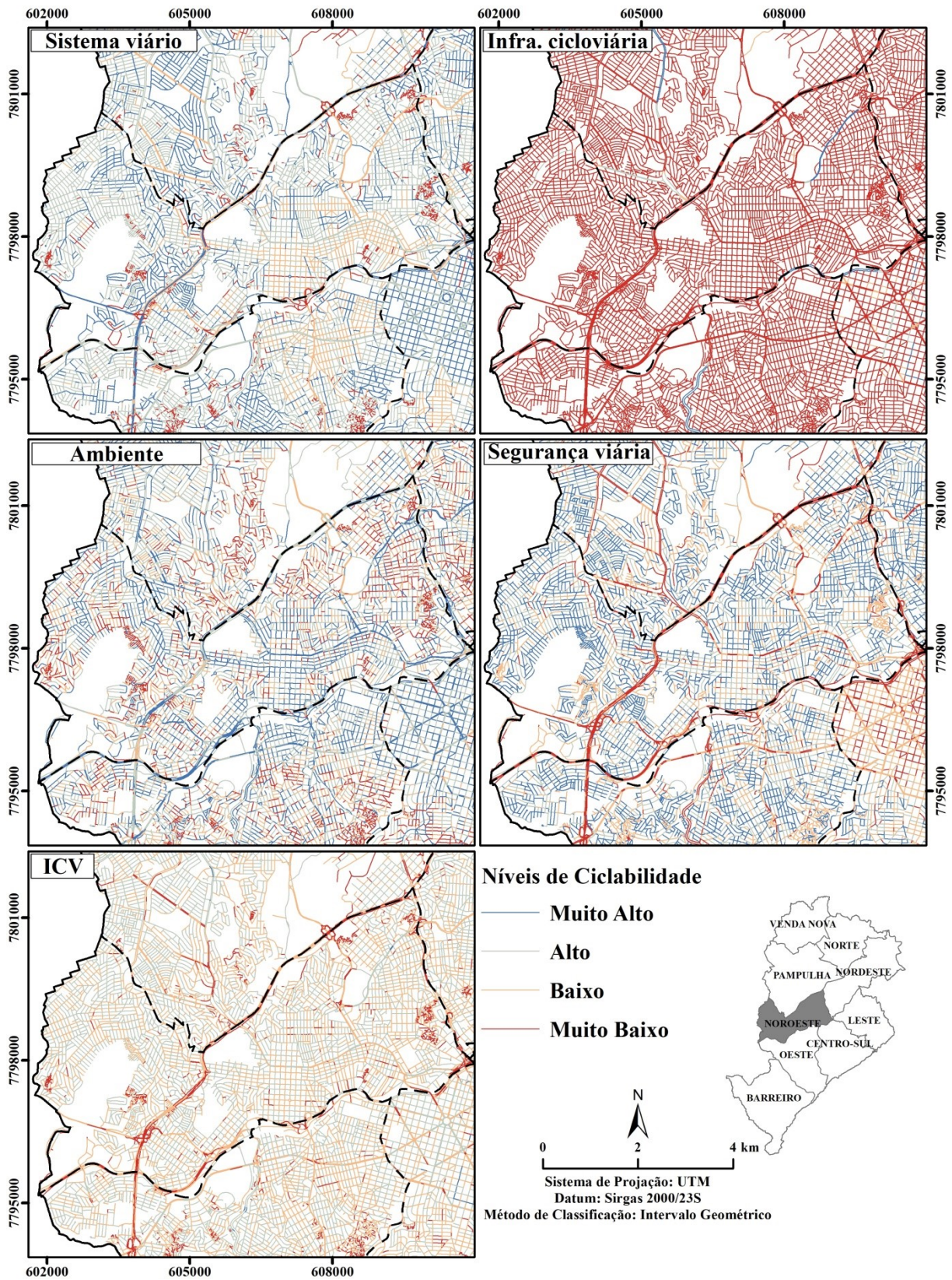


Figura 25: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Noroeste

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

5.1.5 Pampulha

A Regional Pampulha pode ser considerada um caso à parte. Além de concentrar grande parte infraestrutura cicloviária da cidade, as características viárias também contribuem para que a unidade seja considerada o principal polo gerador de viagens não motorizadas de Belo Horizonte. Como pode ser observado na Tabela 7, 248,8 km de vias são classificadas como nível “Muito Alto”, e esse resultado pode ser explicado pelas vias mais largas, como média do leito carroçável acima de 8 metros de largura, bem como pela tipologia viária, onde boa dos segmentos parte são caracterizados como “ruas” ou “alameda”, a exemplo daquelas localizadas no Bairro São Luiz e Bandeirantes. A extensão viária classificada como “Alto” também se destaca em relação a outras unidades. Em contrapartida, o tipo de pavimentação colaborou para que as vias localizadas no Bairro Ouro Preto e, principalmente, no Campus Pampulha da UFMG, porção central da unidade, apresentassem resultados não muito favoráveis ao uso da bicicleta, uma vez que o leito carroçável destes locais são parcialmente recobertos por calçamento.

Tabela 7: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Pampulha

Nível de Ciclabilidade	Sistema viário		Infra. cicloviária		Ambiente		Segurança viária		ICV	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Muito Alto	248,8	37,3	27,3	4,1	222,4	33,3	246,2	36,9	14,9	2,2
Alto	313,8	47,0	7,6	1,1	282,9	42,4	140,4	21,0	359,0	53,8
Baixo	71,3	10,7	10,3	1,5	116,5	17,5	191,9	28,8	250,9	37,6
Muito Baixo	33,3	5,0	622,1	93,2	45,5	6,8	88,7	13,3	42,5	6,4
Total	667,2	100,0	667,2	100,0	667,2	100,0	667,2	100,0	667,2	100,0

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Como dito anteriormente, a região da Pampulha é a unidade melhor assistida em termos de infraestrutura direcionada aos deslocamentos por bicicleta. Com base na dimensão “Infraestrutura cicloviária”, verifica-se 45,2 km de vias com algum tipo de tratamento. Além da ciclovia da Avenida Otacílio Negrão de Lima, que circunda quase completamente a lagoa da Pampulha, observam-se também rotas cicloviárias importantes, a exemplo das avenidas Professor Clovis Salgado, Fleming, e Presidente Tancredo Neves, o investimento mais recente em infraestrutura cicloviária da cidade, cuja ciclovia, posicionada na parte central da avenida, fora construída em 2017. Ao reparar mais atentamente a Figura 26 é possível ainda apontar trechos da Avenida Antônio Carlos e dos acessos da UFMG com algum tipo de estrutura. Na verdade, tais estruturas referem-se à paraciclos destinados ao estacionamento de bicicletas,

que na Avenida Antônio Carlos estão localizados próximos às estações do MOVE e, no campus da UFMG, na portaria dos prédios das escolas.

Por abrigar diversos bairros residenciais, como Castelo, Santa Terezinha, Braúnas, Paquetá e Santa Rosa, boa parte das vias da unidade, quanto ao uso do solo, se enquadra no “uso exclusivamente residencial”. Todavia, para a terceira dimensão, o que mais destaca é a topografia favorável ao transporte ativo. A Regional Pampulha é a unidade administrativa com a menor média de declividade longitudinal, cooperando para que 505,2 km de extensão viária sejam classificadas em níveis “Alto” e “Muito Alto”. Nesse sentido, vias próximas aos corpos d’água, como as avenidas Otacílio Negrão de Lima e Professor Clovis Salgado, que se orienta pelo Córrego Sarandi, são favorecidas pelas características naturais do ambiente, se tornando amplamente utilizadas também na prática do ciclismo como esporte.

Quanto às características da segurança viária, nota-se que a unidade não possui grandes áreas descobertas de iluminação pública adequada. As localidades com as piores avaliações são a UFMG e o Bairro Manacás, situado na porção sul. Velocidades médias mais baixas, análise realizada com base na hierarquização viária, contribuem para a boa distribuição espacial das vias classificadas como “Muito Alto” em relação à área de abrangência da regional. Quanto aos acidentes, o fato de atrair grandes quantidades de viagens pode justificar o número elevado de ocorrências registradas. Em 2019 foram 5.240 registros e a maior parte envolvendo ciclistas ocorreu na Avenida Otacílio Negrão de Lima ou nas proximidades. Não obstante, aproximadamente 75% da extensão viária enquadraram-se em níveis “Alto” e “Muito Alto”, caracterizando a unidade como a mais segura e a melhor avaliada na dimensão “Segurança viária”.

O ICV indica que 2,2% da extensão viária apresentam níveis de ciclabilidade “Muito Alto”. É a maior extensão viária com esta classificação entre as unidades. Além das vias com alguma infraestrutura, destacam-se outras localizadas próximas a estas e que também possuem boa avaliação, tornando mais descomplicada, do ponto de vista de recursos necessários, uma possível expansão da malha cicloviária existente, tendo em vista a predisposição dessas vias ao modo de transporte não motorizado. No total, a unidade dispõe de 373,8 km em níveis “Alto” e “Muito Alto”. As vias que, por via de regra, possuem os maiores fluxos de veículos, como o Anel Rodoviário, que limita a porção sul da unidade, e as avenidas Antônio Carlos e Heráclito Mourão de Miranda concentram os piores resultados de ciclabilidade.

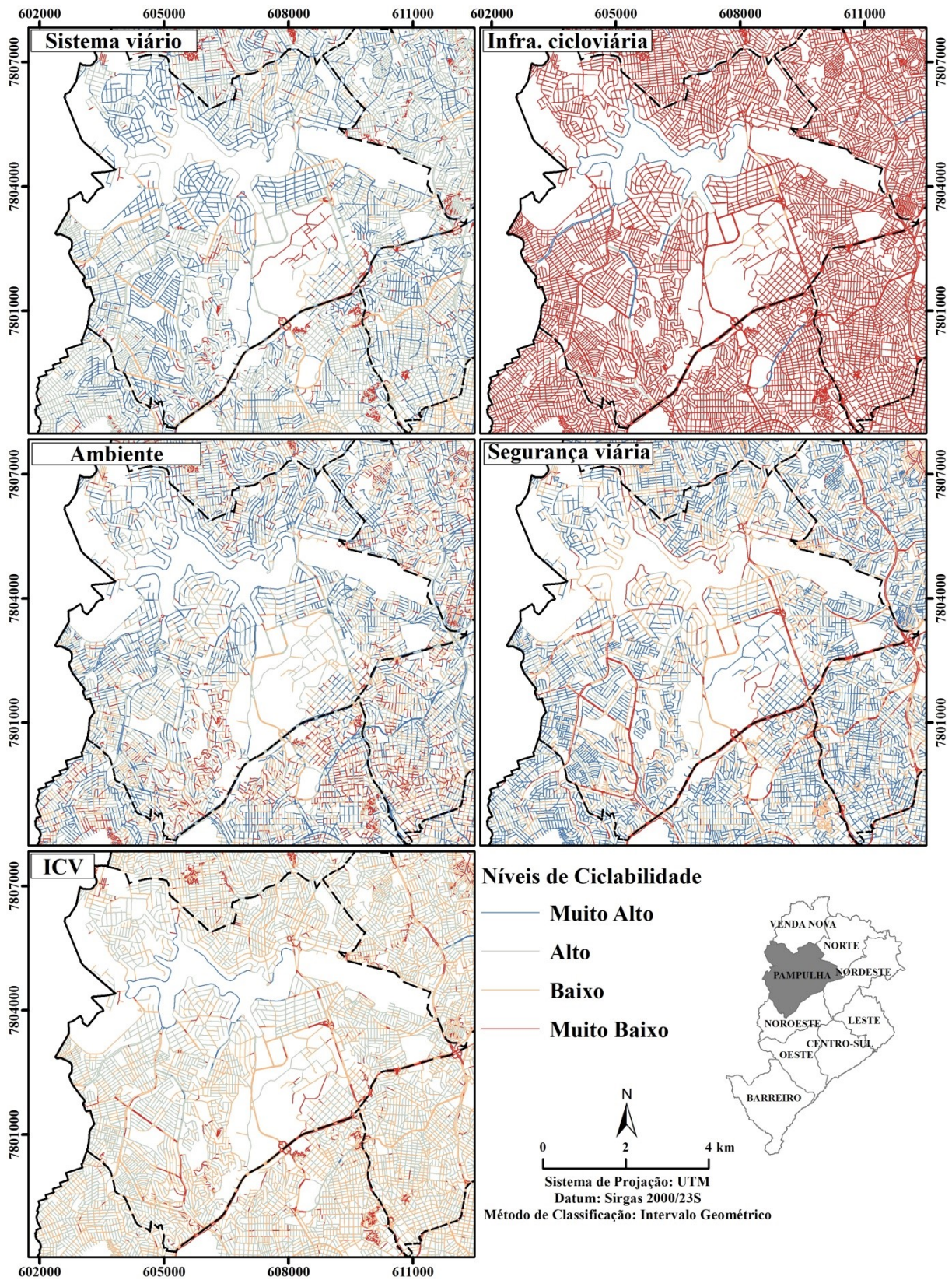


Figura 26: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Pampulha

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

5.1.6 Nordeste

Os resultados do sistema viário da Regional Nordeste, Tabela 8, mostram que mais de 55% da extensão viária da unidade, possui nível de ciclabilidade “Alto”. Os níveis “Muito Alto” correspondem a 25,1 km da extensão viária e estão mais concentrados na porção sul, contempladas pelos bairros Palmares, Santa Cruz e Cidade Nova. Ao norte da unidade, as vias com os piores resultados concentram-se nos bairros Capitão Eduardo e Jardim Vitória, que possuem histórico de ocupação recente. Por essa situação, boa parte das vias, principalmente aquelas localizadas próximas ao limite do município, ainda não contam com pavimentação asfáltica (Figura 27).

Tabela 8: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Nordeste

Nível de Ciclabilidade	Sistema viário		Infra. cicloviária		Ambiente		Segurança viária		ICV	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Muito Alto	155,5	25,1	0,0	0,0	126,6	20,4	238,2	38,4	0,0	0,0
Alto	344,9	55,6	0,0	0,0	199,7	32,2	138,7	22,3	231,7	37,3
Baixo	50,8	8,2	2,4	0,4	155,1	25,0	161,9	26,1	300,9	48,5
Muito Baixo	69,5	11,2	618,3	99,6	139,3	22,4	81,9	13,2	88,1	14,2
Total	620,7	100,0	620,7	100,0	620,7	100,0	620,7	100,0	620,7	100,0

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Como exposto no item 4.1, a Regional Nordeste é a única unidade que ainda não possui via com tratamento preferencial para bicicleta. Contudo, tal cenário está prestes a se alterar com a conclusão das obras da Via 710, um importante acesso de ligação da unidade à Regional Leste, que contará com tratamento preferencial do tipo ciclovia. Os 2,4 km da segunda dimensão classificados como nível “Baixo” referem-se exclusivamente à paraciclos localizados na Avenida Cristiano Machado e proximidades. Através da dimensão “Ambiente” nota-se um gradiente viário mais declivoso na porção leste da unidade. Todavia, é difícil perceber um padrão de vias interligadas com declividade longitudinal mais suave, fato que pode prejudicar o deslocamento por modos não motorizados. Já a segurança viária exibe a fragilidade das áreas de ocupação mais recente quanto à disposição adequada de infraestrutura urbana. Mesmo assim, mais de 60,7% da extensão viária possuem resultados favoráveis ao uso da bicicleta. Os resultados do ICV não indicam registros de superfície viária categorizadas como nível “Muito Alto”, representando o pior resultado neste quesito entre as nove regionais administrativas. O Anel Rodoviário e as vias contempladas pelos bairros Vila Maria, Capitão Eduardo e Jardim Vitória agregam resultados negativos à unidade.

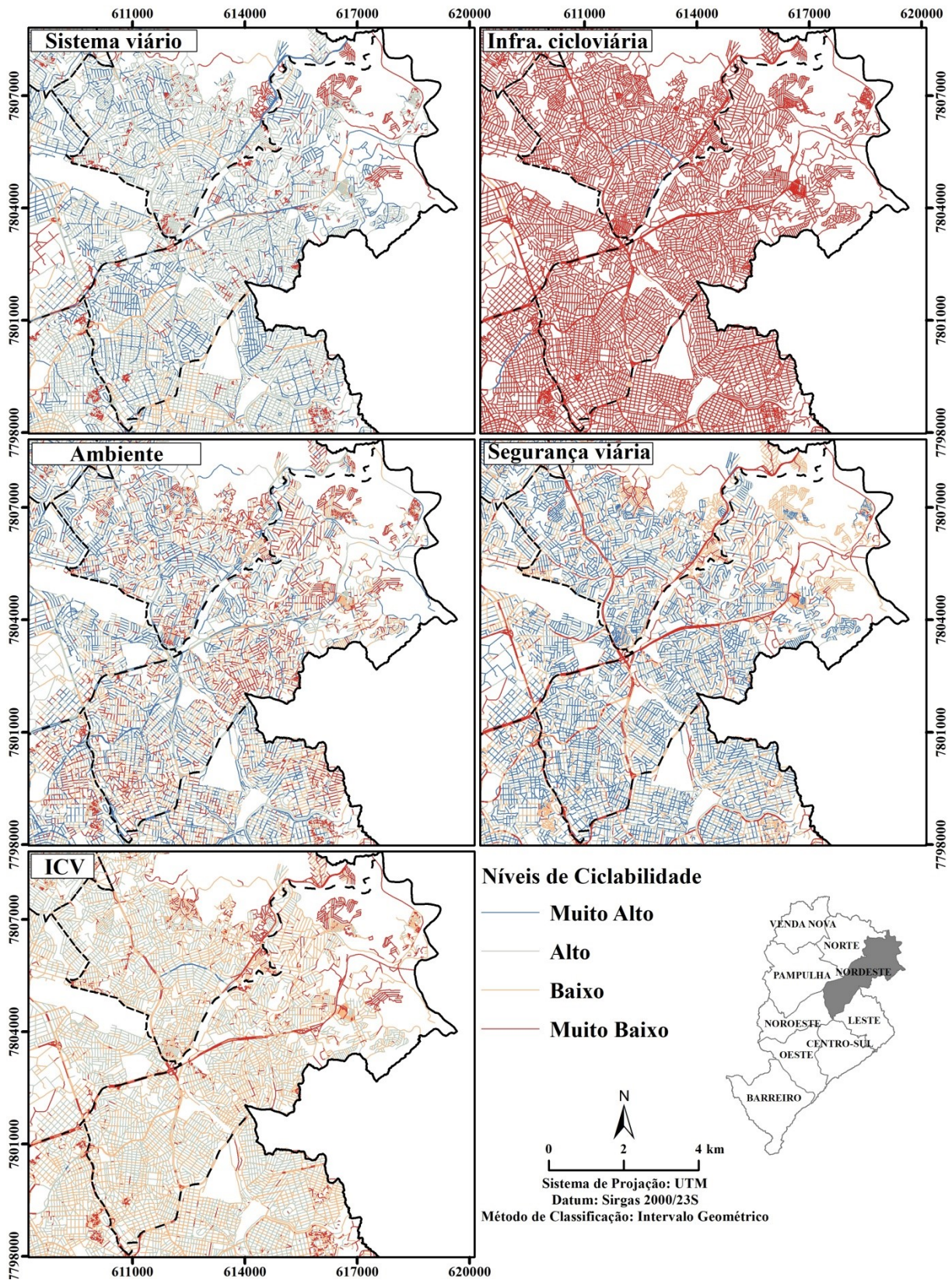


Figura 27: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Nordeste

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

5.1.7 Norte

Para a Regional Norte, quando observado a distribuição espacial dos resultados da primeira dimensão (Figura 28), nota-se a ocorrência de vias classificadas como nível “Alto” em quase toda sua área de abrangência. A Tabela 9 aponta que 85,3% da extensão viária da unidade se enquadram como “Alto” e “Muito Alto, sendo o melhor resultado, em termos percentuais, quando comparanda às demais unidades. Por outro lado, verifica-se que as vias piores avaliadas são aquelas com pavimentação não asfáltica, localizadas no Bairro Granja Werneck, porção leste. Ao se analisar a dimensão “Infraestrutura cicloviária”, nota-se que as ciclovias das avenidas Saramenha e Risoleta Neves, esta última localizada no limite entre as unidades Norte e Nordeste, somam aproximadamente 6 km de extensão, o que representa menos 2% de extensão viária com algum tipo de tratamento.

Tabela 9: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Norte

Nível de Ciclabilidade	Sistema viário		Infra. cicloviária		Ambiente		Segurança viária		ICV	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Muito Alto	85,0	19,4	5,8	1,3	110,7	25,3	166,1	37,9	3,1	0,7
Alto	288,8	65,9	0,5	0,1	156,2	35,7	83,1	19,0	180,3	41,1
Baixo	21,4	4,9	1,4	0,3	91,1	20,8	125,2	28,6	193,6	44,2
Muito Baixo	42,9	9,8	430,5	98,2	80,2	18,3	63,8	14,6	61,2	14,0
Total	438,2	100,0	438,2	100,0	438,2	100,0	438,2	100,0	438,2	100,0

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Por ser uma região com bairros predominantemente residenciais e apresentar ocupações em áreas de encostas, aproximadamente 39% da extensão viária enquadraram-se nos níveis “Muito Baixo” e “Baixo”. Além disso, uma análise mais acurada das características do ambiente revela que as vias contempladas pelos níveis superiores de ciclabilidade apresentam-se desconexas, mesmo sendo a maior parte da extensão viária. A dimensão “Segurança viária” sinaliza que as vias localizadas nas áreas mais periféricas carecem de boa iluminação e que a Avenida Risoleta Neves, mesmo com tratamento preferencial para bicicleta, concentra alguns dos acidentes ocorridos na unidade. Por fim, o ICV indica que 41,1% da extensão viária apresentam níveis de ciclabilidade “Alto” e 0,5% “Muito Alto”. E diferente do assistido na terceira dimensão, onde vias melhores avaliadas se mostraram desconexas, no índice geral vias classificadas em nível “Alto” apresentam certa conectividade entre si, principalmente na porção sul da unidade.

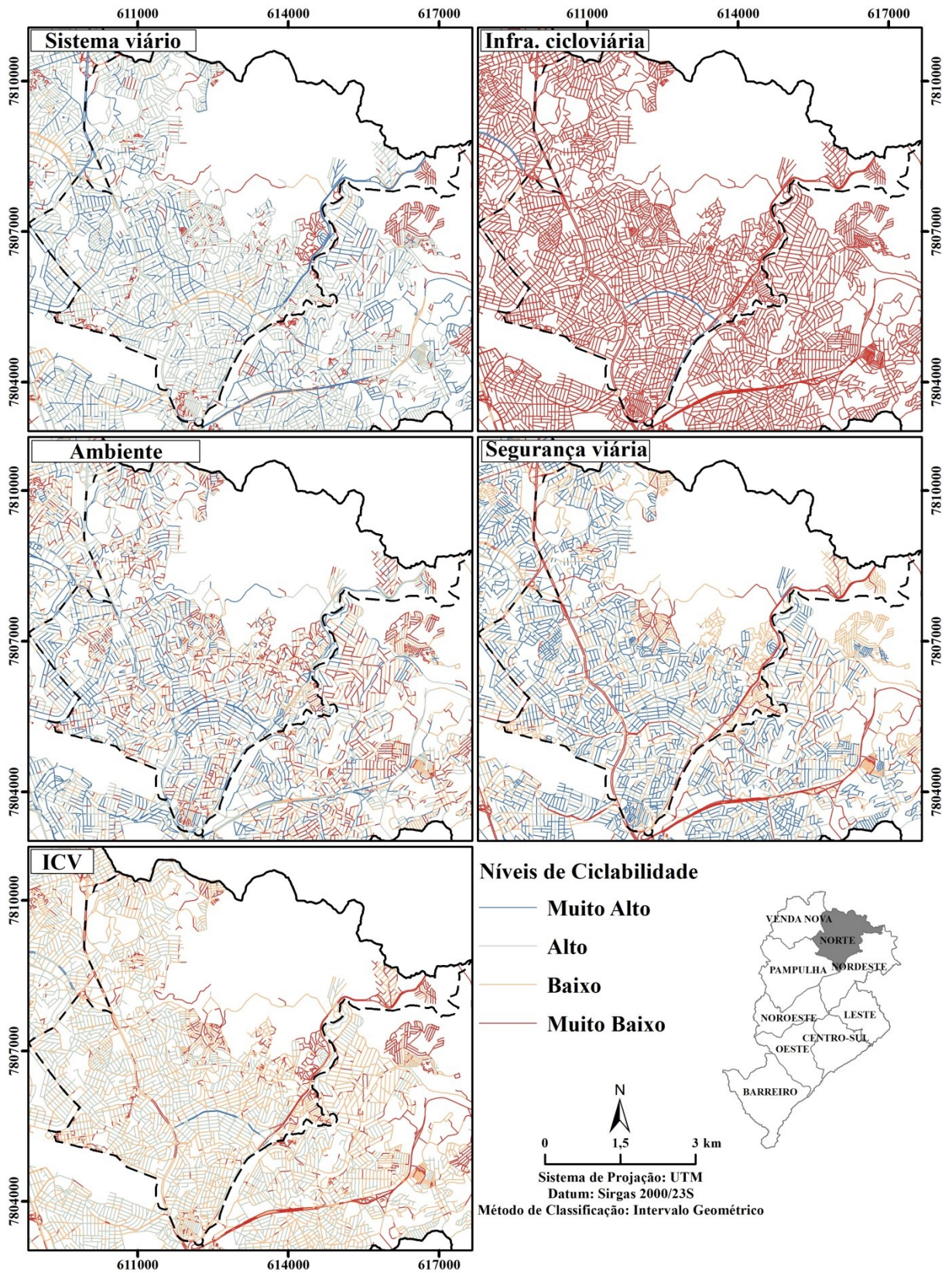


Figura 28: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Norte

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

5.1.8 Venda Nova

A Regional Venda Nova é outra unidade com características do sistema viário favoráveis à bicicleta como modo de transporte. No total, 85,2% de sua malha viária foi classificada como “Alto” e “Muito Alto”, quando analisado o nível de ciclabilidade (Tabela 10). Chama atenção as vias classificadas como “Muito Alto” que, além de representarem 20,6% da extensão total, mostram-se ainda conectadas às vias com tratamento preferencial, formando uma espécie de rede viária com boas condições de ciclismo (Figura 29), a exemplo da Rua dos Astecas e Rua Érico Veríssimo, localizadas na porção sul e que se conectam a ciclofaixa da Avenida Augusto dos Anjos. As vias com as piores condições ao uso da bicicleta são justamente aquelas que possuem o maior fluxo e veículos, como Avenida Vilarinho, considerada uma via arterial, e algumas vias localizadas nas áreas de vilas e favelas, como Vila Santa Mônica e Vila Nossa Senhora Aparecida.

Tabela 10: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Venda Nova

Nível de Ciclabilidade	Sistema viário		Infra. cicloviária		Ambiente		Segurança viária		ICV	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Muito Alto	103,7	20,6	6,7	1,3	141,3	28,0	225,8	44,8	3,7	0,7
Alto	326,1	64,6	8,0	1,6	196,6	39,0	115,4	22,9	267,9	53,1
Baixo	33,4	6,6	5,1	1,0	103,2	20,5	122,8	24,4	198,8	39,4
Muito Baixo	41,2	8,2	484,6	96,1	63,3	12,6	40,4	8,0	34,0	6,7
Total	504,4	100,0	504,4	100,0	504,4	100,0	504,4	100,0	504,4	100,0

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Venda Nova é a terceira unidade em extensão de vias com infraestrutura destinadas à bicicleta. A principal delas é a Avenida Vilarinho que pode ser utilizada para acessar sete bairros distintos. É uma região que concentra bairros residenciais, mas conta com edificações dedicadas ao comércio nas vias principais ou proximidades. No entanto, a topografia exerce forte influência nos resultados da terceira dimensão. As áreas localizadas nas extremidades da unidade são as mais declivosas, onde boa parte da drenagem verte para o Córrego Vilarinho (atualmente canalizado sob a Avenida Vilarinho), que, logicamente, apresenta menor gradiente viário. Já a o desempenho da iluminação pública é o principal responsável pelas vias enquadradas nos níveis “Baixo” e “Muito Baixo” da dimensão “Segurança viária”. Os resultados do ICV mostram que 53,9% da extensão viária da unidade apresentam boas condições de ciclismo. As vias com os piores desempenhos são aquelas localizadas em vilas e favelas, com alto fluxo de veículos e com declividade longitudinal mais acentuada.

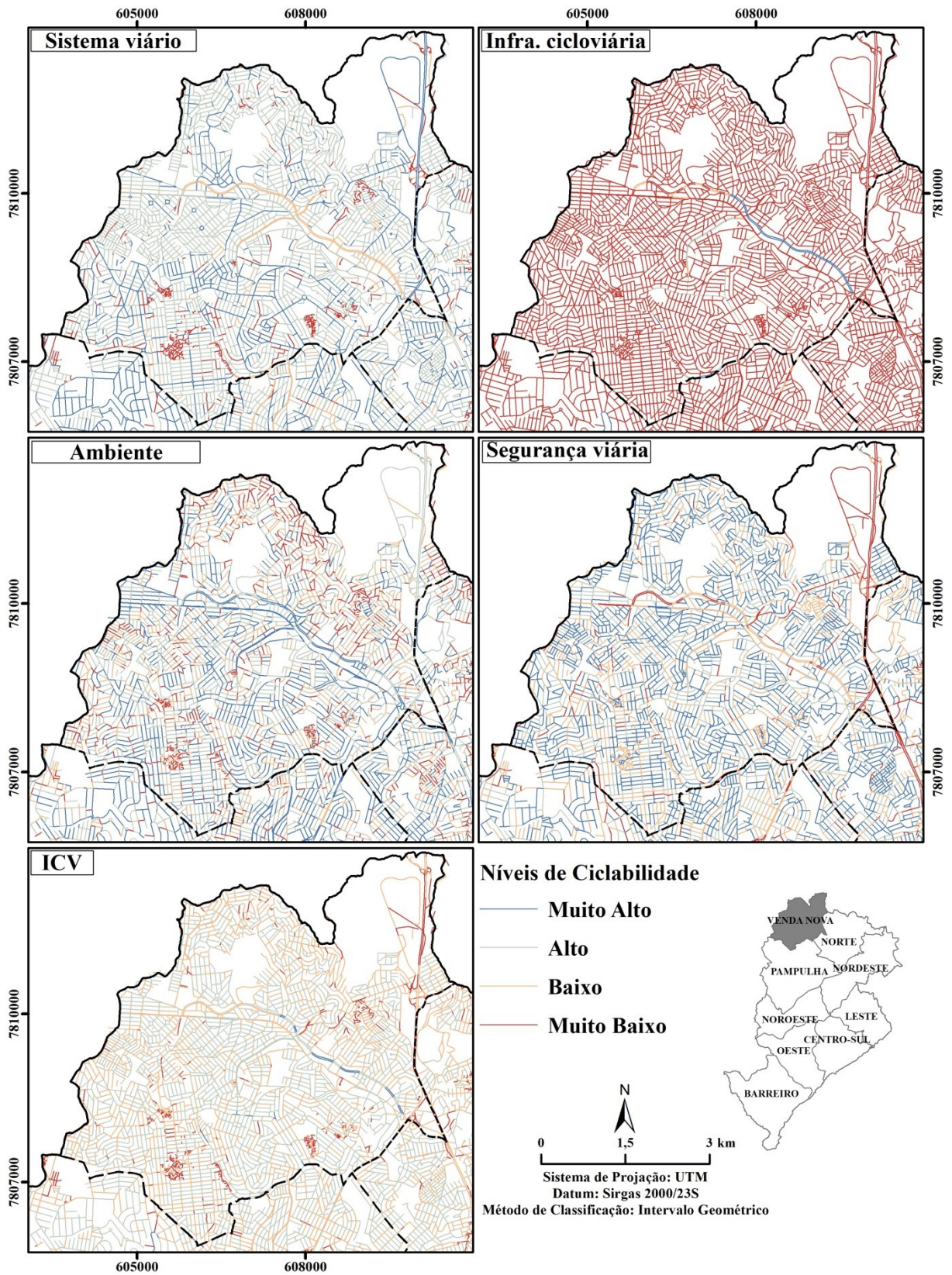


Figura 29: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Venda Nova

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

5.1.9 Barreiro

Os resultados do sistema viário para o Barreiro, Tabela 11, mostram que 54,6% da extensão viária da unidade possuem nível de ciclabilidade “Alto”. O nível “Muito Alto” corresponde a 26,1% de extensão que estão concentrados, principalmente, na porção oeste e central, contempladas pelos bairros Tirol, Teixeira Dias e Barreiro. As vias que apresentam as piores características para o uso da bicicleta, considerando o sistema viário, são as avenidas Waldyr Soeiro Emrich, Senador Levindo Coelho, Olinto Meireles e alguns trechos do Anel Rodoviário, que limita o Barreiro e a Regional Oeste (Figura 30). Destaca-se que o grande fluxo de veículos e os limites de velocidade mais altos são atributos comuns dessas vias.

Tabela 11: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Barreiro

Nível de Ciclabilidade	Sistema viário		Infra. cicloviária		Ambiente		Segurança viária		ICV	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Muito Alto	115,4	19,3	14,7	2,5	131,6	22,0	219,2	36,7	3,0	0,5
Alto	382,8	64,1	2,3	0,4	221,3	37,0	117,0	19,6	237,8	39,8
Baixo	53,5	8,9	1,8	0,3	137,9	23,1	177,9	29,8	284,3	47,6
Muito Baixo	46,0	7,7	578,8	96,9	106,8	17,9	83,6	14,0	72,5	12,1
Total	597,6	100,0	597,6	100,0	597,6	100,0	597,6	100,0	597,6	100,0

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Ao analisar a segunda dimensão nota-se que os 18,8 km de vias com tratamento preferencial para bicicleta representam apenas 3,1% do total da extensão viária da unidade. Mesmo assim, essas vias têm um papel fundamental para os usuários, uma vez que permitem acesso a 21 bairros pelos usuários adeptos à bicicleta. Em relação ao uso do solo, o Barreiro é a unidade cujas vias mostram-se menos diversificadas, ou seja, grande parte de sua extensão viária possuem o atributo “uso exclusivamente residencial, comercial ou institucional”. Quanto à topografia, os bairros mais periféricos, principalmente aqueles situados ao sul da regional, são os que apresentam a maior média de declividade longitudinal, devido a influência que a Serra do Curral exerce sobre a região. A quarta dimensão sinaliza que o Barreiro contempla algumas das maiores áreas que carecem de iluminação adequada, como os bairros Diamante, Brasil Industrial, Cardoso e Miramar, que estão localizados na porção central. Por último, o ICV mostra que 44,3% da extensão viária apresentam-se como nível “Alto” e “Muito Alto”. As vias com algum tipo de infraestrutura cicloviária se destacaram dentre as demais. Os piores resultados estão concentrados comunidades onde o sistema viário se mostra inadequado e, principalmente, nos bairros com déficit de iluminação pública.

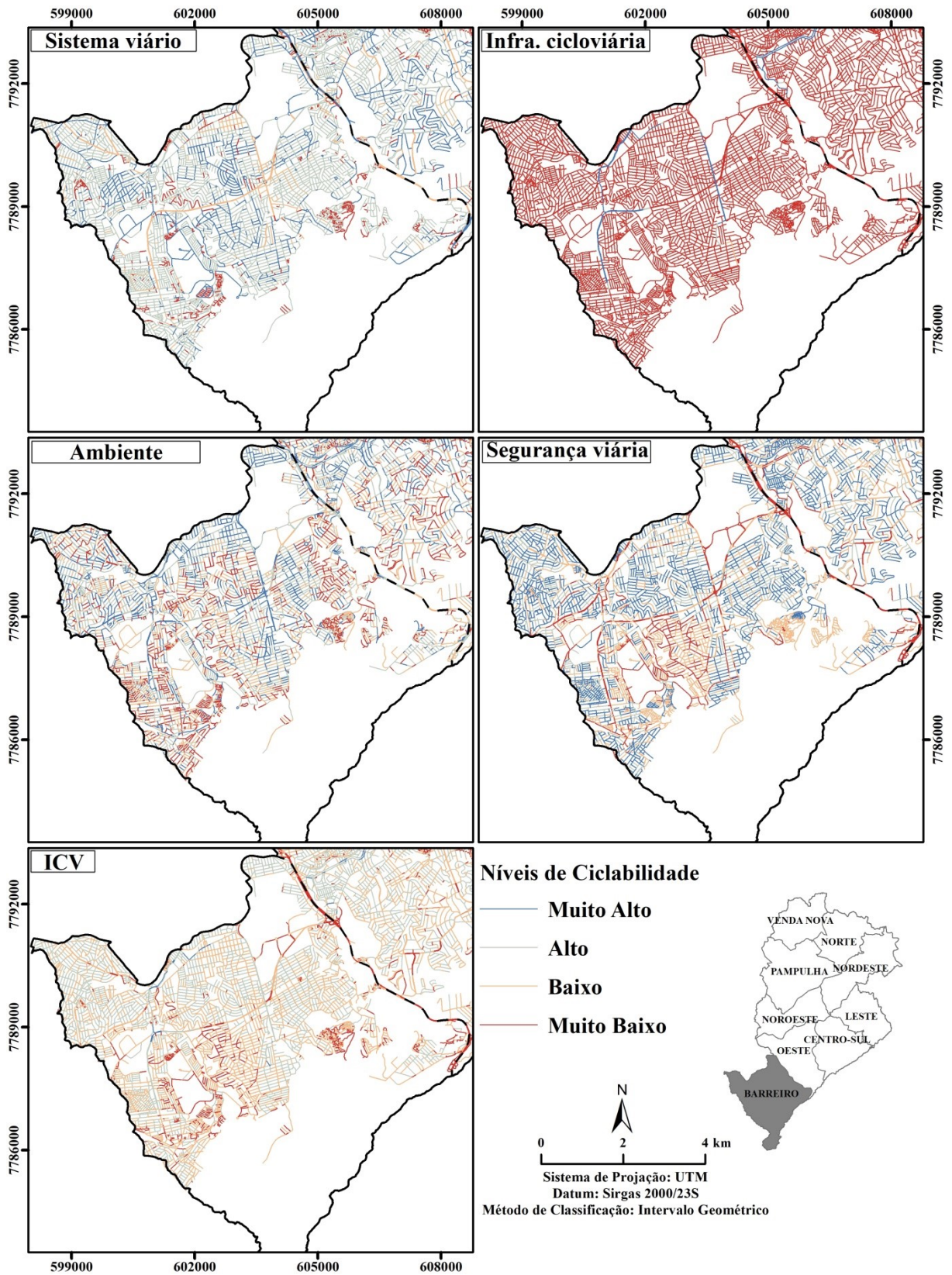


Figura 30: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade - Regional Barreiro

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

5.1.10 Belo Horizonte

Belo Horizonte, no geral, apresenta índices de ciclabilidade consideráveis, segundo a metodologia ora proposta. Quando comparadas as dimensões analisadas, observa-se que os melhores níveis de desempenho estão associados aos fatores relacionados à gurança viária e ao ambiente, respectivamente. No total, 1.824 km de extensão viária (36,9%) enquadram-se nos nível de desempenho “Muito Alto”, para a primeira dimensão, contra 1.312,6 km (25,5%) para a segunda (Tabela 12).

Tabela 12: Extensão viária segundo os níveis de ciclabilidade - Belo Horizonte

Nível de Ciclabilidade	Sistema viário		Infra. cicloviária		Ambiente		Segurança viária		ICV	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Muito Alto	1296,5	26,1	79,4	1,6	1312,6	26,5	1824,0	36,8	31,9	0,6
Alto	2711,9	54,6	28,6	0,6	1807,1	36,4	1044,8	21,1	2164,4	43,6
Baixo	522,0	10,5	46,8	0,9	1045,4	21,1	1426,6	28,7	2212,9	44,6
Muito Baixo	432,1	8,7	4807,7	96,9	797,4	16,1	667,1	13,4	553,4	11,2
Total	4962,5	100,0	4962,5	100,0	4962,5	100,0	4962,5	100,0	4962,5	100,0

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Devido às experiências já mencionadas nos capítulos anteriores, que demonstram a prioridade histórica direcionada ao transporte motorizado dentro do contexto da mobilidade urbana no Brasil, a dimensão que isoladamente apresenta os menores desempenhos para a ciclabilidade é aquela relacionada à infraestrutura cicloviária, com 4.807,6 km de extensão (96,9%) enquadradas no desempenho “Muito Baixo”. Finalmente, a dimensão que associa os fatores relacionados ao sistema viário apresenta valores bem superiores àqueles encontrados para a infraestrutura cicloviária, atingindo 1.296,5 km de vias (26,1%) para o desempenho “Muito Alto” e 2.711,9 km (54,6%) para o nível de desempenho “Alto”.

Como reflexo do desempenho das dimensões, o ICV apresenta resultados que vão de encontro ao senso comum (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Apesar do nível de desempenho “Muito Alto” ter se manifestado em apenas 0,6 % da malha viária do município, ou 31,9 km de vias, o índice apresentou níveis de desempenho “Alto” para grande parte do município, compreendendo 43,6% da extensão viária, ou 2.164,4 km. Corrobora ainda para a concepção de Belo Horizonte como um município potencialmente ciclável a performance do nível de desempenho “Muito Baixo” para o Índice, que compreende apenas 11,2% das extensão viária municipal, ou 553,4 km. Apesar do nível de desempenho “Muito Baixo”

superar em termos absolutos e relativos o nível de desempenho “Muito Alto” para o ICV, nota-se que a ciclabilidade de Belo Horizonte se configura como um reflexo da composição dos níveis de desempenho para cada dimensão. Dessa forma, os resultados apontam, portanto, para um município potencialmente ciclável, visto que 44,2% de sua malha viária (2.196,2 km de extensão viária) apresenta um comportamento que implica em níveis de desempenho “Alto” e “Muito Alto” para a ciclabilidade.

5.2 As vias cicláveis de Belo Horizonte: as possibilidades de conectividade no sistema viário

A ciclabilidade viária de Belo Horizonte também pode ser discutida sob o pano de fundo das vias estruturadas com tratamento preferencial para bicicletas. Conforme se verifica na Figura 31, há ocorrência de vias categorizadas em níveis de desempenho “Alto” e “Muito Alto” em todas as regionais do município. Todavia, percebe-se uma predominância de ocorrência (em comparação às outras unidades) de vias com níveis de desempenho “Muito Alto” na área de abrangência das regionais Pampulha, Centro-Sul e Venda Nova. Não por coincidência, são estas as regionais que apresentam as maiores quantidades de vias com tratamento preferencial para bicicletas. Mais especificamente para as Regionais Centro-Sul e Pampulha, as localizações das vias com níveis de desempenho muito alto estão espacialmente associadas a áreas de maior desenvolvimento econômico. Percebe-se também uma lógica espacial em que os segmentos de via com desempenho “Baixo” e “Muito Baixo” estão associados espacialmente a áreas de ocupação recente, como é o caso das áreas mais periféricas das regionais Norte e Nordeste e a áreas de inclinação longitudinal elevada, como aquela que abrange a porção sul do município. Semelhantemente, áreas cuja abrangência se associa a vilas e favelas carecem de níveis mais altos de desempenho para os atributos associados à ciclabilidade.

Apesar de se esperar que vias com tratamento preferencial para bicicletas apresentem um desempenho “Muito Alto” para a ciclabilidade, o modelo proposto evidenciou diversos exemplos de vias com infraestrutura cicloviária que contemplam o nível de desempenho “Alto”, e não “Muito Alto”. Mesmo que as condições para o uso da bicicleta como modo de transporte não se limitam à disponibilidade de infraestrutura cicloviária, entende-se, também, que a adequada implantação de uma infraestrutura destinada ao transporte por bicicletas não é algo trivial e acarreta diretamente em um aumento da percepção de conforto e de segurança

para os ciclistas. Todavia, reconhece-se que sua implantação inadequada pode implicar o não aproveitamento das potencialidades para o estímulo de um transporte por bicicletas adequado.

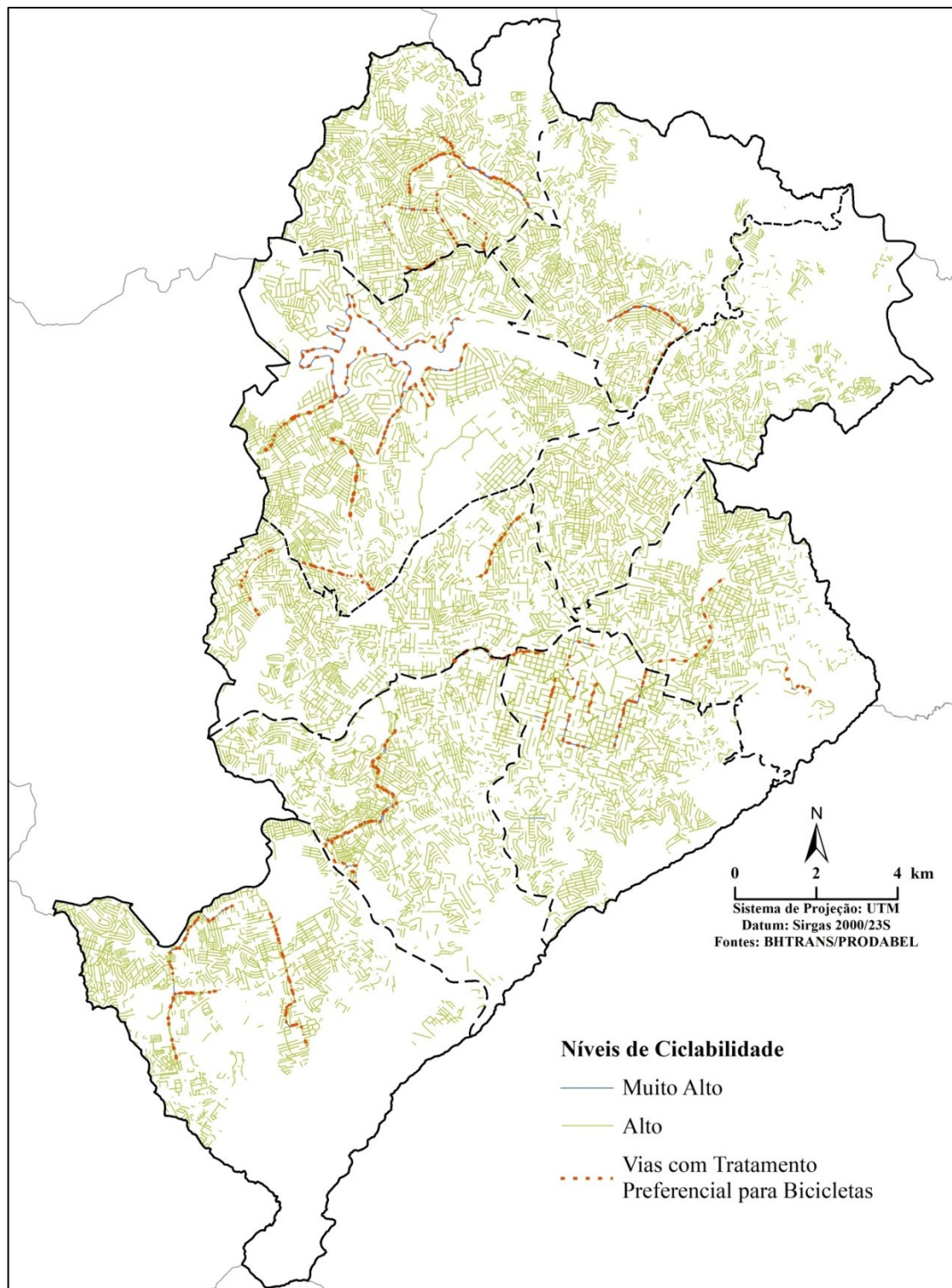


Figura 31: Distribuição espacial das vias segundo os níveis de ciclabilidade “Alto” e “Muito Alto” - Belo Horizonte

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Observa-se, por fim, que há potencial para a criação de novas rotas para bicicletas capazes de conectar áreas cujo nível de desempenho para a ciclabilidade é considerado superior. São possíveis conexões inter-regionais, por exemplo, rotas entre a Regional Pampulha e a Venda Nova através de vias como a Avenida Dom Pedro I, conexões entre a Regional Pampulha e a Noroeste através das avenidas João XXIII e Amintas Jacques de Moraes e Centro-Sul e Oeste através da Avenida Amazonas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa de dissertação, ao propor um modelo para estimar o nível de ciclabilidade viária no município de Belo Horizonte, busca, além do desenvolvimento metodológico na área, oferecer parâmetros capazes de auxiliar as políticas de transportes alternativo, tão úteis à realidade das grandes cidades do país. Do ponto de vista teórico também há um longo caminho a trilhar. Como relatado, o conceito de ciclabilidade ainda é pouco explorado academicamente e sua origem, bastante recente, remete ao desenvolvimento de estudos sobre o transporte ativo, mais diretamente associado ao conceito de mobilidade e acessibilidade sustentável. Dessa forma, esse trabalho possui um caráter inovador ao propor a utilização de técnicas e metodologias capazes de fomentar uma discussão mais ampla quanto ao aprimoramento e concepção indicadores úteis a gestão e planejamento urbano, capazes de induzir uma mobilidade urbana cada vez mais sustentável e eficiente.

Para a concepção do modelo proposto, a metodologia desta pesquisa baseou-se na utilização de ferramenta de análise multicritério, apoiada pelo método Delphi para estabelecer os coeficientes de importância. Por meio desta metodologia tornou-se possível avaliar cada atributo individualmente e, posteriormente, sintetizar seus desempenhos em um índice de abrangência municipal.

Em relação aos materiais e métodos utilizados, todos foram selecionados da literatura acadêmica e de fontes oficiais de informação. Dessa forma, assume-se uma confiabilidade nos dados disponibilizados por instituições como IBGE, PBH, BHTRANS e PRODABEL, sendo que qualquer imprecisão pode ser refletida nos resultados alcançados. Por isso, reitera-se a necessidade dos poderes públicos estarem sempre munidos de dados concisos sobre sua realidade, a fim de que diagnósticos e ações executivas sejam facilitados e cada vez mais precisos. Defende-se que uma boa administração pública caminha consonantemente a uma boa produção primária de informações e dados, capazes de fomentar a pesquisa e a execução de políticas públicas.

De um modo geral, os resultados sugerem que significativa parcela das vias de Belo Horizonte, que correspondem a aproximadamente 44,3% da extensão viária, apresentam bons níveis de ciclabilidade, variando entre as categorias “Alto” (43,6%) e “Muito Alto” (0,6%).

Esse desempenho costuma contrariar o senso comum que tende a considerar o município como sendo de inapropriado para o uso da bicicleta como modo de transporte, devido suas características socioambientais, principalmente aquelas relacionadas à topografia e a aspectos relacionados ao uso do transporte individual motorizado. Na verdade, Belo Horizonte possui um potencial ciclável ainda muito subutilizado. Tal conclusão pode fundamentar a tomada de decisão dos poderes públicos ao encontro de uma gestão e um planejamento urbano que inclua o transporte ativo como modo de transporte efetivo.

Além do mais, uma breve comparação entre os resultados das nove unidades administrativas evidencia a superioridade, considerando os índices de ciclabilidade, das regionais Pampulha e Venda Nova. Não por coincidência, são estas as regionais que apresentam as maiores quantidades de vias com tratamento preferencial para bicicletas e um ambiente mais amigável ao ciclismo, ou seja, relevos regulares, boa iluminação pública etc. Também é possível observar que as regionais Leste e Norte foram as unidades piores avaliadas pelo ICV. Neste ponto é possível constatar que estas unidades estão associadas espacialmente a áreas de ocupação recente, como é o caso da das áreas mais periféricas da regional Norte e a áreas de inclinação longitudinal elevada, como caso da Leste. Os resultados também proporcionaram compreender que a implantação inadequada de infraestrutura cicloviária pode implicar o não aproveitamento das potencialidades para o estímulo de um transporte por bicicletas adequado. As vias com infraestrutura cicloviária que contemplam o nível de desempenho “Alto”, e não “Muito Alto”, são exemplos esclarecedores dessa situação.

Os resultados e a metodologia proposta, mesmo com ressalvas e cuidados necessários na interpretação, podem servir de subsídio à Prefeitura de Belo Horizonte e aos órgãos competentes ligados às políticas de transporte públicos, que em tempos recentes tem feito esforços no sentido de incrementar a utilização de bicicletas no município. Como fruto desses esforços, mencionam-se as rotas cicloviárias de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2018). Trata-se de um conjunto de ações sob responsabilidade da administração municipal, que almeja atender os anseios de organizações de ciclistas e gerenciar a demanda por transporte por bicicletas pela da criação de rotas atrativas ao transporte. Assim, uma ferramenta capaz de mensurar os níveis de ciclabilidade viária seria um insumo importante a ser considerado para a execução do projeto. Ao mesmo tempo, a utilização de indicadores capazes de avaliar o nível de ciclabilidade pode fomentar o direcionamento adequado de investimentos públicos para áreas e rotas prioritárias, gerenciando a demanda de forma a incrementar o número de

viagens e estabelecer um equilíbrio no quantitativo de geração de viagens por modos de transporte. Este equilíbrio é fundamental para o alcance de uma mobilidade urbana mais sustentável.

Outros caminhos para futuras pesquisas que discutem a ciclabilidade podem ser apontados. Trabalhos que investigam se as rotas cicláveis propostas e implantadas pelos poderes municipais estão em consonância com a ciclabilidade local são um exemplo. Além disso, outras análises balizadas em informações de dados primários, como as OD's 2002 e 2012, possibilitariam confrontações que validassem os resultados aqui alcançados, um exemplo poderia ser a simulação de rotas a partir das origens e destinos de viagens realizadas pelo modo estudado. Ademais, tem-se que toda viagem motorizada se inicia por um modo de transporte ativo, como a pé e, potencialmente, por bicicleta. Assim, pesquisas que ajudem a fomentar o uso da bicicleta associado a outros modos motorizados de transporte são essenciais para a compreensão e a difusão das bicicletas como modo de transporte efetivo. Ainda, o desenvolvimento de trabalhos sobre a ciclabilidade pode fomentar e auxiliar na regulamentação de serviços, como aqueles direcionados ao compartilhamento de bicicletas, que podem minorar o tempo e o custo dos deslocamentos realizados a pé, por transporte público, ou por transporte individual motorizado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSERALD, H. Discursos da sustentabilidade urbana. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*. Campinas, n. 1, 1999.
- ALEXANDRO, C. V. C. *Bicicleta para cidades sustentáveis: uma leitura do município de Campinas*. [s.l.] Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2013.
- ALVES, L. G. K.; NYKIEL, T. P.; BELDERRAIN, M. C. N. Comparação analítica entre métodos de apoio multicritério à decisão (AMD). p. 4–7, 2007.
- AMARAL, M. C. *A Mobilidade das cidades aos pedaços: espaço-tempo-corpo dos deslocamentos em Belo Horizonte*. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- ANTP, *Sistema de Informação da Mobilidade Urbana Relatório Geral 2016*. Associação Nacional dos Transportes Públicos, São Paulo, 2018.
- AQUINO, J. N. *Uso de técnicas de modelagem e análise espacial na seleção de áreas ideais para construção de aterros sanitários em regiões metropolitanas densamente povoadas*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.
- AXHAUSEN, K. W.; SMITH, R. L. Bicyclist link evaluation: a stated-preference approach. *Transp. Res. Rec.* 1085, 7–15, 1986.
- BACCHIERI G.; GIGANTE D. P.; ASSUNÇÃO M.C. Determinantes e padrões de utilização da bicicleta e acidentes de trânsito sofridos por ciclistas trabalhadores da Cidade de Pelotas. *Cad Saúde Pública*, 2005.
- BAHIA, L. D.; DOMINGUES, E. P. *Estrutura de inovações na indústria automobilística brasileira*. Texto para Discussão IPEA, n. 1472, 2010.
- BALASSIANO, R.; CHIQUETTO, S. L.; ESTEVES, R. Transporte e Qualidade de Vida. *Transportes*, Rio de Janeiro, 1(1), 21-37, 1993.
- BAROUCHE, T. O. O caos da mobilidade urbana: Uma análise do atual regime de financiamento do transporte público municipal e a necessidade da construção de novos paradigmas. *Publicação XXIII Encontro Nacional do CONPEDI/UFSC*, p. 404-425, 2014.
- BARROS, A. P. B. G.; MARTÍNEZ, L. M. G.; VIEGAS, J. M. A caminhabilidade sob a ótica das pessoas: o que promove e o que inibe o deslocamento a pé? In *Ur. Barcelona*, 2015
- BELLOTO, J. C. A. *et al.* *A cidade em equilíbrio: contribuições teóricas ao 3º Fórum Mundial da Bicicleta*. - Curitiba: Proec/UFPR, 2014.
- BELO HORIZONTE. BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A. *PlanMob-BH – Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte: Relatório Final*. Belo Horizonte, 2012.
- BELO HORIZONTE. BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A. *Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte PlanMob-BH 2030 Relatório Síntese*, Belo Horizonte, 2017.

BELO HORIZONTE. BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A. Rotas Cicloviárias em BH. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/transportes/bicicletas/rotas-cicloviarias>. Acesso em: 20 de Abril. 2020.

BOARETO, R. (Org) A Bicicleta e as cidades: como inserir a bicicleta na política de mobilidade urbana. 2ª Ed. São Paulo: Instituto de Energia e Meio Ambiente, 83p., 2010.

BOARETO, R. A Mobilidade Urbana Sustentável. Revista dos Transportes Públicos, ANTP, n. 100, p. 45-56, 2003.

BORN, L. Vá de Bicicleta. Revista Vida Simples, v. 6, n. 7, 68ª ed., 26p, 2008.

BOTMA, H. Method to Determine Level of Service for Bicycle Paths and Pedestrian-Bicycle Paths. In Transportation Research Record 1502, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1995.

BRANDÃO, L. Da cidade moderna às contemporâneas: Notas para uma crítica do urbanismo modernista. Revista Territórios & Fronteiras, Cuiabá, vol. 7, n. 1, jan.-jun., 2014.

BRASIL Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da cidade. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jul., 2001.

BRASIL. Conselho das Cidades. Resolução nº 7, de 16 de junho de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 jul., 2005

BRASIL. Lei 12587, de 3 jan. 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério das Cidades. Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável. Caderno Cidades, n. 6, 2004.

BRASIL. Ministério das Cidades; Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Mobilidade e política urbana: subsídios para uma gestão integrada. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. PL 1687/2007. Projeto de Lei (PL) PL 1687/2007 de 02/08/2007. Institui as diretrizes da política de mobilidade urbana e dá outras providências, 2007.

BRASIL. PL 694/1995. Projeto de Lei (PL) 694/1995 de 29/06/1995. Institui as Diretrizes Nacionais do Transporte Coletivo Urbano e dá outras providências, 1995.

BRASIL. PLC 166/2010. Projeto de Lei da Câmara n. 166 de 2010. 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 271 nºs 5.917, de 10 de setembro de 1973 e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências, 2010.

BRASIL. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Caderno de Referência para a elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades. Coleção Bicicleta Brasil, Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta. Caderno 1, Brasília, 2007b.

BUEHLER, R.; DILL, J. Bikeway networks: A review of effects on cycling. *Transport Reviews*, p. 1-19, 2016.

CABRAL, A. V. Análise Multicritério Em Sistemas De Informação Geográfica Para a Localização De Aterros Sanitários: o caso da região sul da Ilha de Santiago – Cabo Verde. Mestrado (Dissertação). Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Programa de Pós Graduação em Gestão do Território. Universidade Nova de Lisboa, 2012.

CÂMARA, G. Desenvolvimento de Sistemas de Informação Geográfica no Brasil: Desafios e Oportunidades (Palestra proferida na Semana de Geoprocessamento do Rio de Janeiro, Outubro de 1996), 1996.

CARAVALHO, C. S. A inserção do transporte não motorizado no planejamento urbano dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.

CARDOSO, C. E. P. Análise do transporte coletivo urbano sob a ótica dos riscos e carências sociais. 2008. 124 p. (Tese de Doutorado em Serviço Social) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

CARDOSO, L. Transporte público, acessibilidade urbana e desigualdades socioespaciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Tese de doutorado em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

CARDOSO, L.; MATOS, R. Acessibilidade urbana e exclusão social: novas relações, velhos desafios. In: Simpósio Nacional de Geografia Urbana, Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, 2007.

MINAS GERAIS. CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais. 2012. Manual de Distribuição: Projetos de Iluminação Pública. ND-3.4. Novembro, 2012.

CÉSAR, Y. B. Avaliação da Ciclabilidade das Cidades Brasileiras. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, 2014.

CHAPADEIRO, F. C. Limites e Potencialidades do Planejamento Cicloviário: um estudo sobre a participação cidadã. Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. 1 ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1999.

CNT. Confederação Nacional do Transporte. Anuário CNT do transporte: Estatísticas consolidadas 2018. 2018.

CORRÊA, R. L. O espaço urbano. 3ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Ática, 94p., 1995.

COSTA, M. S. Mobilidade Urbana Sustentável: um estudo comparativo e as bases de um sistema de gestão para Brasil e Portugal. 2003. 186f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, 2003.

DAMATTA, R. Fé em Deus e pé na tábua – ou por que o trânsito enlouqueceu no Brasil. Rocco, Rio de Janeiro, 2010.

DAVIS, J. Bicycle Safety Evaluation. Auburn University, City of Chattanooga, and Chattanooga–Hamilton County Regional Planning Commission, Chattanooga, Tenn., 1987.

DENATRAN. Frota de Veículos. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/237-frota-veiculos>. Acesso em: 23 de Março de 2019

DILL, J.; CARR, T. Bicycle Commuting and Facilities in Major US Cities: If You Build Them, Commuters will Use Them - Another Look, Washington, DC: Transportation Research Board, 2003.

DILL, J.; MONSERE, C. M.; e MCNEIL, N. Evaluation of Bike Boxes at Signalized Intersections, Transportation Research and Education Center (TREC), University of Portland, Portland, 2011.

DIXON, L. B. Bicycle and Pedestrian Level-of-Service Performance Measures and Standards for Congestion Management Systems. In Transportation Research Record 1538, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1996.

DOWLING, R. G. *et al.* Report 616: Multimodal Level of Service Analysis for Urban Streets Multimodal Level of Service Analysis for Urban Streets, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2008.

DRUMMOND, M.; SILVEIRA, L. A gestão do território na RMBH. Funções Públicas de Interesse Comum nas Metrôpoles Brasileiras (Ipea). Brasília, 2014.

ELIOU, N.; GALANIS, A.; PROIOS, A. Evaluation of the bikeability of a Greek city: Case study “City of Volos”. WSEAS TRANSACTIONS on ENVIRONMENT and DEVELOPMENT, v. 5, n. 8, p. 545–555, 2009.

ESRI. Data classification methods. Disponível em: <<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap>>. Acesso em: 14 Abril. 2020.

EMBARQ BRASIL. Passo a passo para a construção de um Plano de Mobilidade Urbana. Porto Alegre, Brasil, 2014.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, N. G.; NORONHA S. M. Apoio à Decisão. Florianópolis: Insular, 2001.

EWING, R.; HANDY, S.; BROWNSON, R. C.; CLEMENTE, O.; WINSTON, E. Identifying and measuring urban design qualities related to walkability. J. Phys. Act. Health 3 (s1), S223–S240, 2006.

FERREIRA, M. C. Iniciação à análise geoespacial: Teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento. São Paulo: Editora Unesp, 2014.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. Transporte Público Urbano. 2ª ed., 2004.

FHWA. Reasons Why Bicycling and Walking Are and Are Not Being Used More Extensively as Travel Modes. Federal Highway Administration, US Department of Transportation McLean, VA, 2002.

FHWA. Reasons why bicycling and walking are and are not being used more extensively as travel modes. National Bicycling and Walking Study. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, (1992).

FOLLETTO, F. A. Uso de Geotecnologias para a avaliação de áreas aptas a disposição final de resíduos sólidos urbanos na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Dissertação de (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, 2016.

FORESTER, J. Effective cycling, 6th edn. The MIT Press, Cambridge, 1993.

FULLER, D. *et al.* Impact Evaluation of a Public Bicycle Share Program on Cycling: A Case Example of BIXI in Montreal, Quebec.” American Journal of Public Health 103, no.3 e85–e92, 2013.

GEHL, J. Cidades para pessoas. Perspectiva: São Paulo, 2015.

GHOLAMIALAM, A.; MATISZIW, C. M. Modeling Bikeability of Urban Systems. Geographical Analysis, n. 51, p. 73-89, 2019

GOMIDE, A. Á. Transporte urbano e inclusão social: elementos para políticas públicas, Ipea, Brasília, (Texto para Discussão n. 960), 2003.

GOMES, I. Sistemas naturais em áreas urbanas: Estudo daregional Barreiro, Belo Horizonte (MG). Caminhos de Geografia,13:139-150, 2005.

GONÇALVES, A. Modelação Geográfica de Problemas de Localização. Dissertação de Doutorado em Engenharia do Território, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2007.

GREENBERG, M. R.; RENNE, M. J. Where does walkability matter the most? An environmental justice interpretation of New Jersey data. J. Urban Health 82 (1), 90–100, 2005.

GRIGORE, E. Bikeability in Basel. Master Thesis Spatial Development and Infrastructure Systems. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 2018.

HAGGETT, P.; CHORLEY, R.J. Modelos, paradigmas e a Nova Geografia. In Modelos físicos e de informação em Geografia. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos. p. 1-19, 1975.

HANDY, S.; XING, Y.; BUEHLER, T. Factors associated with bicycle ownership and use: a study of six small U.S. cities. Transportation, v. 37, n. 6, p. 967–985, 2010.

HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2010.

C.L. Hwang and K. Yoon, Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications - A State-of-the-Art Survey. Berlin: Springer-Verlag, 1981.

ITDP - Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento. Guia de Planejamento de Bicicletas Compartilhadas. Rio de Janeiro, 2014.

JENSEN, S. Pedestrian and Bicyclist Level of Service on Roadway Segments. In Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2031, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2007.

JONES, S. R. Accessibility measures: a literature review. Transport and Road Research Laboratory. Laboratory Report 967. 1981.

JORDÃO, B. M. C; PEREIRA S. R. A Análise Multicritério na Tomada de Decisão - O Método Analítico Hierárquico de T. L. Saaty. Instituto Politécnico de Coimbra, 2006.

KAHNEMAN, D., TVERSKY, A. Choices, values and frames. Cambridge, UK. Russel Sage Foundation, Cambridge University Press, 2000.

KIRNER, J.; SANCHES, S. Análise Fatorial da Percepção sobre o Uso da Bicicleta. Engenharia Civil - UM, v. 40, p. 121–130, 2011.

KRENN, P. J.; OJA, P.; TITZE, S. Development of a Bikeability Index to assess the bicycle friendliness of urban environments. Open J. Civil Eng. 5, 451–459, 2015.

LANDIS, B. W. Bicycle Interaction Hazard Score: A Theoretical Model. In Transportation Research Record 1438, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1994.

LOBO, C.; CARDOSO, L.; MAGALHÃES, D. Acessibilidade e mobilidade espaciais da população na Região Metropolitana de Belo Horizonte: análise com base no censo demográfico de 2010, Cad. Metrop., São Paulo, v. 15, n. 30, p. 513-533, 2013.

LOTT, D. Y.; TARRDIFF, T.; LOTT, D. F. Bicycle Transportation for Downtown Work Trips: a case study in Davis, California. Transportation, Research Record: Journal of the Transportation, Washington, DC, 1977.

LOWRY, M. B.; CALLISTER, D.; GRESHAM, M.; MOORE, B. Assessment of communitywide bikeability with bicycle level of service. Transportation Research Record, Journal of the Transportation Reserach Board, 2314, 41–48, 2012.

LUDD, N. (Org.) Apocalipse motorizado. A tirania do automóvel em um planeta poluído. São Paulo: Conrad Editora do Brasil, 2004.

NTU - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Desoneração dos custos das tarifas do transporte público urbano e de características urbana. Brasília, abril de 2009.

MAGAGNIN R. C.; SILVA A. N. R. A percepção do especialista sobre o tema mobilidade urbana. Transportes, v. 16, n. 1, p. 25-35, 2008.

MALCZEWSKI J. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature, International Journal of Geographical Information Science, 20:7, 703-726, 2007.

MANUM, B. *et al.* Modelling Bikeability: Space syntax based measures applied in examining speeds and flows of bicycling in Gothenburg. Proceedings of the 11th Space Syntax Symposium, 2017.

- MARTENS, K. The bicycle as a feeding mode: experiences from three European countries. *Transportation Research. Part D*, 281-294, 2004.
- MARUYAMA, C. M.; SIMÕES, F. A. Transporte ciclovitário em cidades pequenas: o caso de Marialva-PR. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, 5, n. 1, 2013.
- MELO, V. A. O automóvel, o automobilismo e a modernidade no Brasil (1891-1898). *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. Campinas, v. 30, n. 1 p.187-203. Setembro, 2008.
- MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Setor Automotivo. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo>. Acesso em: 23 de Março de 2019
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável. *Caderno Cidades*, n. 6, 2004.
- MIRANDA G. C. Mobilidade urbana por ônibus em Belo Horizonte: uma proposta de modelo preditivo de viagens e fluxos. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação ao Programa de Pós Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.
- MOURA, A. C. M. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. In: XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis, INPE, 2007.
- NIELSEN, T. A. S.; SKOV-PETERSEN, H. Bikeability - Urban structures supporting cycling. Effects of local, urban and regional scale urban form factors on cycling from home and workplace locations in Denmark. *Journal of Transport Geography*, p. 36-44. doi:10.1016/j.jtrangeo.2018.04.015, 2018
- NORDSTRÖM, T.; MANUM B. Measuring bikeability: Space syntax based methods applied in planning for improved conditions for bicycling in Oslo, In. *Proceedings of the 10th International Space Syntax Symposium*, 2015.
- OLIVEIRA, J. S. P., COSTA, M. M. e WILLE, M. F. C. (2008). *Introdução ao Método Delphi*. 1ª Edição, Mundo Material, Curitiba, 2008.
- ORTÚZAR, J. D. Estimating demand for a cycle-way network. *Transp. Res. Part A* 34(5), 353–373, 2000.
- PASCOAL, E. T. Novo regime automotivo brasileiro: desafios e oportunidades da região sul fluminense. 201 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015.
- PEREIRA, L. Z. Indicadores de eficiência de um sistema de compartilhamento de bicicletas em campus universitário. In 8º. Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (Pluris), Porto, 2018.
- PEREIRA, R.; BARROS, A.; HOLANDA, F.; MEDEIROS, V. O uso da sintaxe espacial na análise do desempenho do transporte urbano: limites e potencialidades. *Texto para Discussão*, n. 1630. Rio de Janeiro: IPEA, (2011).

PETRITSCH, T. A.; LANDIS, B. W.; HUANG, H. H.; MCLEOD, P. S.; LAMB, D.; FARAH, W.; & GUTTENPLAN, M. Bicycle level of service for arterials. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2031, 34–42, 2007.

PEZZUTO, C.; SANCHES, S. Identificação dos fatores que influenciam o uso da bicicleta, visando o direcionamento de programas cicloviários. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, Ano 25, 2003.

PINTO G.; MIRANDA G.; LOBO C.; CARDOSO L.; MAGALHÃES H. A bicicleta e a mobilidade urbana: os efeitos da difusão da malha cicloviária nos deslocamentos realizados por bicicleta em Belo Horizonte/MG. In 8º. Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (Pluris), Porto, 2018.

PROVIDELO, J. K.; S. P. SANCHES. Percepções de indivíduos acerca do uso da bicicleta como modo de transporte. *Transportes*, v. XVIII, n. 2, pp. 53-61, 2010.

PROVIDELO, J.; K., SANCHES, S. P. “Percepções de indivíduos acerca do uso da bicicleta como modo de transporte”. *Revistas dos Transportes*. v. 18, n. 2, p. 53-61, 2010.

PUCHER, J.; BUEHLER, R. Making cycling irresistible: lessons from the Netherlands, Denmark and Germany. *Transport Reviews*, 28(4): 495–528, 2008.

RAIA JR, A. A. Acessibilidade e mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando Redes Neurais Artificiais e Sistemas de Informação Geográficas. São Carlos, 217p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.

RIETVELD, P.; DANIEL, V. Determinants of bicycle use: do municipal policies matter? *Transp. Res. Part. A Policy. Pract.*, v. 38, p. 531–550, 2004.

RYBARCZYK, G.; WU, C. Bicycle facility planning using GIS and multi-criteria decision analysis. *Applied Geography*, 30(2), 282–293, 2010.

SAGADILHA, A. B. P. Identificação dos fatores que influenciam na escolha da rota pelos ciclistas: estudo de caso da cidade de São Carlos. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana de Universidade de São Carlos, 2014.

SATHISAN, S.; SRINIVASAN, N. Evaluation of accessibility of urban transportation networks. *Transportation Research Record*, n. 1617, p. 78-83, 1998.

SENER, I.; ELURU, N.; BHAT, C. Who Are Bicyclists? Why and How Much Are They Bicycling? *Transportation research record*, v. 2134, p. 63–72, 2009.

SETTI, J. R. Highway capacity manual ou um manual de capacidade rodoviária brasileiro?. Publicado nos anais do CBR&C 2009, Florianópolis, SC, 2009.

SILVA, A.B.; SILVA, J.P. A bicicleta como modo de transporte sustentável. Disponível em <www.ualg.pt/~mgameiro/Aulas_200_2007/transportes/Bicicletas.pdf> 2005. Acesso em 07 mar. 2020.

SILVA, A. L. B. Análise multicritério para avaliação de rotas cicláveis integradas ao transporte público. Dissertação apresentada ao Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, 2014.

- SILVA, C. M. R. Perfil de acidentes envolvendo bicicleta na cidade do Rio de Janeiro. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, da Fundação Oswaldo Cruz, 2016.
- SILVEIRA, M. O. Mobilidade sustentável: a bicicleta como um meio de transporte integrado. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.
- SISSON, S. B. *et al.* Suitability of Commuting by Bicycle to Arizona Elementary Schools. *American Journal of Health Promotion*, v. 20, n. 3, p. 210–213, 2006.
- SOARES-FILHO, B. S.; PENNACHIN, C. L.; CERQUEIRA, G. DINAMICA - a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. *Ecological Modelling*, Holanda, v. 154, n.3, p. 217-235, 2002.
- SORTON, A.; T. WALSH. Bicycle Stress Level as a Tool to Evaluate Urban and Suburban Bicycle Compatibility. In *Transportation Research Record 1438*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1994.
- SOUZA, P. B. Análise dos fatores que influenciam no uso da bicicleta para fins de planejamento cicloviário. Tese apresentada à Escola de Engenharia da Universidade de São Carlos, 2012.
- SZYSZKOWICZ, S. S. Bikeability as an Indicator of Urban Mobility, Economic Analysis Directorate Transport Canada Place de Ville, Tower C Ottawa, 2018.
- TAGORE, M.R.; SIKDAR, P.K. A new accessibility measure accounting mobility parameters. Paper presented at 7 th World Conference on Transport Research. The University of New South Wales, Sydney, Australia, 1995.
- TRALHÃO, L. *et al.* Metodologia em ambiente SIG para localizar dispositivos de auxílio ao ciclista em cidades declivosas Metodologia em ambiente SIG para localizar dispositivos de auxílio ao ciclista em cidades declivosas. presented at the 2015. Coimbra, 2015.
- TRAVASSOS, G. As diversas barreiras para a adesão ao transporte público. *Revistas dos transportes públicos - ANTP*, v. 132, n. 3, p. 95-106, 2012.
- TURNER, S.; SHAFER, S.; STEWART, W. Bicycle Suitability Criteria for State Roadways in Texas. Texas Transportation Institute, Texas A&M University System, College Station, 1997.
- VASCONCELLOS, E. A. Mobilidade cotidiana, segregação urbana e exclusão. In: Balbim, R.; Krause, C.; Linke, C. (Org.). *Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano*. 1ª ed. Brasília: IPEA, v. 1, p. 57-79, 2016.
- VASCONCELLOS, E. A. Mobilidade urbana e cidadania. Rio de Janeiro: SENAC NACIONAL, 206 p., 2012.
- VASCONCELLOS, E. A. Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas. São Paulo: Annablume, 2000.
- VERAS, D. F. G.; PINTO, G. F. N.; LOBO, C. F. F.; CARDOSO, L.; GARCIA R. A. Acessibilidade urbana em Belo Horizonte: apontamentos sobre a acessibilidade aos serviços

de transporte coletivo municipal. In 7º. Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (Pluris), Maceió, 2016.

VILLAÇA, F. Espaço intra-urbano no Brasil. São Paulo: Studio Nobel, 1998.

WAHLGREN, L. Exploring bikeability in a metropolitan setting: stimulating and hindering factors in commuting route environments. School of Health and Medical Sciences: Örebro University, 2011.

WEBER, E. J.; HASENACK, H. Derivação de Novas Informações Cadastrais para o Planejamento Urbano através de Sistemas de Informação Geográficos. In: GIS BRASIL 98, 1998, Curitiba. Disponível em www.ecologia.ufrgs.br/idrisi/artigos consultado em 2005.

WINTERS, M. Mapping bikeability: a spatial tool to support sustainable travel. *Environment and Planning B: Planning and Design* 2013, v. 40, p.865 – 883, 2013.

WILSON, F., PAN, W., SCHUMSKY, D. Recalculation of the critical values for Lawshe's content validity ratio. *Measurement and Evaluation Council*, n. 45, p. 197210, 2012.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. DELPHI – Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. *Caderno de Pesquisas em Administração*, São Paulo, v. 1, n. 12, p. 5465, 2000.

XAVIER, G. N. A. O Desenvolvimento e a Inserção da Bicicleta na Política de Mobilidade Urbana Brasileira. Tese (Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

8. ANEXOS

Anexo I - Solicitação de acesso às bases geoespaciais



Demanda N°161783

Tipo LAI		Assunto LEI DE ACESSO À INFORMAÇÃO - TRANSPORTE	
Origem INTERNET	Data entrada 23/07/2018 18:38	Destino SUBCONTROLADORIA DE OUVIDORIA	
Nome do demandante GUILHERME FRANCISCO DO NASCIMENTO PINTO		e-mail guilhermefnp2@gmail.com	
Endereço Rua Artur de Sá CASA			
Bairro União	CEP 31.170-710	Município BELO HORIZONTE	Estado MG
Fone comercial -	Fone residencial -	Celular 31-98813-8486	Fax -

Teor da demanda

À PREFEITURA DE BELO HORIZONTE- MINAS GERAIS

GUILHERME FRANCISCO NASCIMENTO PINTO, inscrito no CPF sob o n.º 107.277.306-65, com endereço residencial à Rua Artur de Sá, 1520, Bairro União, Belo Horizonte/MG, CEP: 31170-710, com endereço eletrônico: guilhermefnp2@gmail.com, vem respeitosamente perante V. Sa., requerer

ACESSO À INFORMAÇÃO

(Para fins de elaboração de pesquisa de Dissertação de Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Cartografia do IGC/UFMG)

À Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, com fulcro no previsto no Inciso XXXIII do art. 5º, no Inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal, regulado pela Lei n. 12.527/2011, bem como Decreto Municipal n. 14.906, /2012 e com base nas razões de fato e de direito a seguir expostas:

I - FATOS

1. O Requerente encontra-se matriculado no curso de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Cartografia do IGC/UFMG e pretende, em respectiva Dissertação exigida para a obtenção de Título, realizar pesquisa com o escopo de confeccionar um Índice de Cicliabilidade capaz de subsidiar ações dos poderes públicos quando da implantação de alternativas de transporte.
2. No intuito de solicitar as informações para dar seguimento ao mencionado trabalho, protocolizou, no dia 16/07/2018, a manifestação autuada sob o n. 160203, em que listou os dados aos quais pede deferimento de acesso. No entanto, sob a fundamentação de que a "informação dos itens 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9 e 10 e muito ampla e não descreve de forma delimitada (quantidade, período temporal, localização, sujeito, recorte temático, formato, etc) o objeto do pedido do acesso a informação, o que impossibilita a identificação e a compreensão do objeto da solicitação," a Subcontroladoria de Transparência e Prevenção da Corrupção houve por bem indeferir o aludido pedido.
3. Inconformado, o Requerente apresentou, tempestivamente, Recurso (autuado sob o mesmo número processual) na tentativa de responder à demanda de detalhamento das informações solicitadas pelo Órgão em referência, todavia, conforme declusum prolatado em 23/07/2017, o pleito foi indeferido sob alegação de inovação processual pelo Requerente, na medida em que, restou compreendido que "o objeto foi ampliado em relação ao critério temporal. Os recursos apenas podem ser apreciados por Instância superior no que se refere a matéria já apreciada pela Instância inferior, sob pena de supressão de Instância."
4. Assim, em cumprimento à orientação da Prefeitura de Belo Horizonte, o Requerente vem, respeitosamente, apresentar novo pedido de acesso à informação.

II - DOS REQUERIMENTOS

1. Conforme anteriormente aduzido, o Requerente, para a elaboração da pesquisa de Dissertação de Mestrado a ser apresentada em conclusão do Programa de Pós-Graduação em Cartografia do IGC/UFMG, requer as informações a seguir detalhadas e individualizadas:

- A) Base de dados espaciais que contenha informação sobre a velocidade regulamentada das vias de trânsito de Belo Horizonte;
- Quantidade: uma base de dados espaciais;
 - Período temporal: data mais atualizada possível/recente;
 - Localização: todo o município de Belo Horizonte;
 - Formato: SHP (shapefile) ou afins;
 - Compatibilidade: Softwares ArcGis/QGIS/MapInfo.



Demanda N°161783 - Continuação

- B) Base de dados espaciais que contenha informação sobre a largura das vias de trânsito de Belo Horizonte;
- Quantidade: uma base de dados espaciais;
 - Período temporal: data mais atualizada possível/recente;
 - Localização: todo o município de Belo Horizonte;
 - Formato: SHP (shapefile) ou afins;
 - Compatibilidade: Softwares ArcGis/QGis/MapInfo.
- C) Base de dados espaciais que contenha informação sobre o fluxo de veículos das principais vias de Belo Horizonte;
- Quantidade: uma base de dados espaciais;
 - Período temporal: período que compreenda dias úteis em datas mais atualizadas possível/recentes;
 - Localização: todo o município de Belo Horizonte/vias que contenham a informação;
 - Formato: SHP (shapefile) ou afins;
 - Compatibilidade: Softwares ArcGis/QGis/MapInfo.
- D) Base de dados espaciais que contenha informação sobre o sentido de circulação das vias de Belo Horizonte (sentido duplo ou único);
- Quantidade: uma base de dados espaciais;
 - Período temporal: data mais atualizada possível/recente;
 - Localização: todo o município de Belo Horizonte;
 - Formato: SHP (shapefile) ou afins;
 - Compatibilidade: Softwares ArcGis/QGis/MapInfo.
- E) Base de dados espaciais que contenha informação sobre a existência de áreas de estacionamento lateral das vias;
- Quantidade: uma base de dados espaciais;
 - Período temporal: data mais atualizada possível/recente;
 - Localização: todo o município de Belo Horizonte;
 - Formato: SHP (shapefile) ou afins;
 - Compatibilidade: Softwares ArcGis/QGis/MapInfo.
- F) Base de dados espaciais que contenha informação sobre a arborização existente nas vias de Belo Horizonte;
- Quantidade: uma base de dados espaciais;
 - Período temporal: data mais atualizada possível/recente;
 - Localização: todo o município de Belo Horizonte;
 - Formato: SHP (shapefile) ou afins;
 - Compatibilidade: Softwares ArcGis/QGis/MapInfo.
- G) Base de dados espaciais que contenha informação sobre a iluminação pública (postes);
- Quantidade: uma base de dados espaciais;
 - Período temporal: data mais atualizada possível/recente;
 - Localização: todo o município de Belo Horizonte;
 - Formato: SHP (shapefile) ou afins;
 - Compatibilidade: Softwares ArcGis/QGis/MapInfo.
- H) Base de dados espaciais que contenha informação sobre as faixas de pedestres existente nas vias de Belo Horizonte;
- Quantidade: uma base de dados espaciais;
 - Período temporal: data mais atualizada possível/recente;
 - Localização: todo o município de Belo Horizonte;
 - Formato: SHP (shapefile) ou afins;
 - Compatibilidade: Softwares ArcGis/QGis/MapInfo.
- I) Base de dados espaciais que contenha informação sobre a sinalização semafórica (para veículos e pedestres);
- Quantidade: uma base de dados espaciais;
 - Período temporal: data mais atualizada possível/recente;
 - Localização: todo o município de Belo Horizonte;
 - Formato: SHP (shapefile) ou afins;
 - Compatibilidade: Softwares ArcGis/QGis/MapInfo.
- J) Base de dados espaciais que contenha informação sobre as rampas de acesso nas calçadas (para pessoas com mobilidade reduzida).
- Quantidade: uma base de dados espaciais;
 - Período temporal: data mais atualizada possível/recente;
 - Localização: todo o município de Belo Horizonte;
 - Formato: SHP (shapefile) ou afins;
 - Compatibilidade: Softwares ArcGis/QGis/MapInfo.
- Reforça-se que, para todos os dados, estes estejam em formato compatível com softwares de Sistema de Informação Geográfica (SIG) como, por exemplo, em formato SHP (shapefile) e que estejam georeferenciados.



Demanda Nº161783 - Continuação

Desde já asseguramos que:

- 1) A pesquisa realizada é estritamente acadêmica, sem fins lucrativos;
- 2) A base de dados disponibilizada será preservada (uso restrito a pesquisa);
- 3) Toda divulgação da base de dados será agregada, preservando o sigilo da informação; e
- 4) A todo trabalho, a título de crédito, será formalizado o agradecimento e citada a fonte.

Reiteramos que se trata de um trabalho com fins estritamente acadêmicos, voltado para elaboração da pesquisa de Dissertação de Mestrado, sob orientação do Prof. Dr. Carlos Lobo e coorientação do Prof. Dr. Ricardo Alexandrino.

III- DO PEDIDO

1. Diante do exposto, requer o Requerente:

- a) Seja deferida a pretensão da presente Requisição de Informações, nos termos do Decreto Municipal n. 14.906, /2012, bem como no previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal, regulado pela Lei n. 12. 527/2011,

Nestes termos,

Pede deferimento.

Belo Horizonte, 23 de Julho de 2019.

GUILHERME FRANCISCO DO NASCIMENTO PINTO

CPF: 107.277.306-65

RG: MG 11.610.941

Dados complementares

DADOS OBRIGATÓRIO: LAI

NÚMERO DO TELEFONE:

998139495

Anexo II - Questionário Delphi

26/04/2020

Avaliação da Ciclablidade de Belo Horizonte - Questionário Delphi

Avaliação da Ciclablidade de Belo Horizonte - Questionário Delphi

Informações do Responsável

Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais IGC/UFMG

Guilherme Francisco do Nascimento Pinto - guilhermefnp2@gmail.com

Orientador: Carlos Lobo - carlosfllobo@gmail.com

Coorientador: Ricardo Alexandrino Garcia - alexandrinogarcia@gmail.com

Identificação do Entrevistado

Nome: _____

Formação acadêmica: _____

Profissão: _____

E-mail: _____

Avaliação dos Fatores

Considerando os fatores que influenciam na escolha da bicicleta como modo de transporte em um grande centro urbano, qual é a importância atribuída de 0 (menos importante) a 10 (mais importante) às variáveis listadas a baixo:

Características do Sistema Viário

1 - Tipologia da via (beco, rua, avenida, viaduto, rodovia, túnel, etc.):

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

2 - Velocidade regulamentada da via (hierarquização viária):

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

3 - Largura da via:

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

4 - Tipo de pavimentação da via (asfalto, concreto, calçamento e terra):

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

5 - Sentido da via (sentido duplo ou único):

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

6 - Presença de estacionamento lateral destinado à automóveis e motocicletas:

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

7 - Presença de interseção semaforizada:

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

Características da Infraestrutura Cicloviária

8 - Tratamento preferencial para bicicleta (ciclovia, ciclofaixa e espaço compartilhado):

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

9 - Continuidade/conectividade da via com tratamento preferencial para bicicleta:

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

10 - Presença de estacionamento para bicicletas:

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

11 - Presença de sistema de compartilhamento de bicicletas (Bike BH):

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

Características do Ambiente

12 - Declividade:

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

13 - Diversidade do uso do solo (áreas residenciais, comerciais, de lazer, institucionais, etc.):

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

Características da Segurança Viária

14 - Número de acidentes envolvendo bicicleta:

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

15 - Eficiência da iluminação pública:

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

16 - Via em área com risco de inundação:

Informe a nota atribuída de 0 a 10.

Classificação dos Fatores

Estabeleça um Ranking de importância com 8 variáveis que considera as mais relevantes:

Variável Nº 1:

- Tipologia da via (beco, rua, avenida, viaduto, rodovia, túnel, etc.)
- Velocidade regulamentada da via (hierarquização viária) Largura da via
- Tipo de pavimentação da via (asfalto, concreto, calçamento e terra)
- Sentido das via (sentido duplo ou único)
- Presença de estacionamento lateral destinado à automóveis e motocicletas
- Presença de interseção semaforizada
- Tratamento preferencial para bicicleta (ciclovía, ciclofaixa e espaço compartilhado)
- Continuidade/conectividade da via com tratamento preferencial para bicicleta
- Presença de estacionamento para bicicletas
- Presença de sistema de compartilhamento de bicicletas (Bike BH) Declividade
- Diversidade do uso do solo (áreas residenciais, comerciais, de lazer, institucionais, etc.)
- Número de acidentes envolvendo bicicleta Eficiência da iluminação pública
- Presença de áreas com risco de inundação

Variável Nº 2:

- Tipologia da via (beco, rua, avenida, viaduto, rodovia, túnel, etc.)
- Velocidade regulamentada da via (hierarquização viária) Largura da via
- Tipo de pavimentação da via (asfalto, concreto, calçamento e terra)
- Sentido das via (sentido duplo ou único)
- Presença de estacionamento lateral destinado à automóveis e motocicletas
- Presença de interseção semaforizada
- Tratamento preferencial para bicicleta (ciclovía, ciclofaixa e espaço compartilhado)
- Continuidade/conectividade da via com tratamento preferencial para bicicleta
- Presença de estacionamento para bicicletas
- Presença de sistema de compartilhamento de bicicletas (Bike BH) Declividade
- Diversidade do uso do solo (áreas residenciais, comerciais, de lazer, institucionais, etc.)
- Número de acidentes envolvendo bicicleta Eficiência da iluminação pública
- Presença de áreas com risco de inundação

Variável Nº 3:

- Tipologia da via (beco, rua, avenida, viaduto, rodovia, túnel, etc.)
- Velocidade regulamentada da via (hierarquização viária) Largura da via
- Tipo de pavimentação da via (asfalto, concreto, calçamento e terra)
- Sentido das via (sentido duplo ou único)
- Presença de estacionamento lateral destinado à automóveis e motocicletas
- Presença de interseção semaforizada
- Tratamento preferencial para bicicleta (ciclovía, ciclofaixa e espaço compartilhado)
- Continuidade/conectividade da via com tratamento preferencial para bicicleta
- Presença de estacionamento para bicicletas
- Presença de sistema de compartilhamento de bicicletas (Bike BH) Declividade
- Diversidade do uso do solo (áreas residenciais, comerciais, de lazer, institucionais, etc.)
- Número de acidentes envolvendo bicicleta Eficiência da iluminação pública
- Presença de áreas com risco de inundação

Variável Nº 4:

- Tipologia da via (beco, rua, avenida, viaduto, rodovia, túnel, etc.)
- Velocidade regulamentada da via (hierarquização viária) Largura da via
- Tipo de pavimentação da via (asfalto, concreto, calçamento e terra)
- Sentido das via (sentido duplo ou único)
- Presença de estacionamento lateral destinado à automóveis e motocicletas
- Presença de interseção semaforizada
- Tratamento preferencial para bicicleta (ciclovía, ciclofaixa e espaço compartilhado)
- Continuidade/conectividade da via com tratamento preferencial para bicicleta
- Presença de estacionamento para bicicletas
- Presença de sistema de compartilhamento de bicicletas (Bike BH) Declividade
- Diversidade do uso do solo (áreas residenciais, comerciais, de lazer, institucionais, etc.)
- Número de acidentes envolvendo bicicleta Eficiência da iluminação pública
- Presença de áreas com risco de inundação

Variável N° 5:

- Tipologia da via (beco, rua, avenida, viaduto, rodovia, túnel, etc.)
- Velocidade regulamentada da via (hierarquização viária) Largura da via
- Tipo de pavimentação da via (asfalto, concreto, calçamento e terra)
- Sentido das via (sentido duplo ou único)
- Presença de estacionamento lateral destinado à automóveis e motocicletas
- Presença de interseção semaforizada
- Tratamento preferencial para bicicleta (ciclovia, ciclofaixa e espaço compartilhado)
- Continuidade/conectividade da via com tratamento preferencial para bicicleta
- Presença de estacionamento para bicicletas
- Presença de sistema de compartilhamento de bicicletas (Bike BH) Declividade
- Diversidade do uso do solo (áreas residenciais, comerciais, de lazer, institucionais, etc.)
- Número de acidentes envolvendo bicicleta Eficiência da iluminação pública
- Presença de áreas com risco de inundação

Variável N° 6:

- Tipologia da via (beco, rua, avenida, viaduto, rodovia, túnel, etc.)
- Velocidade regulamentada da via (hierarquização viária) Largura da via
- Tipo de pavimentação da via (asfalto, concreto, calçamento e terra)
- Sentido das via (sentido duplo ou único)
- Presença de estacionamento lateral destinado à automóveis e motocicletas
- Presença de interseção semaforizada
- Tratamento preferencial para bicicleta (ciclovia, ciclofaixa e espaço compartilhado)
- Continuidade/conectividade da via com tratamento preferencial para bicicleta
- Presença de estacionamento para bicicletas
- Presença de sistema de compartilhamento de bicicletas (Bike BH) Declividade
- Diversidade do uso do solo (áreas residenciais, comerciais, de lazer, institucionais, etc.)
- Número de acidentes envolvendo bicicleta Eficiência da iluminação pública
- Presença de áreas com risco de inundação

Variável N° 7:

- Tipologia da via (beco, rua, avenida, viaduto, rodovia, túnel, etc.)
- Velocidade regulamentada da via (hierarquização viária) Largura da via
- Tipo de pavimentação da via (asfalto, concreto, calçamento e terra)
- Sentido das via (sentido duplo ou único)
- Presença de estacionamento lateral destinado à automóveis e motocicletas
- Presença de interseção semaforizada
- Tratamento preferencial para bicicleta (ciclovía, ciclofaixa e espaço compartilhado)
- Continuidade/conectividade da via com tratamento preferencial para bicicleta
- Presença de estacionamento para bicicletas
- Presença de sistema de compartilhamento de bicicletas (Bike BH) Declividade
- Diversidade do uso do solo (áreas residenciais, comerciais, de lazer, institucionais, etc.)
- Número de acidentes envolvendo bicicleta Eficiência da iluminação pública
- Presença de áreas com risco de inundação

Variável N° 8:

- Tipologia da via (beco, rua, avenida, viaduto, rodovia, túnel, etc.)
- Velocidade regulamentada da via (hierarquização viária) Largura da via
- Tipo de pavimentação da via (asfalto, concreto, calçamento e terra)
- Sentido das via (sentido duplo ou único)
- Presença de estacionamento lateral destinado à automóveis e motocicletas
- Presença de interseção semaforizada
- Tratamento preferencial para bicicleta (ciclovía, ciclofaixa e espaço compartilhado)
- Continuidade/conectividade da via com tratamento preferencial para bicicleta
- Presença de estacionamento para bicicletas
- Presença de sistema de compartilhamento de bicicletas (Bike BH) Declividade
- Diversidade do uso do solo (áreas residenciais, comerciais, de lazer, institucionais, etc.)
- Número de acidentes envolvendo bicicleta Eficiência da iluminação pública
- Presença de áreas com risco de inundação