

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CURSO DE MESTRADO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

**ESTRUTURA PRODUTIVA, TRANSPORTE E
DESIGUALDADE: CARACTERIZAÇÃO DA
ACESSIBILIDADE AO TRABALHO NA REGIÃO
METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE**

Paulo Henrique Góes Pinto

Belo Horizonte

2020

Paulo Henrique Góes Pinto

**ESTRUTURA PRODUTIVA, TRANSPORTE E
DESIGUALDADE: CARACTERIZAÇÃO DA
ACESSIBILIDADE AO TRABALHO NA REGIÃO
METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geotecnia e Transportes.

Área de concentração: Transportes

Orientadora: Profa. Dra. Renata L. M. de Oliveira

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
2020

P659e	<p>Pinto, Paulo Henrique Góes. Estrutura produtiva, transporte e desigualdade [recurso eletrônico] : caracterização da acessibilidade ao trabalho na região metropolitana de Belo Horizonte / Paulo Henrique Góes Pinto. - 2020. 1 recurso online (135 f. : il., color.) : pdf.</p> <p>Orientadora: Renata L. M. de Oliveira.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.</p> <p>Anexos e apêndices: f. 128-135.</p> <p>Bibliografia: f. 118-127. Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.</p> <p>1. Transportes - Teses. 2. Acessibilidade - Teses. 3. Belo Horizonte, Região Metropolitana de (MG) - Teses. 4. Política urbana - Teses. I. Oliveira, Renata Lúcia Magalhães de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 656(043)</p>
-------	---



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

FOLHA DE APROVAÇÃO

ESTRUTURA PRODUTIVA, TRANSPORTE E DESIGUALDADE: CARACTERIZAÇÃO DA ACESSIBILIDADE AO TRABALHO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

PAULO HENRIQUE GÓES PINTO

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOTECNIA E TRANSPORTES, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GEOTECNIA E TRANSPORTES, área de concentração TRANSPORTES.

Aprovada em 10 de março de 2020, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Renata Lúcia Magalhães de Oliveira - Orientadora

CEFET-MG

Prof. Leandro Cardoso

Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Ana Márcia Moreira Alvim
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Camila Soares Henrique Fontenele Garcia

Instituto Superior Técnico de Lisboa

Belo Horizonte, 10 de março de 2020.

DEDICATÓRIA

Ao meu avô, José Góes, que viveu e registrou Belo Horizonte.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Renata, pela alegria, motivação, ensinamentos e paciência que fizeram da elaboração deste trabalho uma experiência leve e de enorme aprendizado.

Aos meu pais, Ilda e Paulo, por me possibilitarem e me incentivarem a buscar meus objetivos.

Aos meus avós, Beatriz, José, Mercês e Paulo, por todo o suporte e inspiração ao longo de minha trajetória.

À Barbara e ao Arthur, pela irmandade de toda a vida.

À Ana, por todo carinho e por compartilhar dos meus sonhos.

Aos amigos do Bologna Rossa, Pedro, Raoni e Vinícius, pelas risadas e cumplicidade.

Aos amigos do Rimas de Sobriedade, Arthur, Bruno, Laura, Mateus, Paulo e Tom, pela amizade essencial de sempre.

Aos amigos de casa, Philippe e Vitor, pela convivência e suporte cotidianos.

Aos colegas engenheiros, Danilo, Henrique, Matias e Ricardo, pelo incentivo ao longo do longo curso de engenharia civil e do mestrado.

Aos amigos economistas, Alexandre, Arthur, Evandro e João, pelas conversas acadêmicas e por ajudar a construir a primavera.

Aos amigos geólogos, Jonas e Casagrande, pelos ensinamentos em geoprocessamento e em todo resto.

Ao amigo Gustavo, por compartilhar comigo sua criatividade e conhecimento imensos, que contribuíram em grande medida para a realização deste trabalho.

Ao amigo Matheus, pelos valorosos conselhos e pela contribuição providencial nas análises deste trabalho.

Aos alunos de graduação em engenharia civil, Artur e Fernando, por toda confiança e pelo aprendizado que me proporcionaram.

Aos colegas do Observatório das Metr6poles, especialmente os do n6cleo de mobilidade, Andr6, Guilherme, Helena, Marcelo, e Marina, pelas novas perspectivas para se pensar a mobilidade urbana.

Aos bolsistas Camilo e Thiago, pela contribui76o para a consolida76o da base de dados utilizada neste trabalho.

Aos membros da Banca de Qualifica76o, Leandro e Camila, pelas valorosas sugest6es para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do GEOTRANS, Leise, Rodrigo e Elievam, do CEDEPLAR, Pedro e Jo6o, e do NPGAU, J6nia e Jupira, por todos os ensinamentos ao longo dos cursos de gradua76o e de mestrado.

Aos colegas da UFC, pelos valorosos trabalhos que inspiraram em grande medida o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Rafael e equipe do IPEA, pelo extenso trabalho de divulga76o cient6fica e pela forma76o de alicerces que abriram caminhos para o desenvolvimento desta pesquisa e muitas outras.

Aos ex-colegas da equipe da revis6o dos planos diretores da RMBH, pela oportunidade de viver o planejamento na pr6tica, o que me deu a certeza de estar no caminho certo.

Aos novos colegas da Ag6ncia de Desenvolvimento da Regi6o Metropolitana de Belo Horizonte, em especial ao Charliston, pela oportunidade de trabalhar com o que me move.

À Escola de Engenharia da UFMG e todos seus funcion6rios, por todos os anos de acolhimento.

Ao povo brasileiro, em especial aos que lutam por um pa6s soberano e com educa76o de qualidade, e à Capes, pelo financiamento indispens6vel à essa pesquisa.

Muito obrigado!

— *Você estava distraído. Eu lhe falava justamente dessa cidade quando fui interrompido.*

— *Você a conhece? Onde fica? Como se chama?*

— *Não tem nome nem lugar. Repito a razão pela qual quis descrevê-la: das inúmeras cidades imagináveis, devem-se excluir aquelas em que os elementos se juntam sem um fio condutor, sem um código interno, uma perspectiva, um discurso. É uma cidade igual a um sonho: tudo o que pode ser imaginado pode ser sonhado, mas mesmo o mais inesperado dos sonhos é um quebra-cabeça que esconde um desejo, ou então o seu oposto, um medo. As cidades, como os sonhos, são construídas por desejos e medos, ainda que o condutor de seu discurso seja secreto, que as suas regras sejam absurdas, as suas perspectivas enganosas, e que todas as coisas escondam uma outra coisa.*

— *Eu não tenho desejos nem medos — declarou o Khan —, e meus sonhos são compostos pela mente ou pelo acaso.*

— *As cidades também acreditam ser obra da mente ou do acaso, mas nem um nem o outro bastam para sustentar as suas muralhas. De uma cidade, não aproveitamos as suas sete ou setenta e sete maravilhas, mas a resposta que dá às nossas perguntas.*

Italo Calvino *in* As Cidades Invisíveis (1972)

RESUMO

A caracterização das condições de acessibilidade urbana se apresenta como uma possibilidade para subsidiar a formulação de políticas urbanas, uma vez que permite que as cidades sejam avaliadas quanto a sua função principal: possibilitar o acesso a oportunidades. Ademais, para além de uma perspectiva normativa, é amplamente reconhecida na literatura a importância das condições de acessibilidade para a conformação das cidades, tendo a sua análise permeado teorias formuladas nos últimos dois séculos com o objetivo de explicar os padrões de desenvolvimento urbano. Embora muitos autores tenham se dedicado ao estudo da acessibilidade e de como as políticas de transporte e uso do solo a impactam, ainda são escassos os trabalhos que tratam dessa temática para cidades do sul global, fato problemático diante das particularidades observadas em seus processos de urbanização. Diante desse contexto, nesta dissertação foi proposta uma abordagem metodológica para a caracterização da acessibilidade na Região Metropolitana de Belo Horizonte, considerando as possibilidades de deslocamento pelos modos a pé e automóvel, a localização dos postos de trabalho nos diferentes setores econômicos e a estrutura espacial sociodemográfica. Os resultados obtidos evidenciam a importância da compreensão das particularidades dos padrões de acessibilidade aos postos de trabalho para a formulação de políticas urbanas, uma vez que estes padrões podem variar significativamente a depender dos setores econômicos e dos modos de transporte considerados, impactando de maneira distinta os indivíduos de diferentes estratos socioeconômicos. Por fim, cabe ressaltar que as análises realizadas permitiram caracterizar a estrutura produtiva na Região Metropolitana de Belo Horizonte à luz dos custos de transportes, o que representa uma contribuição fenomenológica alinhada ao esforço existente para a promoção de políticas integradas para o transporte e o uso do solo.

Palavras-Chaves: Acessibilidade; Estrutura Produtiva; Desigualdade Socioespacial; Estrutura Urbana.

ABSTRACT

The characterization of accessibility conditions represents a possibility for urban policies to be formulated and subsidized. This analysis allows cities to be evaluated in terms of their main function, which is to enable access to opportunities. Furthermore, in addition to a normative perspective, the importance of accessibility for shaping cities is also recognized in the literature, and its analysis has permeated theories in the past two centuries in order to explain the patterns of urban development. Although many authors have dedicated themselves to the study of accessibility and how transport and land use policies impact it, there are still few studies dealing with this theme regarding cities in the global south, which is problematic in view of the particularities observed in their urbanization process. Given this context, this thesis proposes a methodological approach to characterize the accessibility in the metropolitan area of Belo Horizonte, considering walking and car driving as the commute modes and taking into account the location of jobs in different sectors as well as the sociodemographic spatial structure. The results obtained highlight the importance of understanding the peculiarities of the work accessibility patterns in order to formulate urban policies, since these patterns may vary depending on the economic sectors analysed and the modes of transport considered, impacting differently the various socioeconomic strata. Finally, it is worth noting that the analysis carried out allows us to characterize the productive structure in the Belo Horizonte metropolitan area in the light of transport costs, which represents a phenomenological contribution in line with the existing effort to promote integrated policies for transport and land use.

Keywords: Accessibility; Productive Structure; Socio-Spatial Inequality; Urban Structure.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	21
1.2	RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA	23
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	25
2	TEORIAS DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL E URBANO E A ACESSIBILIDADE	27
2.1	TEORIAS CLÁSSICAS DA LOCALIZAÇÃO.....	27
2.1.1	<i>Teoria do Estado Isolado</i>	<i>28</i>
2.1.2	<i>Teoria da Localização das Indústrias</i>	<i>32</i>
2.1.3	<i>Teoria do Lugar Central.....</i>	<i>36</i>
2.2	ABORDAGENS CONTEMPORÂNEAS: A NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA.....	41
2.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO	43
3	ACESSIBILIDADE: PERSPECTIVAS E MÉTRICAS.....	45
3.1	A MUDANÇA DE PARADIGMA NO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES	45
3.2	PLANEJAMENTO ORIENTADO À ACESSIBILIDADE.....	50
3.3	COMPONENTES E INDICADORES DE ACESSIBILIDADE.....	54
3.4	CARACTERIZAÇÃO DA ACESSIBILIDADE AO TRABALHO	59
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO	61
4	ABORDAGEM METODOLÓGICA	63
4.1	REPRESENTAÇÃO DO FENÔMENO	63
4.1.1	<i>Proposição de indicadores</i>	<i>64</i>
4.1.2	<i>Coleta e modelagem dos dados</i>	<i>67</i>
4.2	CARACTERIZAÇÃO DO FENÔMENO.....	75

4.2.1	<i>Descrição do fenômeno</i>	75
4.2.2	<i>Análise espacial exploratória</i>	75
4.3	ANÁLISE DA ESTRUTURA URBANA	76
4.3.1	<i>Identificação de zonas de interesse</i>	76
4.3.2	<i>Definição de tipologia</i>	78
4.4	LIMITAÇÕES	79
5	ELEMENTOS PARA O ESTUDO DE CASO: A CONFORMAÇÃO DA ACESSIBILIDADE AO TRABALHO NA RMBH	80
5.1	HISTÓRICO, PROCESSO DE OCUPAÇÃO E PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO	80
5.2	SISTEMA DE TRANSPORTES	87
5.2.1	<i>Infraestrutura e serviços de transportes</i>	88
5.2.2	<i>Caracterização dos deslocamentos</i>	90
5.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO	92
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	94
6.1	REPRESENTAÇÃO DO FENÔMENO	94
6.1.1	<i>Coleta e modelagem dos dados</i>	94
6.2	CARACTERIZAÇÃO DO FENÔMENO	100
6.2.1	<i>Descrição do fenômeno</i>	100
6.2.2	<i>Análise espacial exploratória</i>	103
6.3	ANÁLISE DA ESTRUTURA URBANA	107
6.3.1	<i>Identificação de zonas de interesse</i>	107
6.3.2	<i>Definição de tipologia</i>	109
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
7.1	CONCLUSÕES	116
7.2	RECOMENDAÇÕES	117

REFERÊNCIAS	118
APÊNDICE A – SCRIPT PARA O CÁLCULO DA MATRIZ DE TEMPOS DE DESLOCAMENTO... 128	128
APÊNDICE B – EXEMPLO DE RELATÓRIO DO INDICADOR DE MORAN GLOBAL. 131	131
ANEXO A – CARACTERIZAÇÃO SOCIODEMOGRÁFICA DOS MUNICÍPIOS DA RMBH..... 132	132
ANEXO B – VETORES DE EXPANSÃO DA RMBH. 133	133
ANEXO C – CRESCIMENTO POPULACIONAL DE BELO HORIZONTE E DEMAIS MUNICÍPIOS DA RMBH. 134	134
ANEXO D – DURAÇÃO MÉDIA DE VIAGENS NA RMBH. 135	135

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Estrutura da dissertação.	26
Figura 2.1: Representação da Teoria do Estado Isolado de Von Thünen.....	30
Figura 2.2: Representação da Teoria da Localização das Indústrias de Weber.	34
Figura 2.3: Definição das áreas de mercado na Teoria do Lugar Central de Christaller.....	38
Figura 2.4: Representação da Teoria do Lugar Central de Christaller.	39
Figura 3.1: Fluxograma da interação entre transporte e uso do solo.	46
Figura 3.2: Fluxograma do ciclo vicioso do espraiamento urbano e da motorização.	48
Figura 3.3: Relações causais de acessibilidade e mobilidade.....	51
Figura 3.4: Categorias de problemas de acessibilidade e mobilidade.	52
Figura 3.5: Fluxograma das interações entre os componentes da acessibilidade.....	57
Figura 4.1: Fluxograma da abordagem metodológica.	63
Figura 4.2: Detalhamento do tamanho dos hexágonos.....	68
Figura 4.3: Detalhamento da determinação de malha hexagonal e dos centroides.	68
Figura 4.4: Detalhamento do polígono considerado para a extração da rede de transporte do OSM.	70
Figura 4.5: Representação do método para a localização dos trabalhos.	72
Figura 4.6: Sobreposição da malha hexagonal e dos setores censitários.....	74
Figura 4.7: Tipologia de renda e acessibilidade.	78
Figura 5.1: Localização do municípios da RMBH.	81
Figura 5.2: Planta geral da cidade de Belo Horizonte (1895).	82
Figura 5.3: Setores censitários urbanos e rurais e mancha urbana da RMBH.	86

Figura 5.4: Infraestrutura de transportes da RMBH.....	89
Figura 5.5: Divisão modal por faixa de renda	92
Figura 6.1: Representação dos hexágonos da matriz de tempos em relação à mancha urbana.	95
Figura 6.2: Estatística descritiva dos tempos de deslocamento pelos modos a pé e automóvel.	96
Figura 6.3: Tempos de deslocamento até o CBD.	97
Figura 6.4: Estatística descritiva dos postos de trabalho por setor.....	98
Figura 6.5: Postos de trabalho nos diferentes setores econômicos.....	99
Figura 6.6: Distribuição espacial e estatística descritiva da renda média domiciliar.....	100
Figura 6.7: Estatísticas descritivas da acessibilidade potencial pelos modos a pé e automóvel.	101
Figura 6.8: Acessibilidade potencial pelos modos a pé e automóvel.....	102
Figura 6.9: Acessibilidade potencial por quartis.....	104
Figura 6.10: Análises de <i>Hot Spot</i> da acessibilidade potencial.....	105
Figura 6.11: Classificação das unidades espaciais por estrato socioeconômico e zona de interesse.....	108
Figura 6.12: Distribuição populacional na RMBH.....	109
Figura 6.13: Tipologia de acessibilidade ao trabalho para o setor primário.....	110
Figura 6.14: Tipologia de acessibilidade ao trabalho para o setor secundário.....	111
Figura 6.15: Tipologia de acessibilidade ao trabalho para o setor de terciário.....	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Critério Brasil para a RMBH em 2010.....	67
Tabela 4.2: Classificação de setores econômicos adotada.	73
Tabela 5.1: Matriz modal da RMBH em 2002 e 2012.	91
Tabela 6.1: Síntese da tipologia de acessibilidade potencial para os modo a pé e automóvel para os diferentes setores econômicos.....	113

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1: <i>Chord diagram</i> de viagens por motivo trabalho em 2012 por município da RMBH.	90
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

- ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
- BRT – Ônibus de Trânsito Rápido (*Bus Rapid Transit*)
- CBD – *Central Business District* (Distrito Empresarial Central)
- CBTU – Companhia Brasileira de Trens Urbanos
- CEP – Código de Endereçamento Postal
- CLT – Consolidação das Leis do Trabalho
- CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas
- GTFS – Especificação Geral de *Feed* de Trânsito (*General Transit Feed Specification*)
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
- NGE – Nova Geografia Econômica
- OSM – OpenStreetMap
- OTP - OpenTripPlanner
- PDDI – Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado
- RAIS – Relação Anual de Informações Sociais
- RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte
- TEI – Teoria do Estado Isolado
- TLC – Teoria do Lugar Central
- TLI – Teoria da Localização das Indústrias
- UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

1 INTRODUÇÃO

A rede urbana articula a economia, a sociedade e o espaço-tempo globalizado, conferindo emergência teórica a questão urbana no mundo contemporâneo (MONTE-MÓR, 2000). A relevância dessa temática é evidenciada em termos quantitativos pelo aumento da população residente em áreas urbanas observado nas últimas décadas. Em 1950, 30% da população mundial residia em cidades, proporção que cresceu para 55% em 2018 e que estima-se que alcance o patamar de 68% em 2050 (UN, 2018b). Atualmente, o processo de urbanização permanece especialmente relevante em países do sul global, nos quais o crescimento vertiginoso das cidades supera em grande medida aquele experimentado pela Europa e América do Norte entre o século XIX e o início do século XX, no período pós-revolução industrial (DAVIS, 2006; PACIONE, 2003; UN, 2018a). Esse processo de urbanização acelerado tem originado novos problemas – ou velhos problemas com novas dimensões – que desafiam as práticas e o saber estabelecido.

De modo sintético, a partir da perspectiva da economia espacial, as cidades são caracterizadas como aglomerações de atividades econômicas – e, portanto, de indivíduos –, cujo desenvolvimento pode ser explicado a partir da ação de duas forças motrizes principais: as economias de escala e de aglomeração (BRUECKNER, 2011). As economias de escala se fundamentam no princípio de que as empresas tornam-se mais eficientes em grandes cadeias de produção ou escalas de operação, aumentando a produção por unidade de insumo em relação a escalas menores (STORPER, 2013). Analogamente, as economias de aglomeração refletem as externalidades positivas para as empresas advindas da proximidade em relação a outras empresas, como a diminuição nos custos de insumos e os ganhos de produtividade decorrentes da concentração de trabalhadores especializados (KRUGMAN, 1998). Dessa forma, pode-se afirmar que os elevados níveis de urbanização observados nas sociedades modernas não decorrem do acaso, mas de externalidades positivas decorrentes da aglomeração de capital e trabalho, bem como da estruturação do processo produtivo em redes urbanas (SCOTT, 2008).

A efetividade das economias de escala e de aglomeração enquanto forças motrizes do desenvolvimento urbano depende das condições de acessibilidade – não só entre empresas, mas também entre os locais de realização de atividades cotidianas –, que possibilitam as trocas e os encontros inerentes às cidades (SCOTT; STORPER, 2015). O conceito de acessibilidade é objeto de vasta discussão na literatura e tem como definição clássica aquela apresentada por

Hansen (1959, p.1, tradução nossa), em seu trabalho seminal *How Accessibility Shapes Land Use*, como sendo “o potencial de oportunidades de interação”. De modo similar, a acessibilidade de um local pode ser entendida como uma medida de vantagem locacional que é determinada, simultaneamente, pelas características do sistema de transportes e da localização de atividades (SPIEKERMANN; NEUBAUER, 2002). Nesse sentido, entende-se que as escolhas locacionais que conformam as cidades se dão a partir de um conjunto de *trade-offs*¹ que dependem, dentre outros fatores, das condições de acessibilidade a atividades preexistentes. Enquanto empresas demandam acesso a fornecedores, empregados e mercados consumidores, indivíduos, por sua vez, buscam acesso a trabalho, educação, saúde e lazer, assim como a bens e serviços (LEVINSON; KING, 2019).

A relação entre a estruturação dos sistemas de transportes e a localização de atividades – e, portanto, dos arranjos produtivos –, que determina as condições de acessibilidade, é dinâmica. Avanços tecnológicos nos sistemas de transportes – e a conseqüente redução dos custos dos deslocamentos – podem modificar a maneira como as sociedades se organizam, reforçando a aglomeração de atividades econômicas, aumentando o alcance de mercados e promovendo a especialização produtiva (KRUGMAN; VENABLES, 1993; SCOTT; STORPER, 2003). Nesse contexto, o aumento da capacidade, velocidade e amplitude nos movimentos de pessoas, mercadorias e informações, intensificado a partir da segunda metade do século XX, constituiu um ponto de inflexão no desenvolvimento urbano, possibilitando mudanças disruptivas na conformação da estrutura urbana – aqui entendida como o conjunto de interações decorrentes da forma e das funções urbanas (RODRIGUE; COMTOIS; SLACK, 2013). A massificação dos transportes motorizados, assimilada como política estatal, integrou áreas urbanas, mas também possibilitou o espraiamento dessas regiões, cuja extensão fora outrora condicionada à capacidade de pessoas se deslocarem a pé ou por tração animal (GARRISON; LEVINSON, 2006; RODRIGUE; COMTOIS; SLACK, 2013; WEGENER; FUERST, 2004).

¹ *Trade-off* é um termo da língua inglesa proveniente da economia neoclássica que diz respeito à uma situação onde há um conflito de escolha ou à compensação advinda de uma troca (PACIONE, 2005; SENNA, 2014).

O fenômeno do espraiamento urbano ²pode ser explicado, em termos econômicos, pela redução nos custos de transporte – advinda de modificações nas redes de transportes e nos modos de locomoção de indivíduos – e pelos valores mais baixos atribuídos a terrenos situados em áreas periféricas (BANISTER; BERECHMAN, 2000; BRUECKNER, 2011). Os indivíduos são afetados de maneira particular por esse fenômeno a depender de suas rendas, uma vez que essas condicionam o poder de decisão quanto à localização de moradia e o transporte utilizado nos deslocamentos. Em contextos desiguais, o desenvolvimento urbano disperso pode estar associado à disparidades no acesso a serviços, empregos – particularmente o emprego formal – e ao lazer, reforçando, de maneira cíclica, a segregação socioespacial (ABRAMO, 2007; MARICATO, 2009; ZANDONADE; MORETTI, 2012). Assim sendo, as desigualdades sociais preexistentes em áreas urbanas – que se refletem no acesso diferencial a oportunidades – podem ser mitigadas ou aprofundadas, a depender das políticas públicas adotadas para a gestão do uso do solo e da mobilidade urbana (CARDOSO, 2007; MARICATO, 2009; PEREIRA, 2019).

Isso posto, a análise das condições de acessibilidade se apresenta como uma possibilidade conceitual e metodológica para subsidiar a formulação de políticas urbanas, uma vez que permite que as cidades sejam avaliadas quanto a sua função principal: possibilitar o acesso a oportunidades (DURANTON; GUERRA, 2016; LEVINSON; KING, 2019; LOPES, 2015). Dentre as diferentes perspectivas possíveis para a análise da acessibilidade, destaca-se o estudo das condições de acessibilidade ao trabalho, seja pelo fato dessa função urbana constituir um *proxy*³ de atividades econômicas e serviços, seja pela influência da localização do trabalho no padrão de deslocamentos – dado que atividade laboral é o motivo principal de viagem urbanas (BOISJOLY; EL-GENEIDY, 2017b). Nesse sentido, é amplamente reconhecida na literatura a importância das condições de acessibilidade ao trabalho para a conformação das cidades e para a qualidade de vida urbana, tendo a sua análise permeado teorias formuladas nos últimos dois séculos com o objetivo de explicar o desenvolvimento urbano.

² As características mais comumente enfatizadas para definir o espraiamento urbano são o desenvolvimento de baixa densidade e o seu caráter disperso (DURANTON; PUGA, 2015).

³ *Proxy* é um termo da língua inglesa que designa uma situação, processo ou atividade com a qual outra situação, etc. é comparada, especialmente para avaliar em que medida é bem-sucedida ou não (CAMBRIDGE DICTIONARY, 2020).

Embora muitos autores tenham se dedicado ao estudo da acessibilidade e de como as políticas de transporte e uso do solo a impactam, ainda são escassos os trabalhos que tratam desse tema para cidades do sul global (PEREIRA, 2019), fato problemático diante das particularidades observadas em seus processos de urbanização (SHIMBO; RUFINO, 2019). Além disso, não foram identificadas pesquisas no contexto brasileiro que abordem especificamente a acessibilidade ao trabalho considerando os diferentes setores econômicos de forma desagregada. Essa abordagem, no entanto, se mostra promissora, tanto para a caracterização da estrutura urbana a partir de uma perspectiva que considere os arranjos produtivos e as disparidades intrarregionais, quanto para a análise de desigualdades entre grupos sociais no que se refere às condições de acesso a oportunidades de trabalho, o que pode auxiliar na formulação e avaliação de políticas de transporte e uso do solo (ALSTADT; WEISBROD; CUTLER, 2012; CESAR, 2010; DEBOOSERE; EL-GENEIDY; LEVINSON, 2018; HOLL, 2004; LOPES, 2015; MEIJERS *et al.*, 2012; SUN; FAN, 2018; WARADE, 2007).

Considerando-se a pertinência do conceito de acessibilidade para o entendimento da estrutura urbana e produtiva, bem como para a avaliação da qualidade de vida nas cidades, três questionamentos principais orientam o desenvolvimento deste trabalho, sendo dois de caráter metodológico e um fenomenológico, quais sejam: como caracterizar a acessibilidade ao trabalho, considerando os diferentes setores econômicos, a partir de sua relação com o perfil sociodemográfico da população? Como caracterizar as desigualdades espaciais e socioeconômicas da acessibilidade ao trabalho considerando setores econômicos específicos? E, por fim, em que medida os padrões de acessibilidade ao trabalho nos diferentes setores econômicos estão relacionados a estrutura espacial sociodemográfica de ocupação na Região Metropolitana de Belo Horizonte? Os objetivos e justificativas que movem este trabalho são detalhados nas respectivas seções.

1.1 Objetivos geral e específicos

Tendo em vista o contexto discutido na seção anterior e as questões de pesquisa apresentadas, tem-se como objetivo geral desta dissertação o desenvolvimento de um estudo de caso de caráter exploratório, consistindo na caracterização da acessibilidade ao trabalho na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), tendo em vista as diferenças no acesso a oportunidades e as particularidades dos diferentes setores produtivos. A escolha da RMBH enquanto área de estudo se justifica pela importância da mesma e pela escassez de estudos que

considerem a acessibilidade dessa região, em especial na escala metropolitana. Também cabe destacar a representatividade da RMBH no contexto brasileiro – como será discutido adiante – e a disponibilidade de recursos e dados para as análises propostas. Espera-se que este estudo contribua para outras implementações científicas e práticas, podendo ser replicado em diferentes contextos territoriais.

Para tanto, têm-se como objetivos específicos:

- i. contextualizar a questão da acessibilidade ao trabalho no âmbito da economia urbana e regional e do planejamento urbano e de transportes;
- ii. propor uma abordagem metodológica para a caracterização da acessibilidade ao trabalho, considerando os modos a pé e automóvel, a localização de postos de trabalho nos diferentes setores econômicos e a estrutura sociodemográfica de ocupação;
- iii. apresentar o fenômeno da conformação da acessibilidade ao trabalho no contexto da RMBH e aplicar a abordagem metodológica proposta para o estudo de caso; e
- iv. analisar a estrutura produtiva da RMBH considerando a sobreposição da estrutura sociodemográfica e da acessibilidade potencial ao trabalho.

Neste estudo não foram considerados os serviços de transporte público em razão do fato de que os dados relativos à rede de ônibus da RMBH no formato GTFS (*General Transit Feed Specification* – Especificação Geral de *Feed* de Trânsito)⁴– formato utilizado neste trabalho – não havia sido disponibilizado publicamente no momento de sua elaboração, tendo sido considerados na análise somente os modos a pé e automóvel. Ainda que exista um arquivo GTFS para o transporte público municipal por ônibus somente para o município de Belo Horizonte disponível, optou-se por não considerá-lo para que houvesse coerência metodológica, dado que a análise proposta no trabalho se insere na escala metropolitana.

⁴ Os arquivos no formato GTFS fornecem uma informações dos serviços de um sistema de transporte público programados para uma data específica, com informações detalhadas quanto aos trajetos, paradas e horários (PEREIRA, 2019).

1.2 Relevância e justificativa

O crescimento vertiginoso experimentado pelas grandes cidades brasileiras a partir dos anos 1970 até o começo dos anos 2000 se deu através da metropolização, do espraiamento e da intensificação da segregação socioespacial, que decorre, em grande medida, dos processos sociais de acesso ao solo urbano (ABRAMO, 2007; MARICATO, 2009; SANTOS, 1993). A urbanização brasileira ocorrida nesse período pode ser caracterizada por sua incompletude, com significativa expansão do mercado habitacional informal – inclusive em áreas de proteção ambiental –, no qual prevalecem a infraestrutura e os serviços urbanos precários (MARICATO, 2000; MONTE-MÓR, 2000).

No que se refere à mobilidade urbana, aspecto fundamental para a dinâmica das cidades, esse processo intenso de urbanização esteve associado ao sucateamento dos transportes públicos, bem como ao aumento constante no uso de veículos motorizados, ocasionando o incremento progressivo dos tempos de deslocamento – especialmente para a população de baixa renda –, da poluição atmosférica, do desperdício de energia e das colisões no trânsito (BOARETO, 2008; VASCONCELLOS; CARVALHO; MORAES, 2011). Como consequência desse fenômeno, a segregação dos grupos de baixa renda é agravada pela alta concentração de atividades econômicas observada nas metrópoles que, somada à precariedade na oferta de transporte público, implica em uma baixa acessibilidade ao trabalho, especialmente o formal (MARICATO, 2003).

Paralelamente à acentuação dessas questões urbanas, a partir do processo de redemocratização do Brasil, verificou-se a modernização da legislação urbanística, em consonância com os paradigmas vigentes para o planejamento urbano (AMANAJÁS; KLUG, 2018). Nesse contexto, a promoção do acesso a oportunidades – temática que permeia este trabalho – é hoje uma diretriz consolidada entre os órgãos do poder público, como pode ser verificado no Estatuto das Cidades, de 2001, que regulamenta os instrumentos de política urbana, e na Política Nacional de Mobilidade Urbana, de 2012, que trata desses instrumentos no âmbito da mobilidade, ambas leis federais (BRASIL, 2008, 2012).

Ademais, diante do significativo processo de metropolização experimentado nas últimas décadas (SOJA, 2000) – diretamente relacionado ao espraiamento e à segregação socioespacial, questões discutidas anteriormente –, em 2015 foi elaborado o Estatuto da Metrópole, marco

legal objetiva subsidiar a articulação de municípios para o planejamento e gestão de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas (BRASIL, 2015; IPEA, 2018).

Apesar da modernização da legislação urbanística brasileira ser entendida como uma conquista por vários setores da sociedade, esta se demonstrou ineficaz na resolução dos problemas urbanos mencionados (ALMEIDA, 2015; ARANTES, 2014). Na prática, os efeitos concretos dos planos elaborados na esteira dessas novas leis, quando muito, permanecem restritos à algumas regiões das cidades, perpetuando a prática do “Plano Discurso”, segundo os termos de Maricato (2000). Além disso, em atendimento ao interesse de grupos específicos, quase a totalidade dos instrumentos legais previstos nos estatutos mencionados não é aplicada, inclusive no que se refere a orientação e planejamento do crescimento das cidades em benefício das maiorias e da qualidade de vida dos cidadãos (ARANTES, 2014).

Para além das questões políticas – inerentes aos planos e de grande relevância para a determinação dos rumos do desenvolvimento das cidades (ALMEIDA; MONTE-MÓR, 2010) –, cabe ressaltar que historicamente, no Brasil e no mundo, a ineficácia do planejamento urbano também decorre da existência de lacunas empíricas nas premissas que orientam suas práticas.

Nesse contexto, destacam-se aqui as lacunas empíricas referentes às políticas de promoção do acesso a oportunidades. Ainda que as propostas com esse objetivo disponham de ampla aceitação entre os atores envolvidos na formulação de estratégias de planejamento territorial, a eficiência e aplicabilidade dessas propostas é, por vezes, questionável. Nesse sentido, é possível pontuar algumas questões em aberto, como: o investimento em infraestrutura de transportes em regiões periféricas impulsiona o desenvolvimento econômico? O adensamento populacional em centralidades é capaz de aumentar o acesso a oportunidades para grupos de baixa renda? A permissividade de usos favorece uma distribuição espacial mais equitativa de postos de trabalho? Não há respostas universais ou óbvias para essas perguntas, uma vez que essas dependem, dentre outros fatores, de como se relacionam a localização das atividades, o sistema de transportes e os padrões sociodemográficos de ocupação – questões para as quais se verifica uma lacuna empírica e que devem ser respondidas tendo em vista um contexto geográfico e

socioeconômico específico (DURANTON; GUERRA, 2016; LAKSHMANAN; CHATTERJEE, 2005)⁵.

Assim sendo, diante do consenso quanto à importância da promoção do acesso a oportunidades para o desenvolvimento urbano justo, sustentável e eficiente, verifica-se pertinência da análise das condições de acessibilidade para além de uma agenda normativa. Essa análise, quando orientada a uma conjuntura específica, pode tornar mais produtivas as ferramentas disponíveis para a compreensão da estrutura urbana, possibilitando práticas mais eficientes no planejamento urbano e de transportes. Desse modo, por meio deste trabalho, espera-se fundamentar práticas relevantes de pesquisa e planejamento, ampliando a compreensão acerca dos desafios da urbanização contemporânea – especialmente no contexto das cidades brasileiras – mediante o aperfeiçoamento de métodos para a análise, síntese e visualização de variáveis. Espera-se também expandir o conhecimento estabelecido acerca dos padrões de acessibilidade ao trabalho em diferentes setores produtivos na RMBH, contribuindo para a maior efetividade do planejamento e da gestão metropolitana.

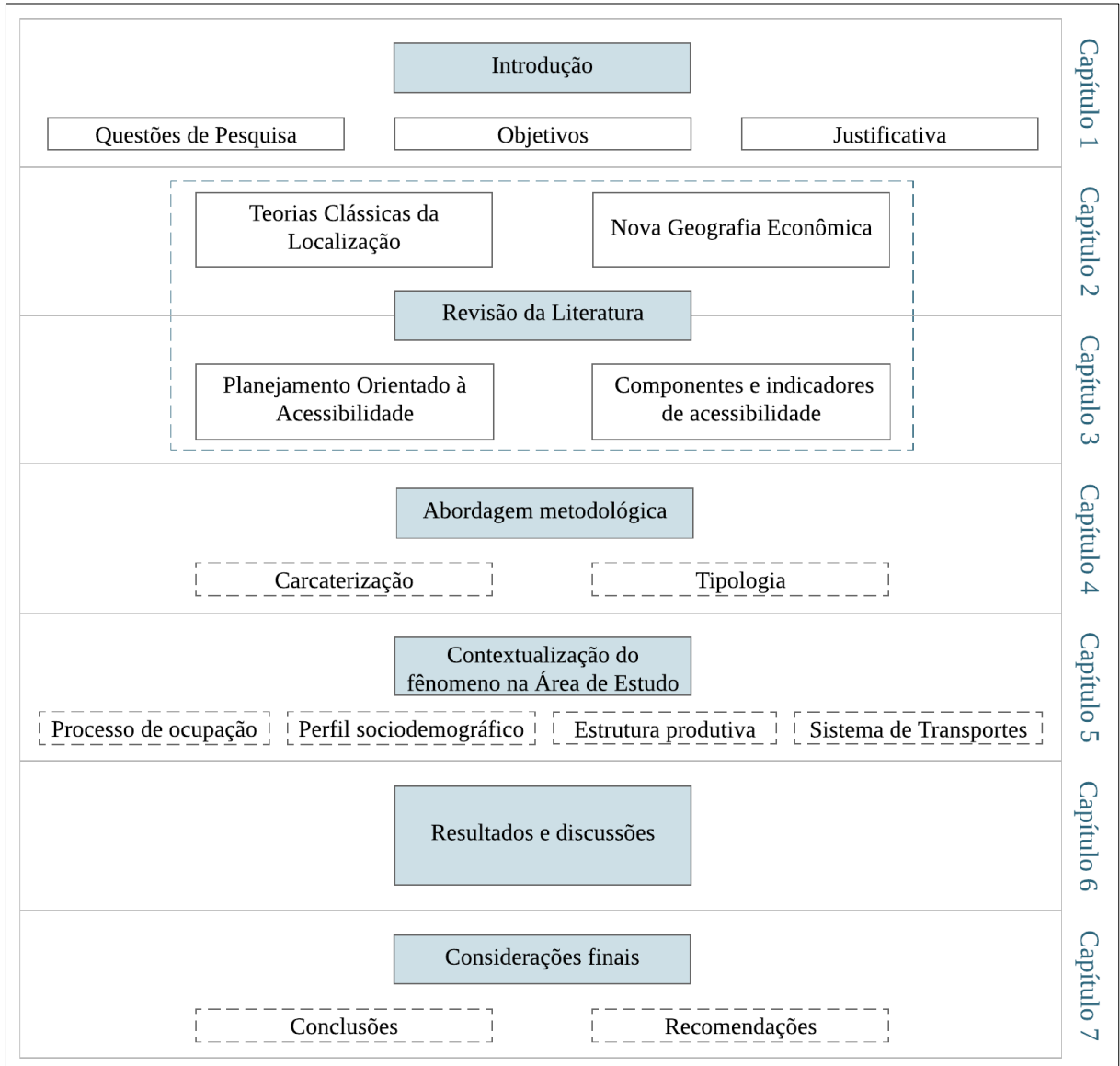
1.3 Estrutura do trabalho

Além deste capítulo introdutório, este trabalho é composto por seis outros capítulos. Nos capítulos 2 e 3 será apresentada a revisão da literatura que fundamenta a análise proposta. Optou-se por dividir a revisão da literatura em dois capítulos em decorrência da distinção entre os temas tratados, ainda que estes sejam entendidos como complementares. No capítulo 2 serão discutidas as teorias fundamentais do desenvolvimento regional e urbano que consideram as condições de acessibilidade na explicação de padrões de localização de atividades econômicas, enquanto no capítulo 3 será apresentado o paradigma de planejamento orientado à acessibilidade, bem como aspectos práticos da elaboração de estudos e políticas públicas que tenham como foco a acessibilidade. A abordagem metodológica utilizada na análise proposta será descrita no capítulo 4. No capítulo 5 será apresentado o fenômeno da conformação da acessibilidade ao trabalho no contexto da RMBH. Os resultados e discussões resultantes da

⁵ É preciso ressaltar que, apesar de relevantes, esses questionamentos não serão objeto de investigação deste trabalho

análise proposta serão examinados no capítulo 6. Por fim, no capítulo 7, serão apontadas as considerações finais. A estrutura do trabalho é apresentada de maneira resumida na Figura 1.1.

Figura 1.1: Estrutura da dissertação.



Fonte: Elaboração própria.

2 TEORIAS DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL E URBANO E A ACESSIBILIDADE

Diante da proeminência do fato urbano no mundo contemporâneo, ao longo do último século, as cidades passaram a ser objeto de estudo de vários campos do conhecimento. Nesse contexto, poucos são os consensos quanto as questões, quadros conceituais e métodos a serem considerados nos estudos urbanos (SCOTT; STORPER, 2015). As cidades, enquanto unidades de análise, se inserem em sistemas econômicos e sociais que extrapolam os seus limites e têm processos de desenvolvimento complexos, conformados por uma ampla variedade de forças em constante interação, podendo ser avaliados por diferentes perspectivas, a depender da finalidade do estudo (PACIONE, 2005; STORPER, 2013). Assim sendo, se faz necessário explicitar as bases conceituais e teóricas que fundamentam a perspectiva da análise adotada neste trabalho, que, tendo em vista as questões de pesquisa e os objetivos apresentados, trata da questão da acessibilidade aos diferentes setores econômicos no contexto metropolitano e sua relação com a desigualdade socioespacial.

Posto isso, neste capítulo serão discutidas teorias basilares da economia regional e urbana que buscam, a partir dos custos de transportes inerentes às interações espaciais – e, portanto, das condições de acessibilidade –, explicar os padrões de localização de atividades econômicas. Diante do amplo arcabouço teórico da economia regional e urbana, optou-se por detalhar aquelas cuja perspectiva de análise se relaciona diretamente com a deste trabalho e que, em virtude da originalidade de suas formulações, deram suporte a outras teorias elaboradas *a posteriori*, como é descrito nas seções subsequentes. Por fim, cabe ressaltar que as teorias discutidas neste capítulo não serão replicadas enquanto modelos explicativos do desenvolvimento urbano na análise empírica proposta – de caráter experimentalista e descritiva –, de forma que a importância da discussão apresentada neste capítulo advém da utilização dessas teorias enquanto chave de interpretação do fenômeno estudado.

2.1 Teorias clássicas da localização

A partir da primeira metade do século XIX, uma série de modelos teóricos conhecidos como teorias clássicas da localização foram desenvolvidos com o objetivo de explicar os processos relacionados ao desenvolvimento urbano e regional (ALMEIDA; CÂMARA; MONTEIRO, 2007). As teorias clássicas da localização são entendidas como “um conjunto de trabalhos que

evoluiu de forma mais ou menos sequenciada de Von Thünen (1826) a Isard (1956)” (CRUZ *et al.*, 2011, p. 48) e que procuram analisar, do ponto de vista analítico e empírico, as decisões locacionais de empresas, considerando-se as vantagens advindas do aumento da acessibilidade e da diminuição dos custos de transporte entre fornecedores e consumidores (CESAR, 2010; DIAS; SIMÕES, 2013). Esses modelos constituem um importante instrumento de análise do desenvolvimento das cidades por fornecerem fundamentos teóricos para a compreensão da dinâmica do capital no espaço, permitindo interpretar, à luz de um modelo formal, a distribuição espacial das atividades econômicas (SIMÕES, 2003).

Com o objetivo de apresentar parte do arcabouço teórico utilizado para a formulação das hipóteses e das análises propostas neste trabalho, nesta seção são detalhados três desses modelos, quais sejam: o do Estado Isolado de Von Thünen (1826), a Teoria da Localização das Indústrias de Weber (1909) e a Teoria do Lugar Central de Christaller (1933). Apesar de os trabalhos desenvolvidos por Lösch (1954) e Isard (1956) figurarem entre as teorias clássicas da localização, estes não serão discutidos em maior profundidade nesta revisão, uma vez que podem ser considerados variações ou sínteses das demais (ALMEIDA; CÂMARA; MONTEIRO, 2007; CRUZ *et al.*, 2011).

2.1.1 Teoria do Estado Isolado

A obra *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*, conhecida como Teoria do Estado Isolado (TEI), formulada por Johann Heinrich Von Thünen (1826), busca explicar o padrão locacional de diferentes atividades agrícolas e métodos de cultura em torno das cidades na Alemanha pré-industrial, por meio de um modelo que considera, a partir de uma perspectiva agregada, o papel proeminente exercido pelos custos de transporte na estruturação do uso do solo no espaço (CRUZ *et al.*, 2011; KRUGMAN, 1998; LEMOS, 1988). O modelo de Von Thünen constitui um pilar para o desenvolvimento da economia urbana e regional, destacando-se pelo pioneirismo e por ser, provavelmente, uma das mais antigas análises sobre a interdependência entre o transporte e o uso do solo (CRUZ *et al.*, 2011; SIMÕES, 2003). Os pressupostos utilizados na TEI têm sido a base de muitos modelos em que as considerações econômicas são utilizadas para explicar a conformação da estrutura urbana (RODRIGUE; COMTOIS; SLACK, 2013).

Na TEI é assumido um conjunto de premissas básicas que buscam emular as condições da produção agrícola no entorno de uma cidade alemã no início do século XIX, quais sejam: a

existência de um mercado de terras competitivo em uma planície agrícola onde se produz uma variedade de mercadorias; a existência de uma cidade isolada no centro dessa planície – ou seja, sem relação com um sistema econômico externo –, onde as mercadorias agrícolas seriam comercializadas; a ubiquidade das terras nas proximidades da cidade, que possuiriam um relevo plano e uniformemente fértil, sendo ocupadas por fazendeiros totalmente flexíveis quanto a escolha dos seus cultivos; e, por fim, que os fazendeiros utilizariam um único modo para transportar seus produtos para a cidade, de forma que, tendo em vista a ubiquidade do terreno, os custos de transporte por distância percorrida seriam iguais para todos os fazendeiros (CRUZ *et al.*, 2011; FURTADO, 2009; KRUGMAN, 1998; LEMOS, 1988; SINCLAIR, 1967). Ademais, cabe ressaltar que a TEI parte da noção de *homo economicus*, ou seja, que os agentes produtivos teriam total conhecimento a respeito das condições do mercado, e agiriam segundo preceitos de total racionalidade, tendo como objetivo a maximização de seus lucros (CESAR, 2010).

Tendo em vista as premissas elencadas, Von Thünen procurou explicar os padrões de localização de culturas agrícolas no entorno de um centro urbano (LEMOS, 1988). Para tanto, a TEI é fundamentada no conceito da renda fundiária, valor pago ao proprietário de um terreno periodicamente em troca de sua utilização (CRUZ *et al.*, 2011; FURTADO, 2009). É assumido que a renda fundiária por unidade de mercadoria produzida é função da distância dos estabelecimentos agrícolas em relação a cidade, de modo que quanto piores as condições de acessibilidade ao mercado, maiores os custos de transporte e menor a remuneração relativa por mercadoria. Alternativamente, quanto maiores as vantagens locacionais, maior seria o lucro obtido por mercadoria comercializada. Como supõe-se um mercado de terras competitivo, esses lucros seriam dissipados pelo aluguel da terra (CRUZ *et al.*, 2011; SIMÕES, 2003). Esta relação pode ser representada pela Equação 2.1:

$$r = pm - p - bd \quad (2.1)$$

Onde:

r é a renda por unidade produzida;

pm é o preço de comercialização;

p é o preço de produção sem que sejam considerados os custos de transporte até o mercado;

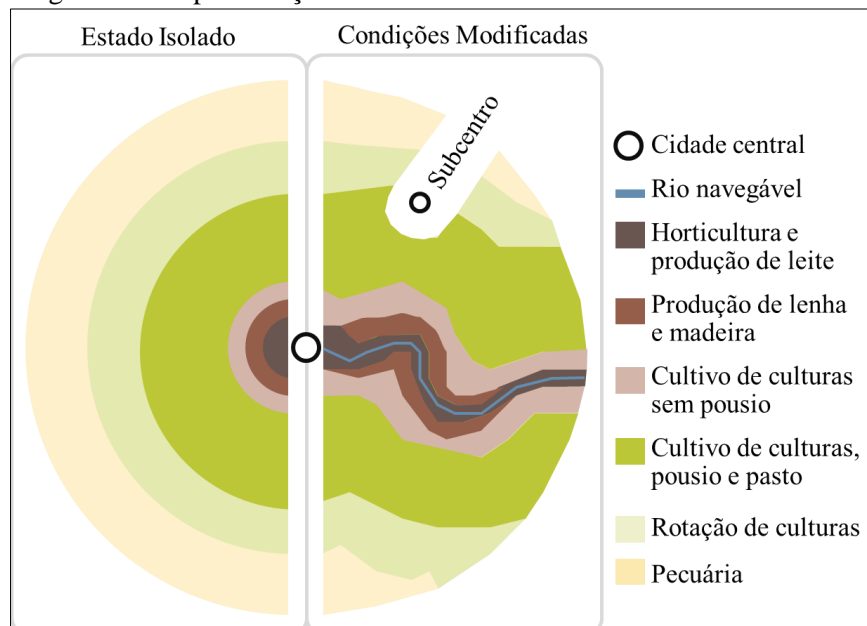
d é a distância do estabelecimento agrícola até o mercado; e

b é o custo de transporte por unidade de mercadoria e por unidade de distância.

Assim sendo, entende-se que os custos do transporte do local de produção até a cidade, para cada mercadoria, são proporcionais à distância a ser percorrida, de modo que o valor da renda r é máximo quando a distância d é igual a zero e mínimo quando esta é suficientemente grande para que os custos de transporte consumam todo o sobrelucro espacial gerado. Considerando que o preço de comercialização e os custos de transporte de produtos agrícolas não são homogêneos, o tipo de produção agrícola em um determinado terreno deverá ter maior rentabilidade à medida que este esteja mais próximo da cidade-mercado, existindo, portanto, uma localização ótima para a produção de cada mercadoria (CESAR, 2010; PARNREITER, 2018; SIMÕES, 2003).

Com o objetivo de ilustrar a formulação demonstrada na Equação 2.1, na Figura 2.1 estão representadas duas abstrações feitas a partir do modelo de Von Thünen, sendo que na primeira são observadas as premissas originais do modelo e na segunda é considerada uma situação modificada, em que existe um subcentro e na qual os custos de transporte não são ubíquos devido a presença de um rio navegável.

Figura 2.1: Representação da Teoria do Estado Isolado de Von Thünen.



Fonte: Adaptado de Rodrigue, Comtois e Slack (2019).

É evidente que, conforme aumentam as distâncias dos locais de produção em relação à cidade-central, aumentam também os custos de transporte das mercadorias. Como consequência,

conforme pode-se observar na abstração apresentada na Figura 2.1, distintos tipos de culturas se sucedem em anéis concêntricos no espaço em função de sua rentabilidade, até se chegar as culturas mais distantes da cidade central, que são menos perecíveis e intensivas em mão-de-obra, além de incorrerem em custos de transporte menores, sendo o caso extremo a pecuária – considerando-se a possibilidade do gado ser deslocado com suas próprias forças até o mercado (CESAR, 2010; SIQUEIRA, 2012).

Quando se considera um cenário no qual não se verifica ubiquidade, dada a existência de um rio navegável – o que implicaria em uma redução significativa dos custos de transporte até o centro nas suas proximidades – e de um subcentro – que funcionaria como um segundo mercado consumidor –, há uma mudança nas condições de rentabilidade da terra, sendo esperado que atividades mais intensivas e com custos de transporte mais significativos se desenvolvam na proximidade destes.

Ainda que tenha sido originalmente proposta para analisar a localização de atividades agrícolas, a TEI tem sido generalizada para diferentes contextos em decorrência de sua simplicidade e grande poder analítico, constituindo a base para outros trabalhos clássicos da economia regional e urbana (BANISTER; BERECHMAN, 2000).

Entre esses, destaca-se o modelo desenvolvido por Alonso (1964), no qual a TEI foi reinterpretada, substituindo os fazendeiros por trabalhadores que se deslocam até o trabalho e a cidade isolada por um *central business district*⁶ (CBD), onde se concentram todos os empregos. Como resultado da aplicação do modelo, é obtida a representação de uma cidade com diferentes tipos de usos estruturados em anéis concêntricos, de maneira similar à proposição original de Von Thünen (FUJITA; KRUGMAN; VENABLES, 1999). De maneira análoga à TEI, no modelo de Alonso o uso do solo urbano em qualquer lugar corresponde àquele para o qual o valor pago no aluguel da terra é igual ao valor demandado pelo proprietário, supondo a existência de um mercado em equilíbrio. Esse princípio é a base para generalizar o modelo,

⁶ Termo em inglês que se refere a parte da cidade ou município onde a maior parte dos escritórios e negócios estão localizados (CAMBRIDGE DICTIONARY, 2020).

considerando diferentes tipos de família ou a existência atividades econômicas localizadas fora do CDB (ANAS; ARNOTT; SMALL, 1998; WEGENER; FUERST, 2004).

A despeito de sua grande relevância para a economia regional e urbana, a TEI esteve sujeita a várias críticas, sendo a principal delas o fato de no modelo não serem consideradas as possíveis externalidades decorrentes da proximidade entre atividades em uma determinada região, ignorando, assim, os *trade-offs* entre as vantagens comparativas advindas da aglomeração de atividades e os custos de transporte (CRUZ *et al.*, 2011; DIAS; SIMÕES, 2013; LEMOS, 1988). Nesse sentido, embora as formulações da TEI tenham uma explicação clara para a estruturação do uso do solo em torno de um mercado, a existência da cidade onde se encontra o mercado é dada como premissa no modelo, sem que sejam fornecidas maiores explicações quanto a sua origem (FUJITA; KRUGMAN; VENABLES, 1999; SIMÕES, 2003). Essa questão foi abordada por autores da Nova Geografia Econômica – discutida na seção 2.2 –, cujos modelos fazem uso de conceitos provenientes do trabalho de Von Thünen considerando também a existência de fatores aglomerativos (CRUZ *et al.*, 2011).

Apesar das limitações da Teoria do Estado Isolado, é importante destacar o pioneirismo de Von Thünen ao introduzir a formalização de uma suposição utilizada em teorias econômicas posteriores que buscaram analisar os padrões de uso do solo a partir dos custos de transporte, qual seja, a de que, *ceteris paribus*, locais com melhores condições de acessibilidade à áreas centrais são mais atraentes e, por tanto, possuem maior valor de mercado em comparação com locais mais periféricos (WEGENER; FUERST, 2004).

2.1.2 Teoria da Localização das Indústrias

O economista alemão Alfred Weber publicou em 1909 o trabalho intitulado *Über den Standort der Industrien*, que pode ser traduzido como Teoria da Localização das Indústrias (TLI). Sua obra é considerada uma das primeiras teorias clássicas da localização e, de modo similar ao trabalho de Von Thünen, consiste em um modelo que busca explicar a decisão locacional de atividades econômicas a partir dos custos de transporte. Todavia, diferentemente de Von Thünen, Weber analisa a decisão de localização ótima de atividades industriais – e não de estabelecimentos agrícolas (CRUZ *et al.*, 2011; SIMÕES, 2003).

Partindo da observação empírica que a distribuição espacial de recursos naturais não é ubíqua, no modelo de Weber é assumido o pressuposto de que as indústrias buscam localizar-se no

locus geográfico de modo a minimizar os custos de transporte envolvidos no processo de produção e circulação de mercadorias, considerando o preço de comercialização de insumos e produtos homogêneo no espaço (LEMOS, 1988; SIMÕES, 2003). Desse modo, na TLI, a escolha locacional é considerada como decorrente da ponderação de três fatores: custo de transporte dos insumos e dos produtos finais; custo da mão-de-obra; e economias de aglomeração e desaglomeração. Os custos de transporte, entretanto, são entendidos como o fator preponderante na escolha locacional, sendo os custos da mão-de-obra e as economias de aglomeração considerados apenas como fatores de ajuste do modelo (CESAR, 2010; FERREIRA, 1989).

A solução para a questão da localização industrial ótima proposta por Weber depende não apenas da localização do mercado consumidor, mas também da importância relativa da distribuição espacial dos recursos naturais, descrita formalmente a partir do índice de matérias-primas (I), conforme a Equação 2.2 (CRUZ *et al.*, 2011; SIMÕES, 2003):

$$I = \frac{M - U}{M - P} \quad (2.2)$$

Onde:

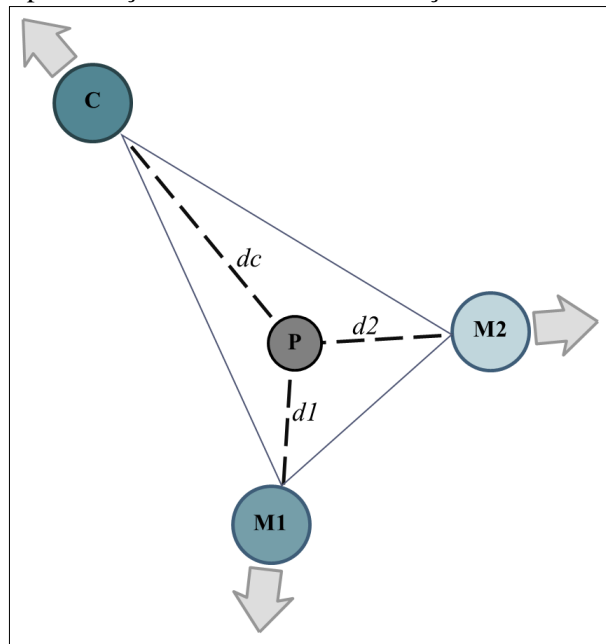
M é a soma dos pesos das matérias-primas disponíveis em apenas alguns lugares utilizadas na produção;

U é o peso das ubiquidades (que são os insumos disponíveis em qualquer lugar); e

P é a perda de peso/volume durante o processo de produção.

Assim sendo, a tendência de localização das atividades industriais depende do peso das ubiquidades e da perda de peso ou volume das matérias-primas durante o processo produtivo. Caso o primeiro seja maior, tem-se que $I < 1$, havendo uma tendência à localização próxima ao centro consumidor (mercado). Caso contrário, tem-se que $I > 1$, o que significa que a atividade tenderá a localizar-se nas proximidades de onde são extraídas as matérias-primas para a produção (SIMÕES, 2003). Dito isso, pode-se fazer um exercício da representação do modelo de Weber considerando-se o problema da localização de uma indústria que depende de duas fontes de matérias primas, situadas em M1 e M2, e que tem sua produção comercializada em um mercado pontual, situado em C, conforme a Figura 2.2.

Figura 2.2: Representação da Teoria da Localização das Indústrias de Weber.



Fonte: Adaptado de Rodrigue, Comtois e Slack (2019).

Nesse cenário, *ceteris paribus*, para maximizar seus lucros, uma indústria deve minimizar o seu custo total de transporte CT, se estabelecendo no ponto ótimo de produção P. Na Figura 2.2, quanto maiores os custos associados ao distanciamento dos pontos M1, M2 e C, maiores as setas em suas proximidades, que representam a atração exercida por esses locais. Essa relação pode ser formalizada conforme é explicitado na Equação 2.3 (CRUZ *et al.*, 2011):

$$CT = m_1 t_1 d_1 + m_2 t_2 d_2 + m_c t_c d_c \quad (2.3)$$

Onde:

m_1 é o peso do insumo 1;

m_2 é o peso do insumo 2;

m_c é o peso do produto final;

t_1 é o custo de transporte entre M1 e P;

t_2 é o custo de transporte entre M2 e P;

t_c é o custo de transporte entre C e P;

d_1 é a distância entre M_1 e P;

d_2 é a distância entre M_2 e P; e

d_c é a distância entre C e P.

Assim sendo, a localização ótima de uma indústria será aquela para qual o valor de CT é mínimo – o que ocorre necessariamente no interior do triângulo –, havendo maior ou menor proximidade do ponto P em relação ao local de fornecimento dos insumos ou do mercado consumidor, a depender do pesos dos insumos e dos custos de transporte. Caso haja um aumento do peso do insumo fornecido em M_1 , por exemplo, o ponto P estará posicionado mais próximo deste. Alternativamente, caso haja uma redução dos custos de transportes a partir de M_1 , o ponto P se distanciará deste (CRUZ *et al.*, 2011).

Cabe ressaltar que a TLI é criticada por suas simplificações e pressupostos ideais, como a homogeneidade dos preços no espaço, o que comprometeria o seu objetivo primordial, qual seja, definir a localização ótima de atividades industriais (LEMOS, 1988). Ademais, assim como outras teorias de localização, o trabalho de Weber parte da ideia irreal de que indivíduos tomam decisões visando minimizar seus custos dispondo de informações perfeitas (PARNREITER, 2018). Para além dessas questões, o trabalho de Weber tem como foco a escolha locacional de indústrias pesadas, em especial aquelas surgidas no período que vai da revolução industrial a meados do século XX, tendo poder explicativo limitado no que se refere a localização de atividades econômicas com modelos produção flexível ou de alta tecnologia – de grande relevância nos dias atuais –, para as quais os custos de transporte podem ter importância reduzida frente à outras variáveis (CESAR, 2010).

Ainda assim, tópicos presentes a TLI permanecem relevantes em análises contemporâneas, em que há a necessidade de se interpretar a lógica espacial do mercado de trabalho a partir de teorias que não apenas as econômicas, mas tendo em vista aspectos sociais, como o que hoje se entende por capital social e aprendizado local (SIMÕES, 2003). Ademais, destaca-se no trabalho de Weber a introdução do conceito de economias de aglomeração nas teorias de localização. No âmbito da TLI, essas economias podem ser entendidas como vantagens competitivas resultantes da localização de indústrias nas proximidades de indústrias complementares, o que diminuiria os custos de produção e explicaria a localização de indústrias em locais distantes de mercados consumidores e sem mão-de-obra barata (FUJITA; THISSE, 2013; PARNREITER, 2018).

Desse modo, embora tenha sido formulada para o contexto de indústrias pesadas, a teoria de Weber sobre as economias de aglomeração permanece relevante para a explicação de padrões locacionais de outros tipos de atividades econômicas, sendo utilizada na fundamentação diversos modelos da economia urbana e regional.

2.1.3 Teoria do Lugar Central

A terceira vertente das teorias clássicas da localização teve como marco inicial a obra *Die zentralen Orte in Süddeutschland*, conhecida como Teoria do Lugar Central (TLC), formulada por Walter Christaller (1933) a partir de um estudo realizado para a região sul da Alemanha. Assim como as teorias de Von Thünen e Weber, a TLC busca demonstrar as relações existentes entre os custos de transporte e a distribuição espacial das atividades econômicas (BANISTER; BERECHMAN, 2000). Entretanto, enquanto os primeiros investigam a localização da produção industrial e agrícola, a questão principal na teoria de Christaller é a busca por uma explicação geral para o tamanho, número e distribuição espacial de assentamentos urbanos (CRUZ *et al.*, 2011; PACIONE, 2005; PARNREITER, 2018). A TLC de Christaller constitui uma importante referência teórica para explicar a conformação de redes e estruturas urbanas e teve o mérito de introduzir a noção de que os assentamentos humanos estariam organizados em uma hierarquia de lugares centrais – ou centralidades –, caracterizados pelo grau de especialização, qualidade e variedade de bens e serviços ofertados (BURGER; MEIJERS, 2012; DIAS; SIMÕES, 2013; FUJITA; THISSE, 1996).

Para a compreensão da definição de lugar central, se faz necessário, primeiramente, apresentar três conceitos fundamentais, quais sejam: população limiar, alcance e ordem. A população limiar consiste na população mínima necessária para que a comercialização de um bem ou serviço em um local seja viável, ou seja, sua demanda mínima. O alcance, por sua vez, se refere a distância máxima que indivíduos estão dispostos a se deslocarem para adquirir um bem ou serviço. Caso o alcance seja inferior a distância a ser percorrida, a inconveniência da viagem – medida a partir do tempo, custo monetário e esforço dispendidos – excederá o valor ou a necessidade do bem ou serviço. A área de mercado de um produto depende da interseção desses atributos (PACIONE, 2005). Por fim, o conceito de ordem advém da ideia de que existe uma hierarquia de bens e serviços urbanos – também chamados de funções. Aqueles que são demandados com maior frequência possuem menor alcance e, portanto, menor área de mercado, sendo considerados de baixa ordem. Alternativamente, bens e serviços consumidos com menor frequência possuem maior alcance, sendo considerados de alta ordem. Assim, a ordem de bens

e serviços pode variar conforme a sua elasticidade-preço e as condições de transporte existentes (CHRISTALLER, 1966; CRUZ *et al.*, 2011).

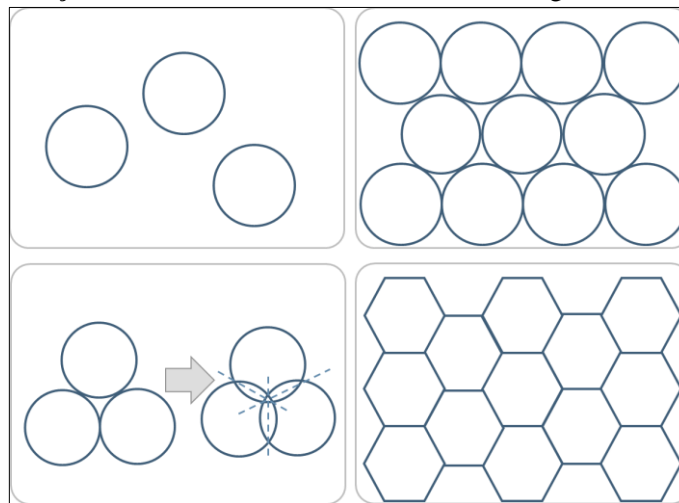
A centralidade de um assentamento, portanto, não se refere à localização espacial deste, mas a sua importância relativa em vista da ordem dos bens e serviços nele ofertados. Ainda que o tamanho da população de um assentamento ou a extensão territorial deste possam ser entendidos como medidas de sua importância absoluta, essas grandezas não configuram indicadores da centralidade. Ainda que a centralidade na TLC possa se referir a regiões, esse conceito se relaciona mais especificamente a locais situados em uma região. Dessa forma, o uso do termo “lugar central” na teoria de Christaller se justifica pelo fato que Christaller não se refere à unidades de assentamentos ou regiões administrativas, mas às localidades onde funções centrais são ofertadas. Entre as funções entendidas como centrais na TLC estão o comércio, serviços bancários, indústrias, administração estatal, igrejas, escolas, teatros, organizações profissionais e empresariais, transporte e saneamento, entre outros (CHRISTALLER, 1966).

A partir do conceito de lugar central, Christaller define a região para qual um lugar central constitui um centro – ou seja, cuja oferta de bens e serviços centrais se encontra dentro do seu alcance – como região complementar. De maneira análoga aos lugares centrais, essas regiões são denominadas como regiões complementares de lugares centrais de ordem superior ou inferior. Em termos práticos, a ordem de uma região complementar é caracterizada pela variedade de bens e serviços centrais acessíveis a partir dela. É importante destacar que a extensão de uma região complementar de um lugar central é de difícil determinação, principalmente porque sua extensão difere a depender do alcance dos bens e serviços ofertados e das condições de transporte, além desta poder sofrer variações periódicas ou sazonais (CHRISTALLER, 1966).

A partir desses conceitos, com o objetivo de desenvolver um modelo formal que explicasse o desenvolvimento de assentamentos humanos, Christaller assumiu uma série de premissas, simplificando a realidade por ele observada, quais sejam: a existência de uma planície uniforme e ilimitada, na qual há igual facilidade de deslocamento em todas as direções, sendo os custos de transporte proporcionais à distância percorrida; distribuição populacional uniforme pela planície; os lugares centrais estão localizados na planície, fornecendo bens, serviços e funções administrativas para suas regiões complementares; consumidores e fornecedores atuam segundo o princípio do *homo economicus*, buscando, respectivamente, reduzir seus custos de

deslocamento e aumentar seus lucros, situando-se na planície de modo a ter acesso ao maior mercado possível; os fornecedores se distanciam o máximo possível, de modo a aumentar suas áreas de mercado; e, por fim, todos os consumidores possuem a mesma renda e o mesmo padrão de demanda por bens e serviços (PACIONE, 2005). No que se refere a determinação do formato das áreas de mercado, Christaller pressupôs que estas estariam organizadas em uma malha hexagonal, similar à observada na Figura 2.3.

Figura 2.3: Definição das áreas de mercado na Teoria do Lugar Central de Christaller.

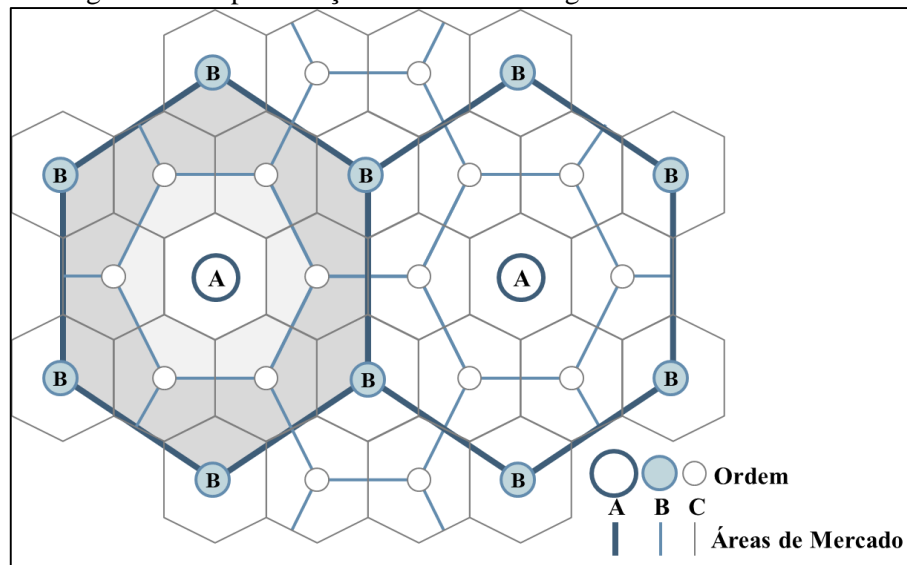


Fonte: Adaptado de Rodrigue, Comtois e Slack (2019).

Considerando as condições isotrópicas do modelo proposto por Christaller, pode-se concluir que o formato mais eficiente para as áreas de mercado é o circular, uma vez que nessas figuras a distância do contorno em relação ao centro é a mesma (PACIONE, 2005). Entretanto, observando-se a Figura 2.3 é possível constatar que a justaposição de círculos faz com que algumas áreas permaneçam desatendidas. Supondo que os ofertantes das funções centrais se aproximem para atender a esses mercados, sem que haja sobreposições, o que se verifica é a conformação de fronteiras lineares entre as áreas, originando uma estrutura composta por hexágonos justapostos, como a apresentada na parte inferior da Figura 2.3, minimizando o número de ofertantes necessários para cobrir integralmente a área de mercado (CRUZ *et al.*, 2011). Como consequência, segundo a TLC, a estrutura de uma hierarquia urbana baseada nas ordens dos bens e serviços ofertados nos lugares centrais teria configuração similar a representação da Figura 2.4, na qual os lugares centrais de ordens mais altas possuem maior participação na atividade econômica total, com sobreposições de áreas de mercado de diferentes funções centrais.

É importante destacar que, assim como nas outras teorias de localização apresentadas anteriormente, os custos de transporte exercem papel fundamental na formulação da TLC. Esses custos são entendidos a partir do que Christaller chama de “distância econômica”, que corresponderia à importância econômica de determinada distância a ser percorrida. No caso do transporte de cargas, a distância econômica é determinada pelos custos de frete, seguro e armazenamento, tempo e perda de peso ou espaço em trânsito. No que se refere ao deslocamento de pessoas, esta seria determinada pelo custo de transporte, tempo dispendido e desconforto da viagem. Assim sendo, dado que o alcance de um bem ou serviço depende da distância que a população dispersa está disposta a percorrer para comprar esse bem, a distância econômica é essencial para a determinação do alcance de um bem ou serviço (CHRISTALLER, 1966).

Figura 2.4: Representação da Teoria do Lugar Central de Christaller.



Fonte: Adaptado de Rodrigue, Comtois e Slack (2019).

Além do conceito de distância econômica, Christaller introduz em sua obra o conceito de *Wegsamkeit*, expressão inventada por ele para expressar as potencialidades de interação em uma região, de modo similar ao que hoje se entende por acessibilidade. Nesse sentido, se uma dada região possui um bom sistema de transporte, com baixos custos de frete ou tarifas de transporte para passageiros, rios navegáveis, planícies transitáveis ou passagens nas montanhas, ela possui um bom *Wegsamkeit*. Esse conceito tem grande importância na teoria de Christaller uma vez que, na prática, o formato das áreas de mercado é determinado não só pela distribuição espacial de bens e serviços centrais, mas também pela topografia e pelo sistema de transportes, dado que estes condicionam a distância econômica, se encontrando implícitos na determinação do alcance. Desse modo, destaca-se que, apesar das premissas utilizadas para a formalização da

TLC admitirem a existência uma planície uniforme ilimitada e com igual facilidade de transporte em todas as direções, havia o entendimento por parte de Christaller de que, na prática o alcance dependeria das condições de acessibilidade existentes (CHRISTALLER, 1966).

É evidente que o modelo proposto Christaller – que, como todos os modelos, consiste em uma simplificação da realidade – apresenta limitações. Assim como nas outras teorias clássicas da localização, a dimensão espacial na TLC é reduzida a referências euclidianas e simplificada com alto grau de abstração (MONTE-MÓR, 2000). O determinismo econômico da teoria não leva em conta fatores históricos aleatórios que podem influenciar o padrão de ocupação, além de desconsiderar o papel das estruturas – sociais, culturais, etc. – na conformação das aglomerações urbanas. Ademais, a TLC parte da suposição de que os consumidores buscam o lugar central mais próximo para satisfazer suas necessidades e que estes possuem a mesma facilidade e capacidade para se deslocar, o que não necessariamente corresponde à realidade (PACIONE, 2005; PARNREITER, 2018). Por fim, cabe ressaltar que, com o aumento do número de compras realizadas via comércio eletrônico (TANIGUCHI; THOMPSON; YAMADA, 2016), os padrões de deslocamento para aquisição de um bem tendem a se distanciar da suposição original feita por Christaller (PACIONE, 2005).

Para além das críticas quanto as premissas consideradas no modelo e sua pertinência no contexto atual, a TLC foi questionada por não explicar como as ações individuais poderiam produzir uma estrutura urbana hierarquizada, sendo entendida, portanto, mais como uma descrição de como se conforma a rede urbana do que uma teoria econômica (DURANTON; PUGA, 2000; FUJITA; KRUGMAN; VENABLES, 1999). Por outro lado, apesar de suas limitações, a TLC tem como mérito a apresentação de um modelo pioneiro e relativamente sofisticado para compreensão do tamanho, função e distribuição espacial dos centros urbanos, bem como sua relação desses atributos com os custos de transportes implícitos nos deslocamentos cotidianos. Assim sendo, é importante destacar que o estímulo a um pensamento geográfico mais aprofundado sobre as relações entre centros urbanos a partir da TLC foi fundamental para a formação das bases para teorias e métodos atuais utilizados nos estudos urbanos (BANISTER; BERECHMAN, 2000; PACIONE, 2005; SHEN, 2017).

Por fim, destaca-se que a TLC tem grande importância no paradigma vigente de planejamento urbano e de transportes. A promoção de centralidades urbanas relacionadas de maneira hierárquica tem sido apresentada como um caminho para que os serviços e a infraestrutura

urbana sejam organizados de maneira mais eficiente – aqui entendida em seu sentido econômico –, favorecendo também um ambiente urbano mais equitativo. Nessa concepção normativa, deve ser estimulada a consolidação de estruturas urbanas compostas por diversas centralidades de portes distintos, que concentram atividades diversificadas e complementares, evitando, assim, os deslocamentos pendulares observados nas grandes cidades (KNEIB, 2016), em consonância com o conceito de acessibilidade, discutido no próximo capítulo.

2.2 Abordagens contemporâneas: A Nova Geografia Econômica

A partir do início da década 1960 até meados da década 1980, verificou-se a diminuição de interesse pelos modelos da economia urbana e regional, estando os trabalhos desenvolvidos nessa temática limitados a um grupo restrito de pesquisadores. A retomada da atenção para esse campo do conhecimento se deu somente a partir do final da década de 1980, diante dos avanços na modelagem econômica na incorporação de pressupostos de concorrência imperfeita e dos esforços para analisar a distribuição espacial de atividades econômicas para além das discussões estabelecidas nas teorias clássicas da localização sobre economias de aglomeração e custos de transportes (CRUZ *et al.*, 2011). O conjunto de trabalhos desenvolvidos nesse contexto, conhecido como a Nova Geografia Econômica (NGE), teve como marco inicial o trabalho de Paul Krugman (1991), destacando-se também os trabalhos desenvolvidos posteriormente por Masahita Fujita e Anthony Venables (DINIZ; CROCCO, 2006; STORPER, 2013).

A literatura produzida no âmbito da NGE busca explicar a formação das diversas formas de aglomeração econômica – ou concentração – em diferentes níveis geográficos, a partir de um modelo centro-periferia. Para tanto, os modelos da NGE reconhecem a tensão existente entre dois tipos de forças atuantes na localização de atividades econômicas, quais sejam: forças centrífugas e centrípetas (FUJITA; KRUGMAN, 2004; FUJITA; KRUGMAN; VENABLES, 1999). As forças centrífugas tendem a promover a aglomeração de atividades econômicas a partir de retornos crescentes de escala, como aumento do tamanho de mercados e a difusão de conhecimento. Alternativamente, as forças centrípetas favorecem a dispersão de atividades econômicas, estando relacionadas a imobilidade de fatores de produção e outras externalidades negativas associadas a aglomeração, como os congestionamentos e a poluição (FUJITA; KRUGMAN, 2004). A interação entre as forças centrípetas e centrífugas pode ocasionar a diferenciação entre a estrutura produtiva de duas regiões originalmente similares por meio da

especialização ou da diversificação da atividade econômica (DIAS; SIMÕES, 2013; DURANTON; PUGA, 2000).

Isso posto, verifica-se ambiguidade nos efeitos de melhorias nas condições de acessibilidade – a partir da redução dos custos de transporte – na localização de atividades econômicas, uma vez que essa redução pode favorecer tanto a dispersão das atividades, quanto a sua concentração, a depender das estruturas de custo existentes, da elasticidade da substituição da produção e da situação inicial do sistema de transportes (KRUGMAN, 1991). Como exemplo, a melhoria nas condições de acessibilidade pode promover o acesso a mercados e produtos de regiões mais desenvolvidas ou até mesmo a transferência da produção de locais de alto custo de produção para locais periféricos com custos de produção mais baixos e menor competição. Por outro lado, a redução dos custos de transporte também pode prejudicar a industrialização de uma região periférica em decorrência da abertura de seus mercados a produtos mais competitivos. Alternativamente, a existência de condições precárias de acessibilidade entre duas regiões pode significar a restrição do acesso a insumos e novos mercados, embora possa também estar associada a um efeito descentralizador, favorecendo a consolidação de empresas suprimindo mercados na escala local (CESAR, 2010; DIAS; SIMÕES, 2013; VICKERMAN, 1995).

Considerando a relação centro-periferia a partir da perspectiva do planejamento territorial, é importante destacar que os efeitos positivos e negativos decorrentes dos investimentos em transporte dificilmente se anulam. Dessa forma, tendo em vista as possíveis consequências da redução dos custos de transporte para o desenvolvimento econômico – e social –, idealmente os investimentos em transportes devem promover a integração entre regiões com atividades econômicas complementares, e não concorrentes, o que promoveria o desenvolvimento em ambas as regiões. Seguindo esse entendimento, a integração entre regiões periféricas e centrais somente pode ser vantajosa para as regiões periféricas quando estas dispõem de indústria competitivas em comparação com as indústria centrais (DINIZ; CROCCO, 2006). É importante destacar que o argumento apresentado parte de uma perspectiva relativa ao desenvolvimento econômico, não havendo considerações quanto as possíveis implicações de investimentos em transporte na promoção do acesso de indivíduos as oportunidades urbanas – como saúde, lazer e educação. Essa perspectiva, mais próxima das discussões realizadas no planejamento de transportes, será discutida no próximo capítulo.

Assim como as teorias clássicas da localização, a abordagem proposta pela NGE foi questionada por autores de diferentes áreas, podendo-se destacar as críticas relativas às simplificações assumidas nos modelos, como, por exemplo, o espaço homogêneo, a ideia de equilíbrio, a maximização individualista e a homogeneidade dos agentes. Diante da utilização dessas premissas, é argumentado que a redução da complexidade da geografia econômica a modelos matemáticos comprometeria a pertinência das análises da NGE diante das questões observadas na realidade (ALMEIDA; MONTE-MÓR, 2017; CRUZ *et al.*, 2011; VENABLES, 2008). Seguindo nessa perspectiva, autores da chamada ciência regional contestam os trabalhos que se valem da abordagem da NGE pelo fato destes se basearem em simulações abstratas em detrimento de estudos empíricos (CRUZ *et al.*, 2011).

Ainda assim, a literatura da Nova Geografia Econômica tem o mérito de oferecer explicações para vários fenômenos que são empiricamente observáveis – como a motivação da existência de cidades e a presença de desigualdades regionais – e que são desconsiderados pelas teorias clássicas da localização (VENABLES, 2008). Nesse sentido, questões como as causas da especialização e diversificação produtiva e da distribuição desigual de atividades econômicas no espaço, o impacto de modificações nos sistemas de transportes na estrutura urbana ou a relação entre as interações econômicas e os níveis de renda em uma região, permeiam os trabalhos da NGE (DURANTON; PUGA, 2000; FUJITA; KRUGMAN; VENABLES, 1999; VENABLES, 2008). Ao oferecer respostas para essas indagações – ou ao menos uma abordagem que permita uma discussão aprofundada da temática que as permeia –, a NGE proporciona instrumentos práticos para lidar com dilemas enfrentados no planejamento urbano e de transportes.

2.3 Considerações finais sobre o capítulo

Neste capítulo foram apresentadas ideias essenciais das teorias clássicas da localização e da Nova Geografia Econômica, de modo a contextualizar a temática deste trabalho no campo da economia urbana e regional e oferecer uma perspectiva teórica para a interpretação dos resultados obtidos na análise proposta. Ademais, foram introduzidos conceitos caros aos estudos urbanos, como renda fundiária, economias de aglomeração e desaglomeração, alcance, limiar, centralidade, forças centrípetas e centrífugas, especialização e diversificação da estrutura produtiva. Uma vez que a atividade econômica desempenha um papel preponderante no desenvolvimento urbano e regional e que as condições de acessibilidade determinam, em

grande medida, as escolhas locacionais de indivíduos e empresas, entende-se que as questões discutidas neste capítulo são de grande importância para o estudo e planejamento da acessibilidade, muito embora frequentemente ignoradas na literatura.

Por fim, ainda que a busca pelo entendimento dos fenômenos que conformam o desenvolvimento urbano e regional se apresente como tarefa fundamental para a elaboração de políticas para a promoção do acesso a oportunidades, é preciso salientar que existem outras abordagens pertinentes e necessárias para o planejamento de cidades mais eficientes, justas e sustentáveis. Ademais, para além da formulação de teorias que busquem explicar as dinâmicas que conformam as cidades, é preciso definir parâmetros normativos que explicitem o que se entende como desejável, assim como desenvolver estudos analíticos que permitam caracterizar as condições de acessibilidade existentes. Reconhecendo-se a complementariedade dessas perspectivas, no próximo capítulo a acessibilidade será discutida no âmbito do planejamento urbano e regional.

3 ACESSIBILIDADE: PERSPECTIVAS E MÉTRICAS

No capítulo anterior, foram apresentadas teorias da economia regional e urbana que buscam demonstrar os mecanismos que definem os padrões de localização de atividades econômicas, tendo-se em consideração os custos de transporte inerentes às interações espaciais explicando, portanto, a conformação das condições de acessibilidade dessas atividades. Atualmente, mais do que apenas uma medida de vantagem locacional a ser considerada em teorias e análises empíricas, o conceito de acessibilidade se apresenta como um parâmetro normativo estruturante do paradigma vigente no planejamento urbano e de transportes.

Na primeira seção deste capítulo serão discutidas as razões que motivaram essa mudança de paradigma a partir da perspectiva do planejamento de transportes. Na segunda seção, serão apresentados os princípios que norteiam o modelo de planejamento orientado à acessibilidade, apontando também a pertinência da acessibilidade enquanto parâmetro normativo e conceito-chave para a análise da estrutura urbana. Em seguida, serão detalhados os diferentes componentes da acessibilidade e os indicadores por meio dos quais esses componentes são operacionalizados. Na quarta seção, será apresentada uma breve revisão a respeito da acessibilidade ao trabalho, temática desta dissertação, no âmbito conceitual e empírico. Por fim, serão feitas breves considerações finais sobre o capítulo, evidenciando a pertinência das questões discutidas e sua interseção com a revisão da literatura apresentada no capítulo 2.

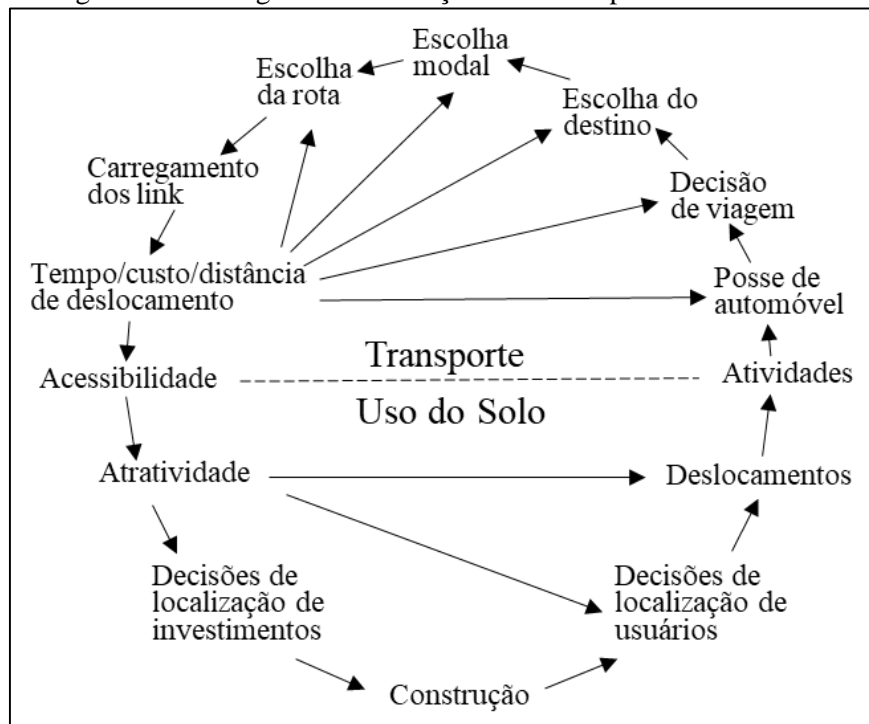
3.1 A Mudança de paradigma no planejamento de transportes

A função dos sistemas de transportes consiste essencialmente em possibilitar a interação espacial necessária à realização de atividades sociais, culturais e econômicas [que caracterizam um modo de vida]. Apesar disso, a definição de políticas para o transporte não é uma tarefa trivial, uma vez que o sistema de transportes, os padrões de uso e ocupação do solo e as interações espaciais inerentes às atividades cotidianas estão relacionadas de maneira dinâmica (SPIEKERMANN; NEUBAUER, 2002). No contexto do desenvolvimento urbano e regional, as mudanças nas características dos sistemas de transportes – como sua capacidade ou conectividade – são determinantes para o aumento ou redução dos custos de deslocamento, o que, no longo prazo, contribui para a dispersão ou concentração das atividades, respectivamente (FUJITA; THISSE, 2013; KRUGMAN, 1998). Essa dependência também se dá no sentido oposto, de modo que mudanças na distribuição espacial de atividades impactam as decisões

referentes a realização de viagens e, no longo prazo, a demanda por mudanças nos sistemas de transportes (BANISTER; BERECHMAN, 2000; WEGENER; FUERST, 2004).

Ainda que se verifique a relação de interdependência entre os sistemas de transportes, os padrões de deslocamento e do uso do solo, representada no fluxograma da Figura 3.1, no modelo tradicional – e hegemônico – de planejamento de transportes, os sistemas de transportes são avaliados exclusivamente a partir das condições de circulação e de sua adequação à demanda por deslocamentos existente e projetada, sem que haja consideração quanto a uma possível demanda latente ou reprimida. Como consequência, o impacto de modificações nos sistemas de transportes na localização e realização de atividades é desconsiderado, sendo o transporte entendido como um fim em si mesmo (BOISJOLY; EL-GENEIDY, 2017b; CERVERO, 2001; HICKMAN *et al.*, 2017; JABER; SAMSONOVA; BLANCO, 2019; LITMAN, 2017).

Figura 3.1: Fluxograma da interação entre transporte e uso do solo.



Fonte: Adaptado de Wegener e Fuerst (2004).

O modelo tradicional de planejamento de transportes tem suas origens nas primeiras décadas do século XX, período em que cidades passaram a ser adaptadas para o uso do automóvel. Nessa época, a massificação da motorização individual e o espraiamento urbano eram considerados positivos por estarem associados à diminuição da densidade populacional nos centros urbanos, o que, por sua vez, reduziria os custos de habitação e apaziguaria as tensões sociais decorrentes

da aglomeração de indivíduos, além de facilitar o acesso a áreas não poluídas, em oposição aos grandes centros urbanos de então. No período que se segue à Segunda Guerra Mundial, em um contexto de intensificação da urbanização e incremento do tráfego de automóveis nas cidades, o planejamento de transportes viria a se consolidar enquanto disciplina constituinte dos estudos urbanos (GARRISON; LEVINSON, 2006).

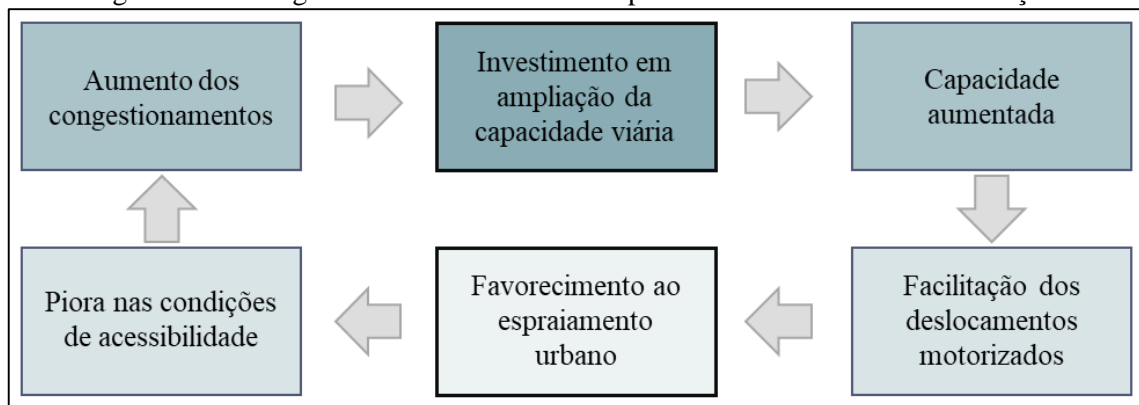
Cabe destacar que as práticas do modelo tradicional de planejamento de transportes eram legitimadas pelo urbanismo modernista, que advogava em favor da setorização das funções urbanas – entendida como necessária para a “racionalização” das cidades. Para tanto, a expansão da rede viária e do transporte individual motorizado eram considerados essenciais para a transposição de grandes distâncias a serem percorridas em virtude da separação das funções urbanas (AMARAL, 2015; LOPES, 2015; WEGENER; FUERST, 2004).

Em decorrência do seu foco na maximização da fluidez do tráfego de veículos e na redução dos tempos de deslocamento, o modelo tradicional de planejamento de transportes também é conhecido como planejamento orientado ao automóvel ou baseado em mobilidade – aqui entendida como a facilidade de se locomover no espaço (CERVERO, 2001; LEVINSON; KING, 2019). Como exemplos dessas práticas, tem-se que: os sistemas de transportes são avaliados em relação à velocidade, sem que seja considerado qualquer valor positivo nos deslocamentos, o que favorece modos mais rápidos em detrimento da conveniência e do conforto dos indivíduos; as estatísticas de viagem desconsideram ou reduzem a importância de modos ativos – comuns em deslocamentos de não-pendulares, curta extensão e de crianças; os benefícios do incremento no tráfego de veículos são considerados, mas a piora no bem-estar urbano e no acesso as oportunidades urbanas é desprezada; e, por fim, a dinâmica da conformação do uso do solo, determinante para as condições de acesso aos destinos, é ignorada no planejamento (BANISTER, 2011; BOISJOLY; EL-GENEIDY, 2017b; LITMAN, 2017).

A ampliação da oferta de infraestrutura para o transporte individual motorizado resultante da aplicação desse modelo pode resultar em redução dos tempos de viagem e dos custos de transporte para deslocamentos feitos com automóveis – ainda que por um breve período de tempo –, mas também pode contribuir para o distanciamento entre os locais de trabalho e moradia e para o aumento da concentração espacial de atividades e serviços (LEVINSON; KING, 2019; RODRIGUE; COMTOIS; SLACK, 2013). Como consequência, observa-se um ciclo vicioso no qual áreas que dispõem de maior acesso a oportunidades são mais valorizadas,

tornando os imóveis distantes dos centros cada vez mais atraentes – em termos relativos –, o que induz ao aumento da demanda por deslocamentos motorizados, o que, por sua vez, faz com que a parcela crescente da população que faz uso de automóveis em seus deslocamentos demande novas “melhorias” no infraestrutura de transportes (BOISJOLY; MORENO-MONROY; EL-GENEIDY, 2017; GEURS; VAN WEE, 2004; JABER; SAMSONOVA; BLANCO, 2019), como detalhado no fluxograma da Figura 3.2.

Figura 3.2: Fluxograma do ciclo vicioso do espraiamento urbano e da motorização.



Fonte: Baseado em Pires, Silva e Vasconcellos (1997) e Santos (2017).

O impacto da promoção do transporte individual motorizado no *trade-off* existente entre os custos do solo urbano e de deslocamento tem como consequência, além do espraiamento urbano e dos problemas associados ao uso massivo de automóveis, a intensificação do fenômeno da segregação socioespacial. Enquanto grupos de baixa renda tem o acesso a moradia restrito à áreas periféricas ou à assentamentos centrais precários, grupos de alta renda optam por viver em áreas centrais, com infraestrutura urbana adequada e acesso a oportunidades, ou em áreas afastadas dos centros urbanos, ainda que usufruindo de suas oportunidades por meio do transporte individual motorizado, por meio do fenômeno conhecido como autossegregação (LIMA, 2017; PACIONE, 2005; VASCONCELOS *et al.*, 2013). Assim sendo, pode-se afirmar que a perpetuação do modelo de planejamento orientado ao automóvel se constitui como mecanismo ativo do ciclo de agravamento dos problemas decorrentes da dependência do transporte individual motorizado, do espraiamento urbano e da segregação socioespacial (BOCAREJO; OVIEDO, 2012; JABER; SAMSONOVA; BLANCO, 2019).

Embora ainda hoje se verifique a hegemonia do modelo tradicional de planejamento de transportes, as críticas a esse modelo não são recentes. Já na década de 1960, a jornalista americana Jane Jacobs, em seu livro/manifesto *Morte e Vida de Grandes Cidades*, elencou alguns dos problemas decorrentes da priorização do automóvel no planejamento das cidades.

Entre as críticas de Jacobs a esse modelo de planejamento, pode-se destacar: a degradação da paisagem urbana decorrente da separação de usos; o favorecimento aos vazios urbanos; a transformação da rua em local de passagem, prejudicando a ocorrência de outros usos; o comprometimento da atividade comercial; a precarização dos modos ativos e do transporte público; e a baixa eficiência no deslocamento de pessoas e cargas (JACOBS, 1961).

Diante das várias críticas, que já foram exaustivamente discutidas por planejadores e acadêmicos, uma das razões principais para a prevalência desse modelo decorre das naturezas distintas do planejamento e implementação de propostas para o transporte e para o uso do solo. Enquanto as mudanças no uso do solo se dão de maneira contínua, a implementação de grandes projetos de transporte tende a ser rígida, ocorrendo em intervalos de tempo muito maiores, o que dificulta a elaboração conjunta de propostas para o planejamento desses subsistemas urbanos (LEVINSON; KING, 2019; PAPA *et al.*, 2015; SUZUKI; CERVERO; IUCHI, 2011). Além disso, cabe destacar que os objetivos do planejamento podem ser contraditórios a depender da escala territorial a ser considerada. Se por um lado um aumento de velocidade em uma via pode ser entendido como positivo no nível estratégico, ao mesmo tempo esse aumento pode ser visto como negativo ao se considerar a escala local, por exemplo (BANISTER, 2011).

Nos últimos anos, vários autores têm se dedicado ao desenvolvimento de novos paradigmas conceituais, metodológicos e morais para o planejamento de transportes (BANISTER, 2008; GARCIA *et al.*, 2018; LITMAN; BRENMAN, 2012). Entre as ideias centrais desses novos paradigmas está a noção de que a redução das distâncias nos deslocamentos – e não do tempo – é essencial para a promoção de um desenvolvimento urbano mais equânime e sustentável (BANISTER, 2011). Para tanto, têm-se realizado discussões epistemológicas quanto a necessidade de estruturação de análises holísticas, que considerem a interação entre os subsistemas urbanos, para subsidiar as decisões dos atores envolvidos no planejamento das cidades (GEURS; WEE, 2004; LOPES, 2015; WEGENER; FUERST, 2004). Busca-se, desse modo, ampliar o entendimento existente acerca dos impactos de políticas de transporte na estrutura urbana, superando à lógica de planejamento baseada na provisão de infraestrutura diante de uma demanda existente e estimada, integrando a gestão da demanda no processo decisório (BANISTER, 2008; CERVERO, 2001), como será discutido na próxima seção.

3.2 Planejamento orientado à acessibilidade

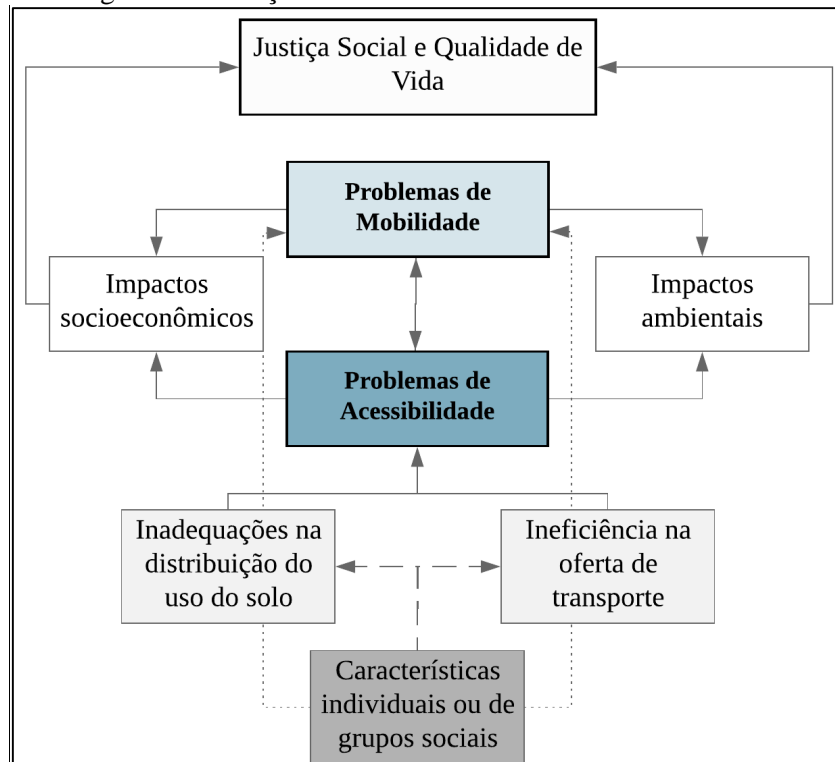
O modelo que emerge das mudanças de paradigmas no planejamento de transportes é conhecido, dentre outras denominações, como modelo de planejamento orientado à acessibilidade e se distingue do modelo tradicional de planejamento de transportes, sobretudo, por seu foco na promoção do acesso a oportunidades. Mais do que apenas uma mudança no planejamento de transportes no âmbito normativo, a utilização do conceito de acessibilidade representa uma nova perspectiva para a análise da estrutura urbana. Uma vez que o conceito de acessibilidade considera, simultaneamente, a distribuição espacial de oportunidades e os vínculos entre essas, a utilização deste conceito permite a avaliação dos *trade-offs* entre as políticas de uso do solo e transporte. Nesse sentido, o arcabouço teórico e metodológico do planejamento orientado à acessibilidade possibilita que sejam observadas não só questões relativas a eficiência dos sistemas de transportes, mas um amplo conjunto de metas de equidade e sustentabilidade (BANISTER, 2008; BOISJOLY; EL-GENEIDY, 2017a; CERVERO, 2005; DEBOOSERE; EL-GENEIDY; LEVINSON, 2018; GARCIA *et al.*, 2018; GEURS, 2018; JABER; SAMSONOVA; BLANCO, 2019; LITMAN, 2017; LOPES, 2015).

Nessa perspectiva, Garcia (2016) propõe um estrutura para o modelo de planejamento orientado à acessibilidade cujo foco é a identificação e análise dos problemas na acessibilidade e mobilidade em suas variadas dimensões – e não a proposição de soluções a partir de problemas preestabelecidos, como no caso do modelo tradicional de planejamento de transportes –, o que representa um salto qualitativo no processo de planejamento. Para tanto, mais do que caracterizar as condições de acessibilidade observadas em um dado contexto, faz-se necessária a utilização de uma abordagem que permita identificar e analisar de maneira sistemática as interações que conformam os padrões de mobilidade e acessibilidade, tendo em vista o uso do solo, o sistema de transportes e as características de indivíduos ou grupos sociais (GARCIA *et al.*, 2018; LITMAN; BRENMAN, 2012; LOPES, 2015). Em consonância com esse entendimento, a proposta de abordagem metodológica para o diagnóstico da acessibilidade proposta por Garcia *et al.* (2018) é representada no fluxograma da Figura 3.3.

Na abordagem descrita no fluxograma da Figura 3.3 as possíveis restrições na acessibilidade para indivíduos ou grupo sociais específicos são consideradas a partir de sua relação com inadequações no uso do solo ou na oferta de transportes, sendo entendidas como interdependes. Além disso, como pode ser observado na parte superior do fluxograma, também são

considerados os efeitos da interação entre a acessibilidade e a mobilidade, bem como os seus impactos socioeconômicos e no meio-ambiente (GARCIA *et al.*, 2018). Nesse fluxograma também são destacados a justiça social e qualidade de vida enquanto dimensões a serem consideradas na avaliação dos problemas de acessibilidade e mobilidade, o que representa um avanço em relação às práticas do modelo tradicional de planejamento de transportes.

Figura 3.3: Relações causais de acessibilidade e mobilidade.



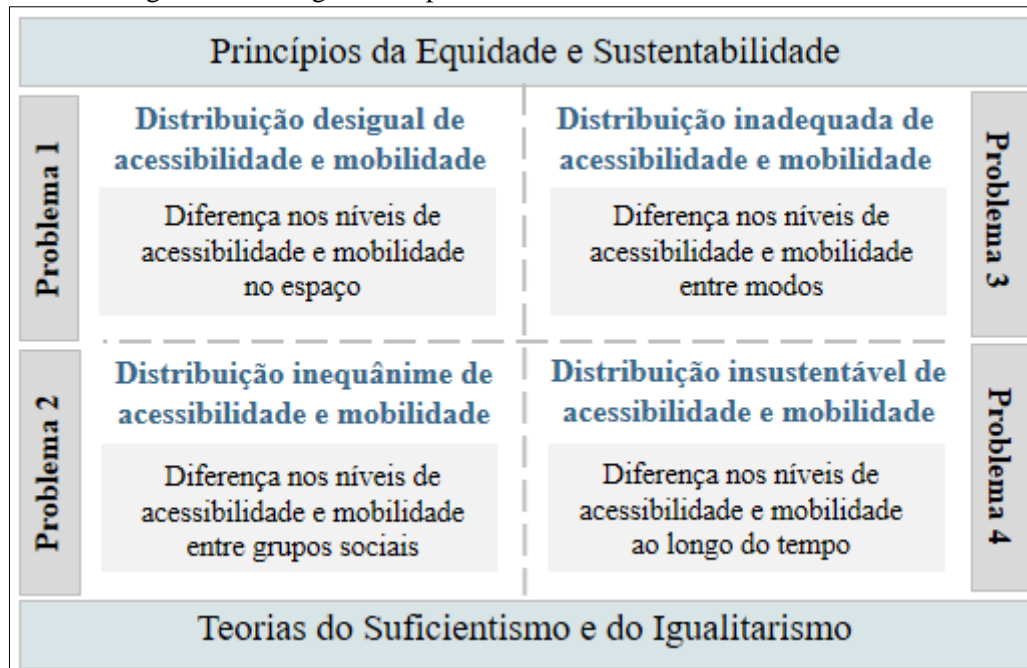
Fonte: Adaptado de Garcia *et al.* (2018).

Nesse sentido, Garcia *et al.* (2018) definem 4 categorias de problemas de acessibilidade e mobilidade, como descrito na Figura 3.4. Nessa categorização, o tipo de problema é classificado com base no componente da acessibilidade a ser considerado como foco da análise, tendo esse foco relação princípios de equidade e sustentabilidade. A descrição detalhada dos componentes da acessibilidade será feita na próxima seção.

Os problemas do tipo 1 baseiam-se na teoria do suficientarismo e consideram que, independentemente de suas diferenças, todos devem ter um nível mínimo de acesso a oportunidades e mobilidade de viagem. Os problemas do tipo 2, por sua vez, partem de uma abordagem proveniente do igualitarismo e assumem que todos os indivíduos devem ter acesso às oportunidades desejadas, experimentando níveis satisfatórios de mobilidade, considerando as diferenças existentes entre os grupos. Os problemas do tipo 3 e 4 também se baseiam na

teoria do suficientarismo. Os problemas do tipo 3 consideram que deve haver um nível mínimo de acessibilidade e mobilidade por meios de transporte ativos e públicos em comparação com carros particulares, de modo a reduzir os impactos ambientais. Por fim, a formulação dos problemas do tipo 4 parte do princípio que as gerações futuras não devem experimentar níveis mais baixos de acessibilidade e mobilidade do que os atuais (GARCIA *et al.*, 2018).

Figura 3.4: Categorias de problemas de acessibilidade e mobilidade.



Fonte: Adaptado de Garcia *et al.* (2018).

De modo similar ao trabalho Garcia *et al.* (2018), Boisjoly e El-Geneidy (2017a) identificaram, a partir da investigação de vários planos que fizeram uso indicadores de acessibilidade, quatro tipos distintos de abordagem para análise de estruturas urbanas, quais sejam: avaliação de projeto; avaliação de cenários; análise de equidade; e avaliação regional. A avaliação de projetos e cenários tem como objetivo comparar os benefícios proporcionados por diferentes investimentos potenciais em transporte e informar a tomada de decisão. A análise de equidade examina o nível de acessibilidade de grupos específicos em relação à população em geral. Por fim, em abordagens de avaliação regional, a acessibilidade é discutida em termos da cobertura de serviços e atividades e dos possíveis benefícios decorrentes dos projetos em potencial.

Cabe destacar também o trabalho de revisão das práticas de planejamento orientado à acessibilidade feito por Jaber, Samsonova e Blanco (2019), que identificam quatro perspectivas para a utilização do conceito de acessibilidade: instituir a acessibilidade como critério para a tomada de decisões; propiciar uma linguagem comum para diferentes áreas do conhecimento,

favorecendo o planejamento integrado; monitorar o progresso no alcance das metas de promoção do acesso a oportunidades; e comparar territórios de acordo com o acesso a oportunidades e, assim, contribuir para tornar a acessibilidade um critério central para o sucesso de uma política pública.

Verifica-se, portanto, a existência de uma multiplicidade de abordagens que se inserem no modelo de planejamento orientado à acessibilidade. Em comum, essas abordagens se fundamentam na utilização de indicadores de acessibilidade, seja como métrica ou como parâmetro normativo para o planejamento. É preciso ressaltar, entretanto que não há, necessariamente, um vínculo entre a adoção de práticas características do modelo planejamento orientado à acessibilidade e a concretização de mudanças na estrutura urbana que favoreçam o desenvolvimento equânime e sustentável (DAWKINS; MOECKEL, 2016; JABER; SAMSONOVA; BLANCO, 2019; SOLÁ; VILHELMSON; LARSSON, 2018). Isso pode ser entendido como consequência da interação entre os diferentes sistemas de desigualdades que ajudam a conformar a estrutura urbana e que, quando negligenciados no planejamento, podem limitar a eficácia das políticas urbanas (ZANDONADE; MORETTI, 2012).

Como exemplo, pode-se apontar que mesmo práticas que tenham como objetivo a melhoria nas condições de acesso a oportunidades de um grupo específico – como a melhoria de um serviço de transporte público – podem surtir o efeito contrário, desencadeando processos de gentrificação⁷ em decorrência da valorização imobiliária. Assim, a população diretamente afetada pelos investimentos em transporte é alienada dos benefícios propiciados pelas melhorias nas condições de acessibilidade (DAWKINS; MOECKEL, 2016; OSTRENSKY, 2018; ZANDONADE; MORETTI, 2012). De modo similar, pode-se apontar que a implantação de leis urbanísticas que estimulem a desconcentração atividades econômicas ou o adensamento populacional em áreas que já possuam altos níveis de acessibilidade a funções urbanas pode não surtir os efeitos desejados na promoção do acesso a oportunidades para grupos

⁷ A gentrificação é um processo de transformação socioespacial em que a requalificação de propriedades residenciais em um bairro de classe trabalhadora por moradores relativamente ricos leva a substituição de ex-residentes, incapazes de arcar com os custos crescentes de habitação que acompanham a requalificação (PACIONE, 2005).

desfavorecidos em decorrência de mudanças que essas leis podem provocar na dinâmica do mercado imobiliário.

Nesse contexto, pode-se questionar as idealizações de modelos que propõem o fomento a tipologias de estruturas urbanas preconcebidas, como o *New Urbanism* (Novo Urbanismo), o *Smart Growth* (Crescimento Inteligente) e o *Transit-Oriented Development* (Desenvolvimento Orientado para o Transporte Público), cujas origens remontam ao planejamento urbano do final do século XIX (IBRAEVA *et al.*, 2020; KNOX; PINCH, 2010; WEGENER; FUERST, 2004). Em comum, esses modelos propõem o estabelecimento de políticas de promoção do acesso a oportunidades enquanto força de oposição às tendências de espraiamento urbano e motorização. Embora a discussão a respeito da definição de parâmetros normativos seja de grande importância para a elaboração de políticas públicas, a aplicação prática desse modelos pode ter validade restrita à escala local, uma vez que estes não necessariamente consideram as dinâmicas de desenvolvimento regional em suas formulações (DEBOOSERE; EL-GENEIDY; LEVINSON, 2018). Nesse sentido, pode-se afirmar que a importância da definição de estruturas urbanas “ideais” advém, sobretudo, da categorização de estruturas urbanas enquanto tipologias a serem sistematicamente avaliadas (WEGENER; FUERST, 2004).

Assim sendo, para além da adoção da acessibilidade como parâmetro normativo a ser utilizado em planos urbanísticos e na definição de projetos de transporte, a compreensão dos mecanismos que conformam os padrões de acessibilidade é essencial para a eficácia do planejamento, especialmente na escala metropolitana e regional. Posto isso, na próxima seção serão apresentados os componentes e indicadores de acessibilidade que permitem a operacionalização deste conceito, tanto em propostas normativas, quanto em estudos empíricos que objetivem a maior compreensão das dinâmicas inerentes ao desenvolvimento urbano e regional.

3.3 Componentes e indicadores de acessibilidade

Como apontado anteriormente, a acessibilidade pode ser entendida como uma medida do potencial de oportunidades de interação espacial ou da distribuição espacial de atividades ajustada a habilidade ou desejo de indivíduos e empresas de alcançá-las (HANSEN, 1959). Assim sendo, pode-se afirmar que a avaliação e planejamento da estrutura urbana com foco na acessibilidade – seja como atributo considerado em análises ou como padrão normativo – se fundamenta, necessariamente, a partir de uma concepção integrada do sistema de transportes e do uso do solo (HANDY; NIEMEIER, 1997). Desse modo, ao contrário de abordagens

baseadas em indicadores de mobilidade, a utilização dessa perspectiva permite o estabelecimento de uma linguagem comum a diferentes campos do conhecimento cujo objeto de análise apresente uma dimensão espacial, podendo ser utilizada na avaliação e formulação de propostas para questões relativas a desenvolvimento econômico, saúde, sustentabilidade e justiça social, por exemplo (BERTOLINI; CLERCQ; KAPOEN, 2005; CASCETTA; CARTENÌ; MONTANINO, 2016; GEURS; VAN WEE, 2004; PÁEZ; SCOTT; MORENCY, 2012; PAPA *et al.*, 2015).

Embora seja um conceito amplamente utilizado nos estudos urbanos e de transporte (GEURS, 2018; PÁEZ; SCOTT; MORENCY, 2012), a acessibilidade parte de uma noção abstrata, sendo frequentemente mal definida ou interpretada (BOISJOLY; EL-GENEIDY, 2017a; GEURS; VAN WEE, 2004). Como consequência, é usual que a acessibilidade seja utilizada sem uma definição precisa ou mesmo como sinônimo de mobilidade, o que acaba por reforçar a utilização de métricas e práticas características do modelo tradicional de planejamento de transportes (JABER; SAMSONOVA; BLANCO, 2019). Assim sendo, a formalização do conceito de acessibilidade e de seus componentes se apresenta como condição fundamental para promover uma mudança na maneira como as estruturas urbanas são avaliadas e planejadas (BOISJOLY; EL-GENEIDY, 2017b; JABER; SAMSONOVA; BLANCO, 2019).

Nesse sentido, cabe destacar que, ainda que diversas definições de acessibilidade sejam encontradas na literatura, variando de acordo com a perspectiva adotada, todas relacionam a acessibilidade com o potencial para se alcançar oportunidades distribuídas espacialmente, o que depende da distribuição espacial das atividades, da estruturação e capacidade do sistema de transportes e, por fim, da capacidade de se deslocar e das preferências de indivíduos ou grupos em um dado contexto (PÁEZ; SCOTT; MORENCY, 2012; RODRIGUE; COMTOIS; SLACK, 2013). Com o objetivo de sistematizar e caracterizar as diversas abordagens para a avaliação da acessibilidade, Geurs e van Wee (2004), em seu trabalho fundamental de revisão de literatura, identificaram quatro componentes distintos a partir das definições e métricas de acessibilidade existentes, quais sejam:

- i. Componente de uso do solo: reflete o sistema de uso do solo, consistindo nas características e na distribuição espacial de oportunidades existentes em cada destino, na demanda por essas oportunidades nos locais de origem dos deslocamentos, bem como no confronto de oferta e demanda por oportunidades.

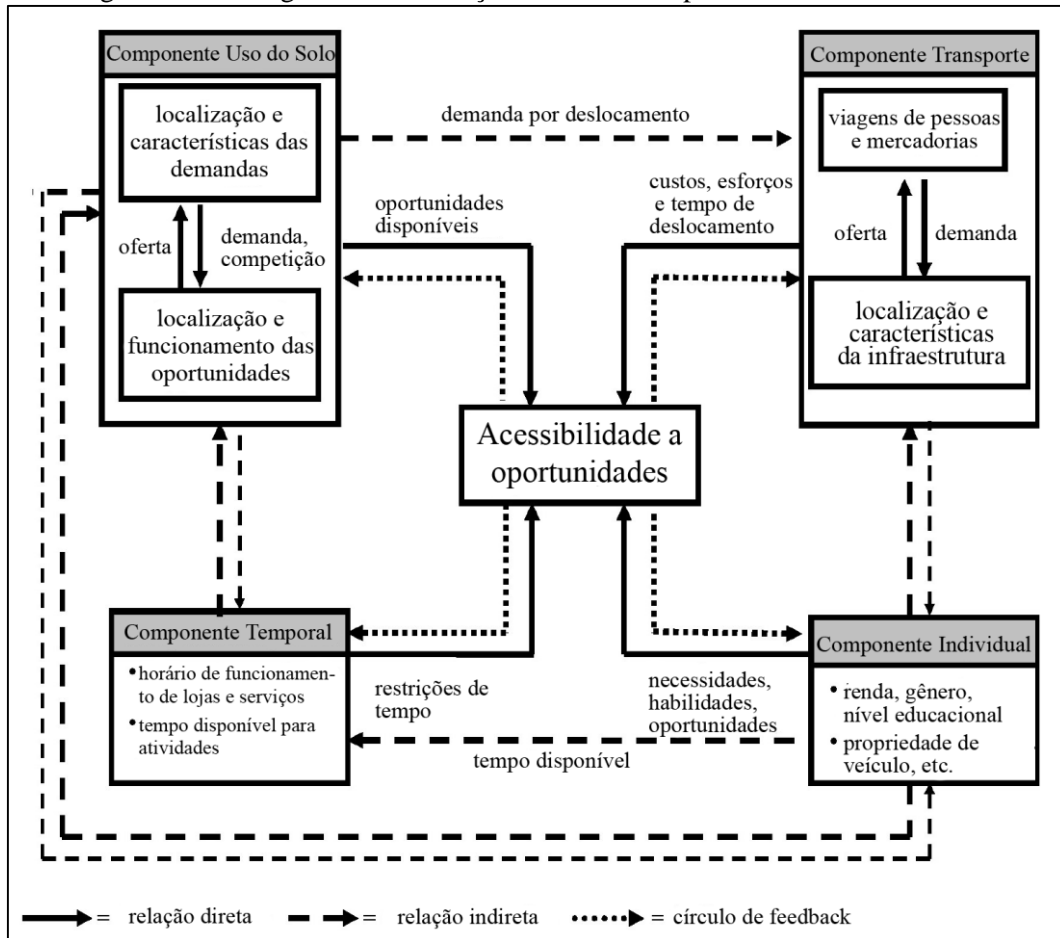
- ii. Componente de transporte: exprime a desutilidade do deslocamento de um indivíduo usando um modo de transporte específico; são incluídos neste componente o tempo gasto em todas as etapas, os custos e o esforço implícito no deslocamento. Essa desutilidade é resultado do confronto entre a oferta de infraestrutura e serviços de transportes e a demanda por deslocamentos.
- iii. Componente temporal: representa as restrições temporais, decorrentes da incompatibilidade entre a disponibilidade de oportunidades ofertadas e dos indivíduos participarem de certas atividades em diferentes momentos do dia.
- iv. Componente individual: descreve as necessidades, habilidades e capacidades dos indivíduos de se deslocarem. Essas características são determinantes para o nível de acesso de uma pessoa aos diferentes modos de transporte e às oportunidades ofertadas.

Em concordância com a discussão apresentada na seção anterior sobre a relação entre transporte, uso do solo e o padrão de deslocamentos, os componentes da acessibilidade apresentados acima são entendidos como interdependentes, interagindo de maneira dinâmica na conformação da acessibilidade. Na Figura 3.4 é apresentado um fluxograma no qual os aspectos que configuram os componentes identificados e as relações de dependência entre estes são explicitados de maneira sintética.

Como pode ser observado a partir do fluxograma da Figura 3.4, acessibilidade pode ser analisada não apenas a partir da relação entre o sistema de transportes e o uso do solo, mas também tendo em consideração a dimensão temporal dessa relação e a maneira como estes são efetivamente percebidos e utilizados por indivíduos e grupos sociais (PÁEZ; SCOTT; MORENCY, 2012).

Os componentes da acessibilidade podem ser considerados isoladamente ou de maneira conjunta, a depender da finalidade e da perspectiva de análise desejada, sendo a utilização de métricas adequadas uma condição primordial. Nesse contexto, vários autores propuseram classificações para indicadores de acessibilidade, como Handy e Niemeier (1997), Bhat *et al.* (2001), Geurs e van Wee (2004), Curtis e Scheurer (2010). A classificação proposta no trabalho de Handy e Niemeier (1997) – que será adotada neste estudo –, divide os indicadores de acessibilidade em três categorias principais, quais sejam: medidas cumulativas de oportunidades, medidas gravitacionais e medidas baseadas em utilidade.

Figura 3.5: Fluxograma das interações entre os componentes da acessibilidade.



Fonte: Adaptado de Geurs e van Wee (2004).

Dentre as categorias de indicadores elencadas, a mais simples é a de medidas cumulativas de acessibilidade – também chamadas de medidas de contorno. Indicadores dessa categoria consideram o somatório do número de oportunidades alcançadas em um determinado tempo, distância ou custo especificados (BHAT *et al.*, 2001; HANDY; NIEMEIER, 1997; PAPA *et al.*, 2015). Esses indicadores enfatizam a quantidade de oportunidades potencialmente alcançadas, de modo que não é considerado um fator de impedância que diferencie as condições de acesso, uma vez que todas as oportunidades são avaliadas de modo indistinto para um tempo ou distância limite (HANDY; NIEMEIER, 1997). Apesar da praticidade em se utilizar indicadores de oportunidades cumulativas no âmbito normativo e da sua fácil compreensão, a definição arbitrária de limites e a falta de diferenciação entre as distâncias das oportunidades dentro de uma mesma isócrona ou isodistância compromete a sua utilização para avaliações sociais e econômicas de mudanças no uso do solo e nos transportes (GEURS; WEE, 2004). Essa questão, entretanto, pode ser contornada caso sejam considerados o problema de unidade

temporal modificável (*modifiable temporal unit problem*) e o problema da unidade de área modificável (*modifiable areal unit problem*) (PEREIRA, 2019).

As medidas de acessibilidade gravitacionais – também chamadas de medidas de acessibilidade potencial – são assim denominadas porque se originam do modelo gravitacional para a distribuição de atividades. O modelo gravitacional é baseado nos conceitos de atração e impedância, de modo que, nessas medidas, a acessibilidade a oportunidades em uma área é calculada considerando-se a ponderação por um fator de impedância em função do tempo ou distância dos deslocamentos (BHAT *et al.*, 2001; HANDY; NIEMEIER, 1997; PAPA *et al.*, 2015). As medidas dessa categoria têm a vantagem de representarem a acessibilidade de maneira contínua, não dependendo da definição de limites de tempo ou distância arbitrários. Ademais, o uso de uma função de decaimento em relação ao tempo e distância permite diferenciar com maior precisão a acessibilidade do ponto de vista das condições de acesso a oportunidades do ponto de vista de indivíduos e grupos (GARCIA, 2016; GEURS; WEE, 2004; SPIEKERMANN; NEUBAUER, 2002). Por outro lado, as medidas de acessibilidade gravitacionais são mais complexas que as cumulativas, o que dificulta sua interpretação por leigos e sua aplicabilidade no âmbito normativo (GARCIA, 2016).

Por fim, a última categoria de medidas de acessibilidade considerada se origina a partir da teoria da utilidade randômica. Essa teoria parte da premissa do *homo economicus*, afirmando que a probabilidade de um sujeito – ou grupo homogêneo – realizar uma ação depende da utilidade percebida por esse sujeito tendo em vista todas as possíveis opções, de modo que as pessoas buscam maximizar a utilidade de suas ações (BHAT *et al.*, 2001; HANDY; NIEMEIER, 1997). Indicadores dessa categoria têm como foco o componente individual da acessibilidade e consideram os benefícios econômicos pessoais oriundos do acesso a oportunidades espacialmente distribuído (GARCIA, 2016; ZEGRAS, 2005). Como desvantagem da utilização desses indicadores, pode-se destacar a dificuldade para que esses sejam operacionalizados e interpretados, bem como o fato de que a comparação de modelos baseados nesses indicadores requer a normalização dos valores obtidos (GARCIA, 2016; GEURS; WEE, 2004).

Não existe consenso quanto a qual tipo de indicador seja mais adequado, uma vez que a aplicabilidade dessas métricas depende de uma série de fatores, tais como o tipo de análise, o propósito almejado, a escala considerada e os dados disponíveis. Se o objetivo é avaliar o impacto de investimentos em transporte em escala regional ou nacional, por exemplo,

indicadores mais simples, como os gravitacionais ou cumulativos, são considerados mais adequados. Se o objetivo é avaliar os efeitos no bem-estar de indivíduos na escala local de mudanças no uso do solo ou projetos de infraestrutura, indicadores baseados em utilidade podem ser mais apropriados. Desse modo, o conhecimento das especificidades dos indicadores – como sua base teórica e facilidade de operacionalização –, bem como a delimitação precisa do propósito, se apresentam como condições fundamentais para a formulação de análises adequadas (GEURS, 2018; JABER; SAMSONOVA; BLANCO, 2019).

3.4 Caracterização da acessibilidade ao trabalho

Nas seções anteriores foi discutida a mudança de paradigma no planejamento de transportes que deu origem ao que se entende como planejamento orientado à acessibilidade, sendo este apresentado em termos gerais, assim como os componentes e indicadores da acessibilidade usualmente utilizados no mesmo. Nesta seção a acessibilidade é discutida a partir de um recorte mais específico, considerando-se a relevância da análise das condições de acessibilidade ao trabalho, temática que permeia esta dissertação. A partir dessa discussão, são feitos apontamentos sobre as lacunas verificadas na literatura e que são discutidas no estudo de caso aqui proposto.

Como argumentado anteriormente, as grandes cidades, em sua maioria, convivem com os altos índices de congestionamento decorrentes do uso massivo de automóveis, o que está associado à uma série de externalidades negativas, que podem ser percebidas tanto no âmbito individual quanto coletivo. Diante desse cenário, em diante da importância da relação entre os padrões de localização de trabalho e moradia para a conformação desse fenômeno – e as dimensões de desigualdade associadas à esta relação –, a acessibilidade ao trabalho se consolidou enquanto objeto de estudos do planejamento urbano e de transportes a partir de meados do século XX (CUI *et al.*, 2019; LI; LIU, 2017). Nesse sentido, pode-se destacar o estudo seminal de Kain (1968), que investiga a relação entre a segregação do mercado imobiliário metropolitano e a distribuição e o nível de emprego da população não-branca em Detroit e Chicago, nos Estados Unidos (BRUECKNER; MARTIN, 1997; CASTRO, 2019). A este autor é creditada a formulação da hipótese do *spatial mismatch* – que pode ser traduzido como “incompatibilidade espacial” –, que argumenta que a descentralização do emprego nas cidades americanas contribuiu para os baixos salários e altas taxas de desemprego para a população negra (BRUECKNER; MARTIN, 1997).

Ainda que a hipótese do *spatial mismatch* de Kain (1968) tenha sido formulada no contexto da segregação socioespacial das cidades estadunidenses em meados do século XX, ela permanece relevante para a compreensão da segregação socioespacial hoje. Embora o padrão de desenvolvimento urbano observado em cidades latino-americanas – em que grupos sociais de baixa renda habitam, em sua maioria, as zonas periféricas e os postos de trabalho se concentram nas regiões mais centrais (OVIEDO *et al.*, 2019; SLOVIC *et al.*, 2019) – seja diverso daquele observado nas cidades estadunidenses, as restrições no acesso ao trabalho para certos grupos sociais se apresenta como uma constante para ambos os casos. Essa situação resulta, muitas vezes, em gastos significativos no orçamento desses grupos, podendo ser considerada uma questão estrutural, limitando a possibilidade de acesso de indivíduos as oportunidades ao trabalho nas cidades (GUZMAN; OVIEDO, 2018; HERNANDEZ, 2018). Nesse sentido, pode-se afirmar que a relação entre localização do trabalho e moradia – e suas condições de acesso – é essencial para a manutenção de um ambiente urbano que seja funcionalmente eficiente, economicamente viável e socialmente equitativo, especialmente em contextos de grande desigualdade (GUAN; PEISER, 2018).

A temática da desigualdade se apresenta como tópico de extensa discussão entre pesquisadores de diferentes campos do conhecimento, incluindo o transporte (CUI *et al.*, 2019), estando essa discussão presente na maioria dos planos de mobilidade das principais cidades da latino-americanas, bem como nas cidades de outros países em desenvolvimento e industrializados. Ainda assim, apesar de sua pertinência para o planejamento das cidades, observa-se que, em muitos casos, as ferramentas para a análise e avaliação de projetos e das condições de transporte não consideram os indicadores apropriados, não sendo efetivamente avaliadas as especificidades de diferentes grupos sociais (BOCAREJO; OVIEDO, 2012).

Para além de sua relevância para a compreensão dos padrões de deslocamentos cotidianos observados, bem como dos padrões de segregação socioespacial, a investigação da acessibilidade ao trabalho desempenha um papel fundamental na identificação da facilidade em se alcançar oportunidades – aqui entendida em um sentido amplo. Isso se dá uma vez que o trabalho constitui um *proxy* da presença de atividades econômicas e serviços, refletindo, em grande medida, a qualidade dos sistemas de transportes em relação à localização de oportunidades em uma região (BOISJOLY; EL-GENEIDY, 2017b). Apesar disso, a maior parte dos estudos que buscam avaliar as condições de acessibilidade consideram somente a quantidade de trabalhos ou oportunidades disponíveis, sem que haja diferenciação quanto às

eventuais particularidades desses (VECCHIO; TIZNADO-AITKEN; HURTUBIA, 2020), ignorando, portanto, as possíveis diferenças setoriais existentes na conformação da acessibilidade (ALSTADT; WEISBROD; CUTLER, 2012; HOLL, 2004; MEIJERS *et al.*, 2012).

Nesse sentido, pode-se afirmar que ao analisar os padrões de acesso a oportunidades de indivíduos ou grupos sociais de maneira agregada, esses estudos não permitem avaliar a dinâmica dos mecanismos fundamentais para a determinação desses padrões de acesso a oportunidades, como as economias de aglomeração, de escala, a disposição de matérias-primas e mercados consumidores e os custos de transporte da produção – discutidos em maior profundidade no capítulo 2. Esses aspectos, todavia, são fundamentais para a eficácia na implementação de políticas urbanas, inclusive aquelas que são elaborados com foco exclusivo na redução das desigualdades socioespaciais (BURGER; MEIJERS, 2012; CHEN; MORENO-MONROY, 2017).

Por fim, cabe ressaltar que, de acordo com a revisão da literatura sobre realizada por Vecchio, Tiznado-Aitkene e Hurtubia (2020), no que se refere a escala considerada em avaliações de acessibilidade orientadas a desigualdade socioespacial, verifica-se que de 79 estudos realizados na América Latina considerados na revisão, apenas 8 analisaram os padrões de acessibilidade a partir da escala metropolitana ou regional, como é proposto neste estudo. Em um contexto de espraiamento urbano, conurbação de cidades e crescimento de deslocamento pendulares entre centros e cidades-dormitório, entende-se, entretanto, que a consideração da escala metropolitana assume uma importância cada vez maior para que os problemas urbanos sejam abordados de maneira efetiva, verificando-se assim uma lacuna na literatura.

3.5 Considerações finais sobre o capítulo

Neste capítulo foi apresentado o contexto histórico que deu origem ao paradigma de planejamento orientado à acessibilidade. Também foram abordados os aspectos que caracterizam esse modelo de planejamento, bem como os diferentes componentes que conformam a acessibilidade e os tipos de indicadores por meio dos quais esses conceitos são operacionalizados, tanto do ponto de vista normativo, quanto analítico. Destaca-se aqui o caráter essencialmente transdisciplinar do conceito de acessibilidade, que permite o diálogo entre os campos dos estudos urbanos. Nesse sentido, entende-se que a sua assimilação em estudos que investiguem os mecanismos atuantes no desenvolvimento urbano e regional se

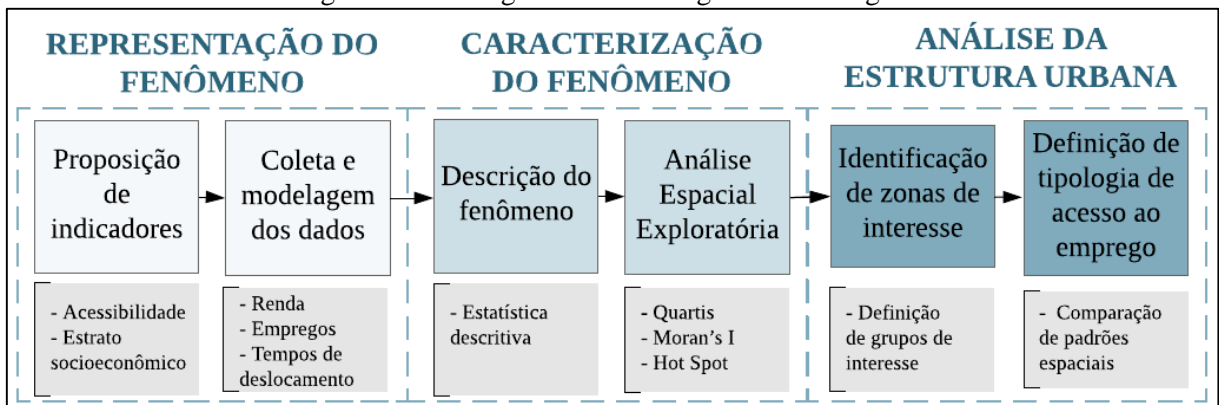
apresenta como de grande valia para o entendimento da complexa relação existente entre os investimentos em infraestrutura, o transporte público, a dinâmica do mercado imobiliário e o desenvolvimento de atividades econômicas, questões discutidas conceitualmente no capítulo 2.

4 ABORDAGEM METODOLÓGICA

O objetivo principal deste trabalho consiste no desenvolvimento de um estudo de caso de caráter exploratório para a caracterização da acessibilidade ao trabalho na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). É esperado que a abordagem metodológica aqui proposta possa ser replicada para diferentes contextos, constituindo um insumo para a análise da estrutura urbana à luz das desigualdades socioespaciais e da estrutura produtiva. Para tanto, propõe-se a caracterização da acessibilidade ao trabalho por meio de um modelo descritivo, considerando-se os deslocamentos a pé e por carro, a localização dos postos de trabalho em diferentes setores econômicos e a estrutura espacial sociodemográfica.

A abordagem metodológica utilizada foi desenvolvida tendo-se como referência, principalmente, os trabalhos de Garcia *et al.* (2018), Pereira *et al.* (2018) e Sousa (2019). No fluxograma da Figura 4.1 são apresentadas as etapas que compõem a abordagem metodológica.

Figura 4.1: Fluxograma da abordagem metodológica.



Fonte: Elaboração própria.

Por fim, destaca-se aqui que as etapas descritas neste capítulo foram desenvolvidas e implementadas entre os anos de 2018 e 2020. Com o intuito de propiciar maior entendimento quanto às escolhas realizadas na elaboração desta abordagem metodológica, nas seções subsequentes serão apresentadas discussões sucintas acerca dos indicadores e técnicas que foram utilizadas.

4.1 Representação do fenômeno

A etapa de representação do fenômeno teve como finalidade estruturar os indicadores utilizados nas análises propostas, possibilitando uma maior compreensão sobre o fenômeno estudado em suas particularidades no contexto da área de estudo. Nessa etapa foram definidos indicadores

representativos do fenômeno analisado, bem como a coleta e a modelagem dos dados, etapas que serão detalhadas nas próximas subseções. Cabe destacar que, visando a maior compreensão qualitativa do fenômeno analisado, foram feitas análises de estatística descritiva para todas as variáveis que compõem os indicadores propostos.

4.1.1 Proposição de indicadores

Considerando-se os objetivos apresentados no capítulo 1, faz-se necessária a especificação de indicadores que representem as dimensões que integram o escopo da análise proposta. Assim sendo, nesta seção são descritos os indicadores que foram utilizados para a representação do fenômeno investigado, bem como os processos de coleta e modelagem de dados que foram utilizados na composição dos indicadores.

A escolha dos indicadores teve como referência a discussão realizada nos capítulos 2 e 3, nos quais foi explicitado o arcabouço conceitual e metodológico considerado neste estudo para a representação da conformação da acessibilidade ao trabalho em um contexto metropolitano.

4.1.1.1 Acessibilidade

As diferentes categorias de indicadores de acessibilidade encontradas na literatura foram objeto de discussão no capítulo 3. Em virtude de suas particularidades, a adequação desses indicadores nos estudos urbanos e no planejamento urbano e de transporte varia a depender da finalidade para os quais estes são utilizados, devendo ser considerados dois requisitos básicos para a sua escolha, quais sejam: a consistência em relação a análise proposta e a possibilidade de compreensão. O equilíbrio entre esses dois atributos constitui um desafio metodológico do ponto de vista teórico e empírico (BERTOLINI; CLERCQ; KAPOEN, 2005).

No que se refere especificamente aos métodos para a medição do acessibilidade ao trabalho, várias abordagens tem sido utilizadas na literatura, desde as mais simples – como o cálculo da distância linear entre o local de trabalho mais próximo de um ponto de origem – até abordagens mais complexas – como as que consideram funções de utilidade nos deslocamentos (SUN; FAN, 2018). Neste estudo foi considerado um indicador de acessibilidade do tipo potencial, que se baseia na formulação original de Hansen (1959), sendo este o tipo de indicador mais frequentemente utilizado na literatura – apesar de a utilização deste para cidades e regiões do sul global ter se dado somente a partir do começo dos anos 2000 (GUZMAN; OVIEDO, 2018).

A acessibilidade potencial baseia-se no pressuposto que a intensidade da atração de um destino aumenta proporcionalmente ao número de oportunidades ofertadas no mesmo e diminui com impedância associada à distância, tempo ou custo da viagem a ser realizada (GEURS; WEE, 2004; GUZMAN; OVIEDO, 2018; HANDY; NIEMEIER, 1997; VULEVIC, 2016). Por combinar de maneira direta dois componentes críticos da acessibilidade – o uso do solo e o sistema de transportes – indicadores desse tipo são considerados adequados para avaliação do papel dos sistemas de transportes na conformação dos padrões de acessibilidade, especialmente na escala metropolitana ou regional (JABER; SAMSONOVA; BLANCO, 2019; ROKICKI; STEPNIAK, 2018).

Como dito anteriormente, os indicadores de acessibilidade potencial têm a vantagem de representarem a acessibilidade de maneira contínua, não dependendo, portanto, da definição de limites de tempo ou distância arbitrários (GARCIA, 2016; GEURS; WEE, 2004; SPIEKERMANN; NEUBAUER, 2002). Por outro lado, as medidas resultante da aplicação de indicadores de acessibilidade gravitacionais são mais complexas, não podendo ser expressas em unidades facilmente compreensíveis, o que dificulta sua interpretação e limita sua aplicabilidade (GARCIA, 2016; SPIEKERMANN; NEUBAUER, 2002).

Neste estudo, para cada setor econômico considerado, foi aplicado um indicador de acessibilidade potencial similar ao utilizado por Garcia *et al.* (2018), conforme detalhado na Equação 4.1:

$$A_{i,m} = \frac{\sum (f(T_{ij}) \times E_j)}{\sum E_j} \quad (4.1)$$

Onde:

$A_{i,m}$ é acessibilidade ao trabalho na zona i pelo modo m ;

$f(T_{i,j})$ é o inverso do tempo de viagem generalizado, incluindo tempo de entrada/saída, tempo no veículo (para viagens por automóvel) e tempo de transferência entre a zona de origem i e a zona de destino j (considerado nulo quando o tempo é igual a zero); e

E_j é número de postos de trabalho ofertados na zona j .

O indicador utilizado representa a acessibilidade potencial em uma zona em relação a todas as outras zonas consideradas, de modo que quanto maior o indicador, maior a atratividade da zona.

É importante destacar que esse indicador de acessibilidade ao trabalho não leva em consideração o componente individual da acessibilidade, de forma que a análise da relação entre os padrões espaciais de acessibilidade e estrutura espacial sociodemográfica, objetivo deste estudo, foi considerada por meio da comparação dos padrões espaciais de um indicador que trata especificamente da renda enquanto *proxy* dos diferentes estratos socioeconômicos.

4.1.1.2 Estrato socioeconômico

Para além da dimensão de análise representada pelo indicador de acessibilidade potencial, faz-se necessária a definição de um indicador que represente espacialmente os diferentes estratos socioeconômicos, de modo a possibilitar a avaliação qualitativa da relação entre a acessibilidade ao trabalho e os padrões da estrutura sociodemográfica da área de estudo, conforme especificado nos objetivos. Posto isso, essa dimensão de análise foi definida à luz da estratificação de grupos de renda definida para a área de estudo (RMBH) pelo Critério Brasil. Esse critério foi formulado pela ABEP (Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa) com o objetivo de definir grandes classes de segmentação por poder aquisitivo e tem sido utilizado como referência em estudos de transportes que consideram critérios de estratificação social, podendo-se destacar os estudos realizados por Castro (2019), Garcia *et al.*, (2004) e Sousa (2019).

No Critério Brasil os domicílios são divididos em sete grupos de renda – aqui chamados de estratos socioeconômicos –, A1, A2, B1, B2, C1, C2, D e E. O pertencimento ou não de domicílios a esses estratos socioeconômicos depende do grau de instrução do chefe da família, da posse de determinados bens de consumo – como televisão, rádio e automóvel – e da contratação de empregada mensalista no domicílio (ABEP, 2012). Na Tabela 4.1 é apresentada a segmentação de estratos socioeconômicos determinada segundo o Critério Brasil para a RMBH em 2010 – mesmo ano de realização do último Censo, utilizado como base de dados utilizada para o cálculo da renda domiciliar média, como será visto adiante.

Posto isso, considerando-se os dados de renda média domiciliar obtidos para cada unidade espacial – etapa que será detalhada na próxima subseção –, foi assumida uma divisão de estratos socioeconômicos com os mesmo patamares de percentuais obtidos pelo Critério Brasil para a RMBH. O processo metodológico para a determinação desses estratos para cada unidade espacial adotada neste estudo é detalhado na seção 4.1.3.

Tabela 4.1: Critério Brasil para a RMBH em 2010.

Classe	Renda Média Familiar (Valor Bruto em R\$)	Percentual da população total
A1	12.926	0,3
A2	8.418	3,2
B1	4.418	9,8
B2	2.565	16,8
C1	1.541	26,3
C2	1.024	26
D	714	17,3
E	477	0,3

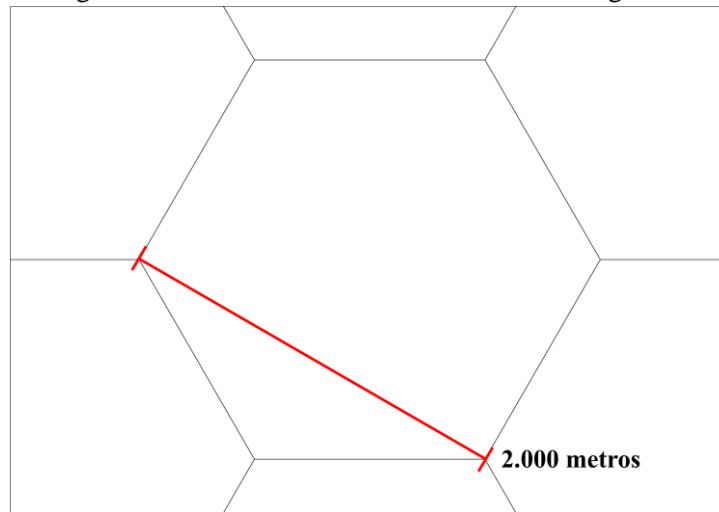
Fonte: Adaptado a partir de ABEP (2012).

4.1.2 Coleta e modelagem dos dados

Nesta seção são especificados os dados que compõem as variáveis dos indicadores selecionados, bem como as etapas necessárias à modelagem dos mesmos. Diante da natureza heterogênea dos dados considerados na aplicação da abordagem metodológica, optou-se pela utilização de uma malha hexagonal que cobrisse toda a área de estudo para a representação dos mesmos em unidades espaciais compatíveis. A utilização de malhas hexagonais tem sido feita em estudos similares ao proposto – tais como os de De Clercq, De Wulf e Van Herzele (2007); Islam e Aaktar (2011), Liu e Zhu (2004), Pereira *et al.* (2018). Van Eck e De Jong (1999), Zhu, Liu e Yeow (2005) e Zhuo (2012) –, permitindo a representação de fenômenos espaciais com alta granularidade e de forma que os limites das unidades espaciais considerados não sejam arbitrários. Ademais, as malhas hexagonais permitem a representação de fenômenos em uma superfície quase contínua, de forma a refletir eventuais mudanças graduais na acessibilidade na área de estudo (ZHUO, 2012).

O detalhamento do tamanho dos hexágonos considerados – que tem como característica definidora a extensão da menor diagonal igual a 2.000 metros e área aproximada de 3,46 km² – pode ser observado na Figura 4.2. A opção por essa dimensão de unidade espacial decorreu de análises de natureza exploratória em que malhas hexagonais com diferentes grandezas foram avaliadas quanto a capacidade de representar o padrão espacial de distribuição da renda média domiciliar, variável agregada por setor censitário no Censo 2010, e que foi considerada na definição dos estratos socioeconômicos. Também foi considerado o número de centroides associados a cada malha, fator determinante para a dificuldade de processamento dos dados da matriz de tempos de deslocamento e que será discutida na próxima subseção.

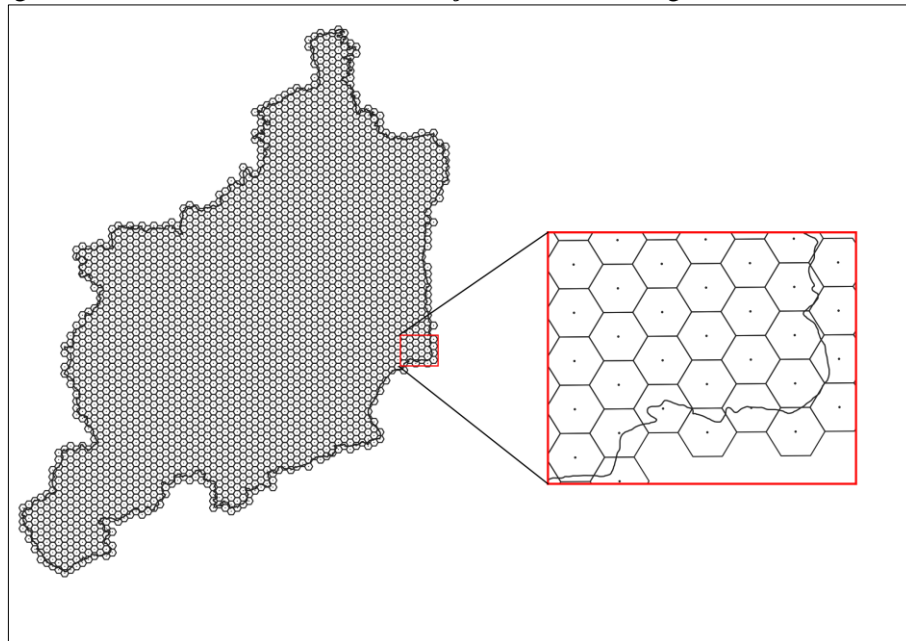
Figura 4.2: Detalhamento do tamanho dos hexágonos.



Fonte: Elaboração própria.

A malha de hexágonos utilizada neste estudo foi gerada por meio do *software* QGIS, considerando-se o limite da área de estudo, conforme detalhado na Figura 4.3, sendo obtido um total de 2.944 hexágonos. Para cada um dos hexágonos foi identificado o seu centroide, sendo a localização deste fundamental para o cálculo das matrizes de tempos de deslocamento.

Figura 4.3: Detalhamento da determinação de malha hexagonal e dos centroides.



Fonte: Elaboração própria.

Com o objetivo de adequar a representação dos indicadores à área considerada no estudo, a malha de hexágonos foi recortada posteriormente à definição dos centroides, de modo a tornar seus limites equivalentes aos limites da RMBH, sendo mantida, para efeito do cálculo da acessibilidade potencial, a localização dos centroides dos hexágonos da malha original.

4.1.2.1 Tempos de Deslocamento

A estimativa da matriz dos tempos de deslocamento entre os pares origem-destino constitui uma etapa fundamental para a análise de acessibilidade e para modelagem de interação espacial, de forma que diversas ferramentas foram desenvolvidas com esse objetivo (LAHOORPOOR; LEVINSON, 2019). Neste estudo optou-se por utilizar a ferramenta OpenTripPlanner (OTP)⁸, um *software* de código aberto desenvolvido para a análise multimodal de redes de transporte. O OTP fornece o itinerário da rota de custo generalizada mais rápida, mais curta ou com menor custo generalizado entre os pontos predeterminados (LAHOORPOOR; LEVINSON, 2019; PEREIRA *et al.*, 2018). Neste estudo os pontos de origem e destino consistem nos centroides dos hexágonos que compõem a malha espacial apresentada na Figura 4.3.

O processo de execução OTP se divide em duas etapas principais. Na primeira etapa é definido o grafo principal do mecanismo de localização de rotas, construído a partir da combinação da rede de transportes disponível no OpenStreetMap⁹ (OSM) para uma determinada área previamente delimitada e um arquivo do tipo GTFS – quando considerado o transporte público. Na Figura 4.4 é apresentado o detalhamento do polígono do qual foi extraída a rede de transportes considerada neste estudo, que corresponde à um retângulo no qual os limites da RMBH encontram-se inscritos. Como resultado desse processo, é obtido um grafo formado por nós e *links* nos quais o sistema de transportes é codificado espacialmente (LAHOORPOOR; LEVINSON, 2019).

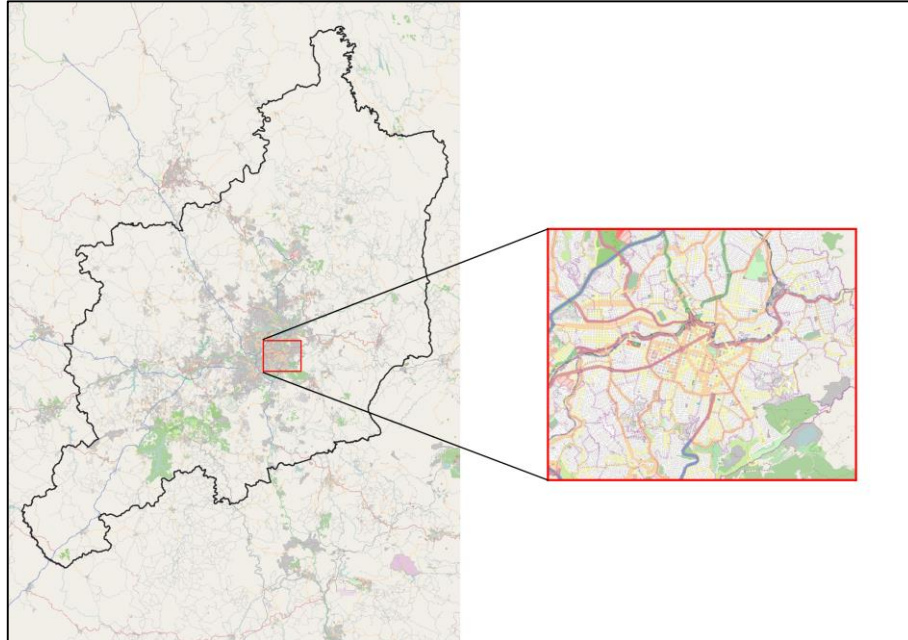
A segunda etapa do processo de execução do OTP consiste na definição do mecanismo de planejamento de rotas. Esse mecanismo de pesquisa utiliza a rede de transporte gerada anteriormente, um arquivo com as coordenadas origem-destino dos deslocamentos e um procedimento de configuração de parâmetros de viagem para calcular a matriz de custos de deslocamento especificada. Esses custos podem ser o tempo despendido no deslocamento, o número de transferências, os custos monetários, a distância da viagem ou mesmo a combinação desses atributos (LAHOORPOOR; LEVINSON, 2019). Neste estudo foi considerado o script elaborado por Pereira *et al.* (2019) na linguagem de programação Python para o cálculo da

⁸ O OTP que está disponível no site <https://github.com/opentripplanner/OpenTripPlanner>.

⁹ O OSM é um projeto de mapeamento colaborativo que está disponível no site <https://www.openstreetmap.org/>.

matriz com os tempos de deslocamento¹⁰ bem como as especificações de parâmetros contidas no mesmo.

Figura 4.4: Detalhamento do polígono considerado para a extração da rede de transporte do OSM.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do OpenStreetMap (2020).

As rotas consideradas entre todos os centroides obtidos, conforme detalhado na subseção anterior, foram definidas em função do tempo dispendido nos deslocamentos pelos modos a pé e automóvel. Os custos da viagem e o número de baldeações não foram considerados como critérios de definição das rotas, uma vez que não foi feita uma comparação de rotas em que fossem utilizados mais de um modo de transporte e não foram considerados deslocamentos pelos modos de transporte coletivo, como dito anteriormente. Foi considerada para o modo a pé as velocidades padrão especificadas pelo OTP que é de 4,8 km/h. A velocidade considerada para o modo automóvel varia a depender das especificações das vias, sendo que a velocidade nas vias de alta capacidade é admitida como maior.

¹⁰ O script utilizado neste trabalho é detalhado no Anexo A.

4.1.2.2 Trabalho

A modelagem da localização dos postos de trabalho na RMBH foi feita considerando-se a base de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)¹¹ de 2017, último ano para o qual a base estava disponível no momento em que este estudo foi realizado. A RAIS constitui um registro nacional que é organizado pelo Ministério do Trabalho, com informações relativas a todos os estabelecimentos públicos e privados, bem o número de vínculos empregatícios de cada um e as características socioeconômicas de seus funcionários (PEREIRA, 2018). Cabe destacar que a RAIS considera apenas os trabalhos do tipo formal, ou seja, ocupações trabalhistas com benefícios e carteira profissional assinada .

Em seguida, a partir dos CEPs (Código de Endereçamento Postal) associados aos estabelecimentos situados em Minas Gerais – a base utilizada era referente a estabelecimentos registradas no estado –, foi feita a geocodificação. Uma vez que cada CEP corresponde a uma área – e não a um ponto específico no espaço – a localização de um ponto obtida a partir do mesmo é, necessariamente, uma aproximação. Assim sendo, a localização geográfica dos estabelecimentos foi determinada por meio da associação dos seus CEPs às coordenadas do endereço correspondente, segundo a base de dados disponível no site MapaCEP¹². A opção por essa base dados decorreu da impossibilidade de se arcar com os custos da base de dados oficial dos Correios ou de se realizar a geocodificação através de ferramentas gratuitas, o que demandaria um tempo incompatível com o prazo de realização deste estudo. Para a validação das informações contidas nessa base foram feitos testes randômicos em que a localização dos pontos associados aos CEPs foi comparada àquela fornecida pelo Google, sendo obtidos resultados satisfatórios.

É importante ressaltar que a utilização do método de geocodificação a partir do CEPs para a escala metropolitana possui limitações, dado que, para alguns municípios – em especial os mais periféricos –, as áreas correspondentes aos CEPs possuem extensões significativas. Entretanto, entende-se que essa limitação não compromete o trabalho uma vez que, para esses casos, foi considerado que os estabelecimentos estariam localizados nas sedes municipais, uma

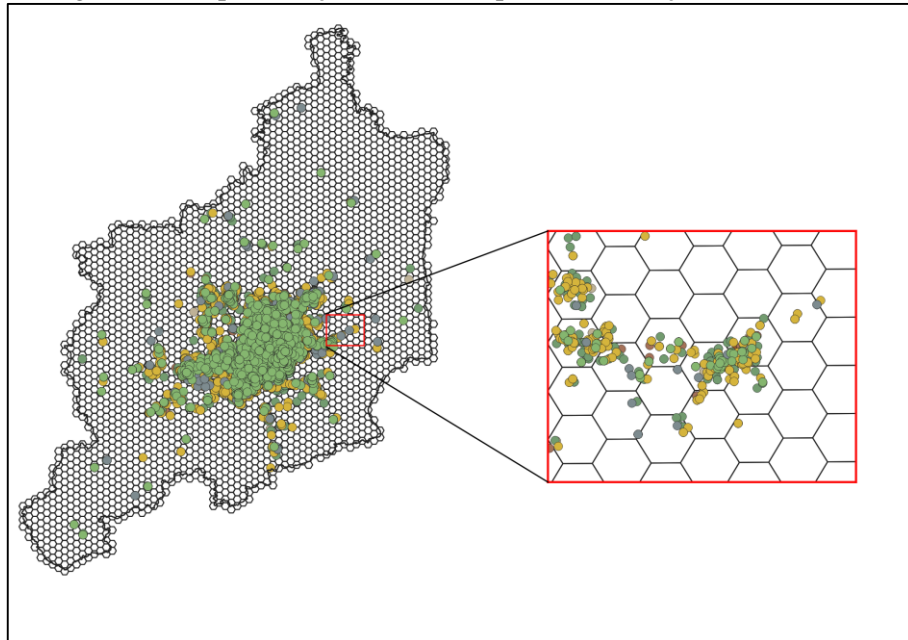
¹¹ Disponível em < <http://pdet.mte.gov.br/microdados-rais-e-caged>> Acesso em maio: 1 jul. 2019.

¹² Disponível em < <https://www.mapacep.com.br/>> Acesso em: 10 jan. 2020.

aproximação que se mostra satisfatória tendo em vista a limitada mancha urbana desses municípios, conforme será visto no capítulo 5. Cabe destacar também que o registro de funcionários em locais diferentes do especificado na base da RAIS, em especial para grandes estabelecimentos ou para o serviço público, é um fato comum e que pode gerar distorções para algumas regiões (ITDP BRASIL, 2014).

Os vínculos ativos dos estabelecimentos, sendo eles estatutários ou do tipo CLT (Consolidação das Leis do Trabalho), foram então agregados nas unidades espaciais consideradas neste estudo através da ferramenta *spatial join* do programa ArcGIS, que permite somar atributos de diferentes feições a partir de sua localização. Na Figura 4.5 está representada a localização dos estabelecimentos considerados para a determinação da localização dos postos de trabalho e a sobreposição destes às unidades espaciais aos quais foram agregados. Para cada setor considerado, foi feita a soma de do número de vínculos empregatícios de todos os estabelecimentos inscritos em cada hexágono da malha, valor que foi posteriormente associado aos centroides dos hexágonos para o cálculo da acessibilidade.

Figura 4.5: Representação do método para a localização dos trabalhos.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS (2017).

Os postos de trabalhos foram, então, agregados a partir da classificação da CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) 2.0 – classificação adotada pelo IBGE –, conforme a Tabela 4.2. Essa agregação foi proposta com o objetivo de viabilizar a análise dos

padrões de acessibilidade ao trabalho em diferentes setores – visando a compreensão das eventuais particularidades dos padrões espaciais desses setores.

A definição dos setores econômicos considerados se deu a partir dos três setores usualmente utilizados para classificação da atividade econômica – primário, secundário e terciário. A consideração do setor de administração pública separadamente teve como objetivo isolar seções que possivelmente implicariam em maior erro, dado que há uma concentração de postos de trabalho nas sedes de governo, o que não corresponde à localização real desses postos de trabalho.

Tabela 4.2: Classificação de setores econômicos adotada.

Seção CNAE 2.0	Setor considerado
Eletricidade e gás	Administração Pública
Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	Administração Pública
Administração pública, defesa e seguridade social	Administração Pública
Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	Terciário
Alojamento e alimentação	Terciário
Educação	Terciário
Indústrias de transformação	Secundário
Artes, cultura, esporte e recreação	Terciário
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Primário
Indústrias extrativas	Primário
Saúde humana e serviços sociais	Terciário
Construção	Terciário
Transporte, armazenagem e correio	Terciário
Informação e comunicação	Terciário
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	Terciário
Atividades imobiliárias	Terciário
Atividades profissionais, científicas e técnicas	Terciário
Atividades administrativas e serviços complementares	Terciário
Outras atividades de serviços	Terciário
Serviços domésticos	Terciário
Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais	Terciário

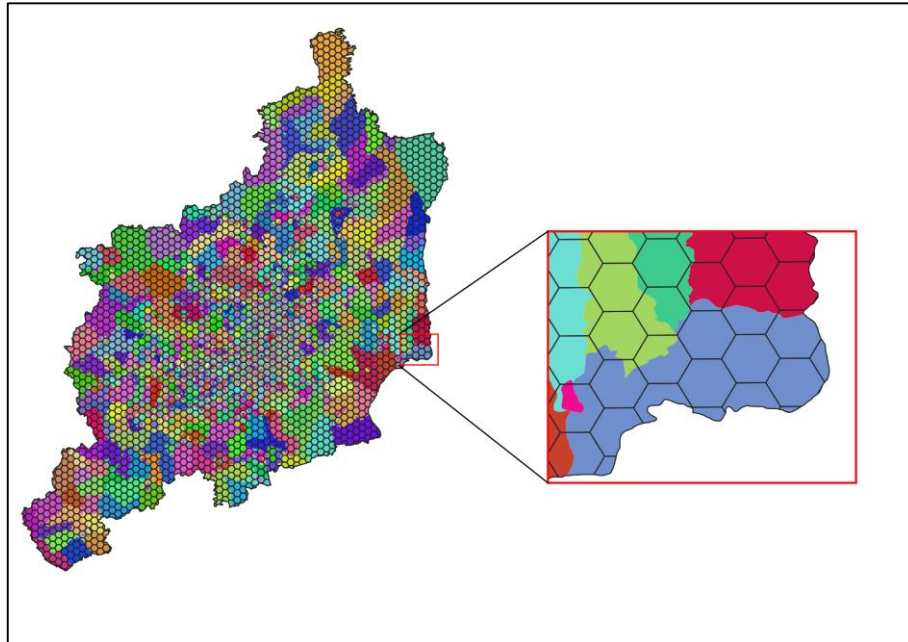
Fonte: Elaboração própria.

4.1.2.3 Renda

Para a determinação dos estratos socioeconômicos tomou-se como referência a renda média domiciliar, calculada a partir da base de dados do Censo de 2010. Nesse cálculo foi modelado o valor da renda domiciliar média para cada hexágono a partir da agregação das rendas dos setores censitários nele inscritos, ponderados pela população e pela área destes inscrita em cada

hexágono. Na Figura 4.6 é ilustrada a sobreposição das feições utilizadas para a determinação dessa variável, cujos cálculos foram feitos por meio do software QGIS.

Figura 4.6: Sobreposição da malha hexagonal e dos setores censitários.



Fonte: Elaboração própria.

O cálculo da renda média domiciliar para cada hexágono foi feito conforme é detalhado na Equação 4.2:

$$RMD_i = \frac{\sum RMD_{m,n} \times POP_{m,n} \times (AI_{m,n}/AT_{m,n})}{\sum POP_{m,n}} \quad (4.2)$$

Onde:

RMD_i é a renda média domiciliar em cada hexágono i cuja área possui interseção com o setores censitários m e n ;

$RMD_{m,n}$ é a renda média domiciliar de cada setor censitário cuja a área possui interseção com o hexágono i ;

$POP_{m,n}$ é a população em cada setor censitário que possui interseção com o hexágono i ;

$AI_{m,n}$ é a área de cada setor censitário que está contida no hexágono i ;

$AT_{m,n}$ é a área total de cada setor censitário que possui interseção com o hexágono i .

4.2 Caracterização do Fenômeno

Nesta etapa foi realizada a descrição do fenômeno estudado por meio da utilização de técnicas de estatística descritiva, aplicadas aos indicadores propostos, bem como a sua caracterização quantitativa por meio de técnicas de análise espacial exploratória, apresentando um panorama da das variáveis consideradas para o contexto da área de estudo.

4.2.1 Descrição do fenômeno

Para a descrição do fenômeno foram aplicadas técnicas de estatística descritiva para todas as variações do indicador de acessibilidade potencial para cada setor econômico e modo de transporte considerado neste estudo. Assim, foram detalhados os valores máximos e mínimos, a média, a mediana, o primeiro e o terceiro quartil, o desvio padrão e a amplitude interquartil, além de serem construídos gráficos do tipo *BoxPlot*, de forma a apresentar um panorama do fenômeno analisado e sua magnitude para cada contexto específico – referente aos modos de transporte e setores econômicos considerados.

Além disso, foram apresentados mapas para todas as aplicações do indicador de acessibilidade potencial, sendo estes representados considerando-se o método de quebras naturais para a classificação de intervalos de classe. Esse método minimiza a soma da variância dentro de cada classe, de modo a permitir a visualização e comparação dos padrões espaciais dos indicadores com uma segmentação distinta entre as diferentes classes de valores.

4.2.2 Análise espacial exploratória

Com o objetivo de caracterizar o fenômeno da conformação da acessibilidade ao trabalho na área de estudo considerada para cada setor e modo de transporte, nesta seção são especificadas as técnicas de estatística espacial utilizadas na análise espacial exploratória.

Em um primeiro momento foram elaborados mapas de quartis, nos quais os dados são ordenados em quatro classes com o mesmo percentil – ou seja, contendo o mesmo número de unidades espaciais. Essa visualização permite compreender o comportamento de um indicador em relação à um valor mediano para todas as zonas (LIMA, 2017).

Nos mapas de quartis também foram incluídos os Índices de Moran Global (*Moran's I*) para cada variável de modo a facilitar a sua análise, uma vez que esse indicador descreve a estrutura espacial característica de dados especializados (PEREIRA *et al.*, 2011). A utilização deste

índice tem como objetivo a mensuração da autocorrelação espacial dos valores do indicador de acessibilidade, possibilitando a avaliação quantitativa da existência de padrões espaciais agrupados, dispersos ou aleatórios. Para o Índice de Moran Global, a autocorrelação espacial é positiva se houverem valores semelhantes da variável em análise próximos uns dos outros e negativos se os valores observados forem mais distantes. Os valores variam de -1 (dispersão perfeita) e +1 (correlação perfeita), sendo o valor zero correspondente a um padrão aleatório (BANERJEE; SINGH; CHAURASIA, 2020).

Adicionalmente, determinou-se a significância estatística do Índice de Moran Global por meio da avaliação do p-valor (*p-value*) e do escore-z (*z-score*). Usualmente, o p-valor é comparado a um valor limite α (0,05 ou 0,001), a fim de concluir se os *clusters* são estatisticamente significativos (CHENG; ADEPEJU, 2014). Os valores do escore-z, quando elevados, indicam que a hipótese nula pode ser rejeitada. Um escore-z próximo a zero indica que não há nenhum *cluster* aparente dentro da área de estudo, enquanto um escore-z positivo e um negativo indicam a existência *clusters* de valores altos e baixos, respectivamente (MAZZULLA; FORCINITI, 2012).

Por fim, foram feitas análises do tipo Hot Spot ou Getis-Ord G_i^* . A utilização dessa análise teve como objetivo a determinação de áreas com valores estatisticamente significativos altos ou baixos de acessibilidade potencial em cada hexágono, considerando-se os valores de acessibilidade potencial determinados para os hexágonos em suas proximidades (GETIS; ORD, 1992; SMITH; VARGAS-RUIZ; BATTY, 2013).

4.3 Análise da estrutura urbana

A definição e aplicação de uma proposta para a análise da estrutura urbana da RMBH, considerando a sobreposição de padrões espaciais sociodemográficos e de acessibilidade potencial ao trabalho, constitui um dos objetivos deste trabalho. O detalhamento das etapas que constituem essa análise será feito nas próximas seções.

4.3.1 Identificação de zonas de interesse

Para que pudesse ser definida uma tipologia que relacionasse a acessibilidade potencial aos diferentes setores econômicos para os modos de transporte considerados e a estrutura espacial sociodemográfica, foram determinadas zonas de interesse a partir da agregação dos hexágonos correspondentes aos estratos socioeconômicos do Critério Brasil, que, por sua vez, foram

agregados em grupos de interesse denominados alta renda e baixa renda. A motivação para a definição dessas zonas de interesse consiste em analisar os padrões espaciais de distribuição da acessibilidade à luz de grupos sociais específicos, o que favorece a avaliação qualitativa e crítica do fenômeno estudado.

Posto isso, o grupo de alta renda considerado corresponde aos estratos socioeconômicos A1, A2 e B2, enquanto o grupo de baixa renda corresponde aos estratos E, D e C2, de modo similar ao que foi realizado no trabalho Sousa (2019). Os percentis equivalentes a cada grupo estão especificados na Tabela 4.1, sendo considerado como integrante do grupo de alta renda aqueles indivíduos inseridos nos 13,3% da população total com maior renda domiciliar média, enquanto o grupo de baixa renda equivale a aproximadamente 43,6% da população total com o menor renda domiciliar média.

A partir da obtenção da renda média domiciliar para todos os hexágonos, foram definidos os estratos socioeconômicos correspondentes a estes. Para tanto, em um primeiro momento foi calculada a população em cada setor censitário, de modo que fosse possível conhecer o percentual da população total associado a cada hexágono. Esse cálculo foi feito conforme indicado na Equação 4.3.

$$POP_i = \sum \left(\frac{POP_m \times AI_m}{AT_m} + \frac{POP_n \times AI_n}{AT_n} \right) \quad (4.3)$$

Onde:

POP_i é a população em cada hexágono i cuja área possui interseção com o setores censitários m e n ;

$POP_{m,n}$ é a população em cada setor censitário que possui interseção com o hexágono i ;

$AI_{m,n}$ é a área de cada setor censitário que está contida no hexágono i ; e

$AT_{m,n}$ é a área total de cada setor censitário que possui interseção com o hexágono i .

Após determinada a população de todos os hexágonos, estas foram ordenados segundo a renda domiciliar média e somadas, tal qual em um histograma cumulativo. Em seguida, foi feita a delimitação dos intervalos de percentuais populacionais correspondentes a cada estrato socioeconômico do Critério Brasil, conforme especificado na Tabela 4.1, sendo então

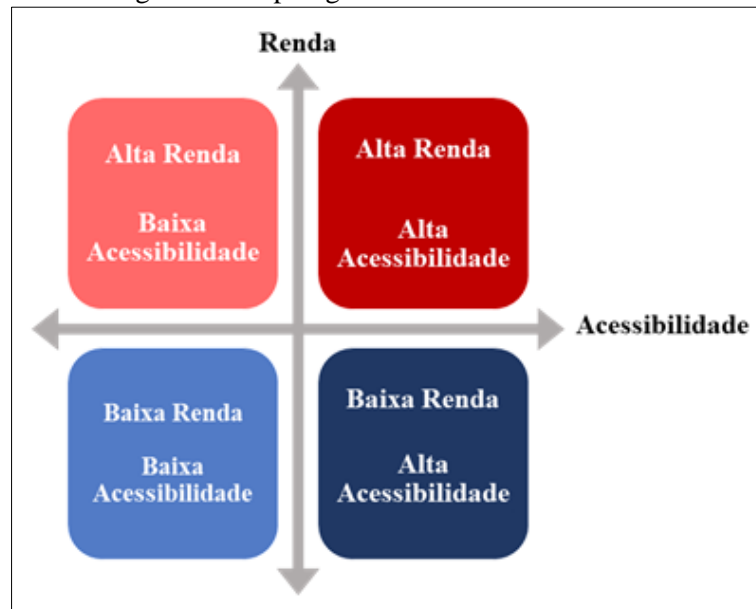
determinados o estrato social ao qual cada hexágono seria associado. Por fim, os estratos sociais foram agregados em dois grupos, de forma que as unidades espaciais correspondentes a estes conformaram as zonas de interesse especificadas.

4.3.2 Definição de tipologia

A etapa de definição da tipologia teve como objetivo desenvolver uma classificação das unidades espaciais consideradas que estivesse fundamentada nos níveis de acessibilidade potencial para cada setor econômico e modo de transporte considerado, bem como na estrutura espacial sociodemográfica.

Para tanto, as zonas de interesse determinadas na seção anterior foram comparadas aos padrões espaciais resultantes da análise Getis-Ord G_i^* para as quais é verificada significância estatística maior 90%, obtidos na etapa de análise espacial exploratória, por meio sobreposição de camadas no software QGis, sendo posteriormente definida uma tipologia, que pode ser facilmente assimilada, indicada na Figura 4.7.

Figura 4.7: Tipologia de renda e acessibilidade.



Fonte: Elaboração própria

Como resultado desta etapa da abordagem metodológica, considerando-se a distribuição populacional nos hexágonos – conforme descrito na seção 4.3.1 –, além da tipologia que considera atributos de renda e acessibilidade potencial, foram determinados os percentuais das populações dos dois grupos de interesse que residem nos *clusters* de alta e baixa acessibilidade potencial para cada setor econômico e modo de transporte analisado.

4.4 Limitações

A abordagem metodológica proposta apresenta limitações intrínsecas a qualquer tipo de modelagem por meio do qual se busque representar um fenômeno complexo, como é o caso da conformação da acessibilidade ao trabalho em um contexto metropolitano. Os tempos de deslocamento – utilizados nos cálculos de acessibilidade – são variáveis ao longo das horas e dependem das características dos indivíduos que realizam as viagens, por exemplo. Pode-se destacar também as dificuldades existentes na representação de um fenômeno espacial contínuo a partir de unidades espaciais discretas, utilizando-se dados com diferentes tipos de agregação e recortes temporais – os dados da RAIS são de 2017 e os do Censo de 2010 –, o que se deu em virtude da indisponibilidade de bases de dados com recortes temporais similares.

Além disso, o escopo desta proposta metodológica considera somente a localização do trabalho formal, o que exclui parte significativa do mercado de trabalho no contexto da RMBH (PINHO; ROCHA; BRITO, 2014). Essa limitação se deve, principalmente, ao fato de ter sido feita a opção por utilizar exclusivamente a base da RAIS em função de sua facilidade de obtenção e alta confiabilidade quanto ao número de postos de trabalho por setor, ainda que estes sejam restritos ao mercado de trabalho formal (CROCCO; SIMÕES, 2006).

Por fim, é necessário ressaltar que, apesar da reconhecida importância do transporte público para a conformação da acessibilidade ao trabalho e para a compreensão das desigualdades socioespaciais, o mesmo não foi objeto das análises realizadas neste estudo, como dito anteriormente. Isso se deu em virtude da inexistência de dados públicos disponíveis que fossem compatíveis com a abordagem metodológica proposta, que demanda a utilização de arquivos GTFS, no período em que este estudo foi elaborado.

5 ELEMENTOS PARA O ESTUDO DE CASO: A CONFORMAÇÃO DA ACESSIBILIDADE AO TRABALHO NA RMBH

Neste capítulo será apresentada a contextualização do fenômeno investigado na área de estudo definida, de forma a contribuir para a avaliação crítica dos resultados da análise proposta. Para tanto, serão considerados aspectos geográficos, históricos, econômicos, sociodemográficos e questões referentes a mobilidade metropolitana, tendo como foco a relação dessas dimensões de análise com a conformação da acessibilidade ao trabalho.

A temática discutida neste capítulo, mais do que apenas uma caracterização da área de estudo, dialoga diretamente com a discussão proposta neste trabalho, explicitando sua relevância e justificativa, assim como as observações que motivaram suas questões de pesquisa.

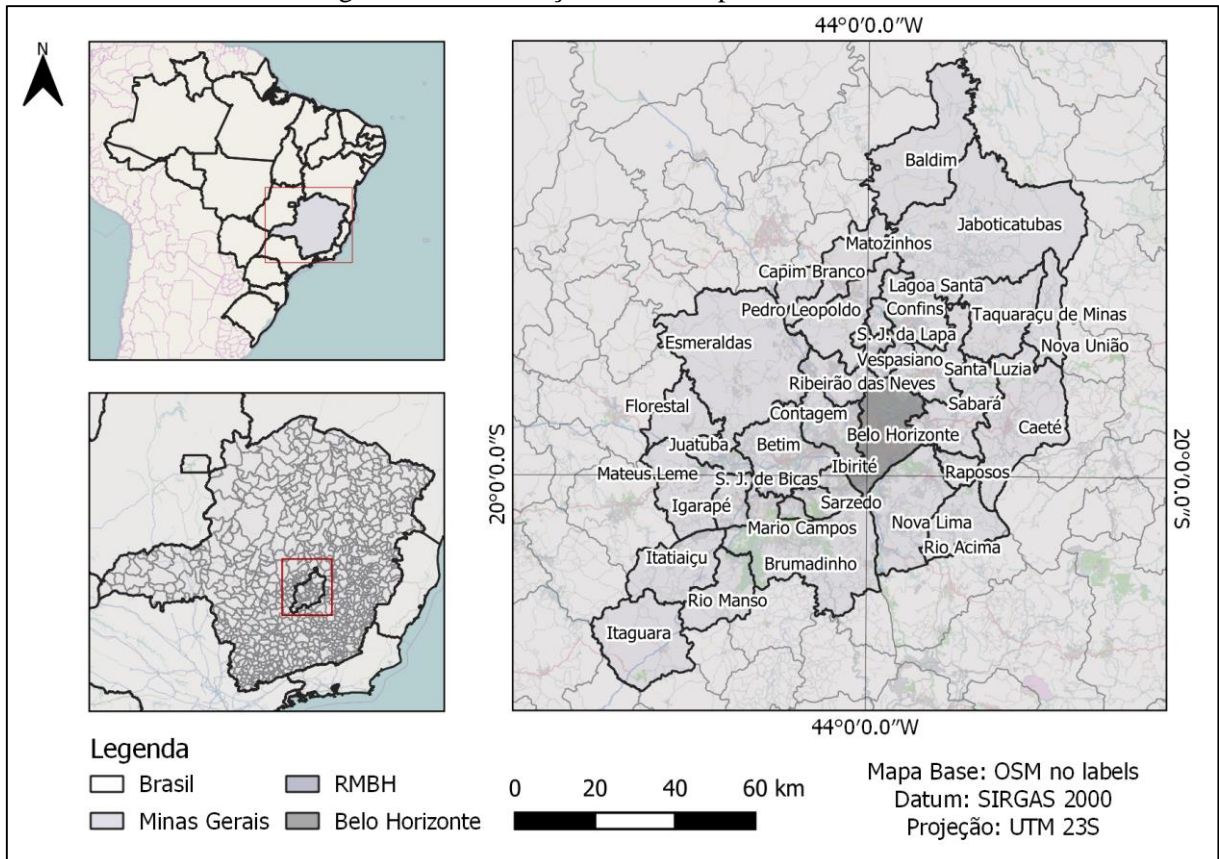
5.1 Histórico, processo de ocupação e perfil sociodemográfico

A Região Metropolitana de Belo Horizonte foi instituída em 1973 – juntamente com as outras oito primeiras regiões metropolitanas do país – como consequência do debate sobre políticas referentes à questão metropolitana, que teve início com o advento da Constituição Federal de 1967 (IPEA, 2018). Inicialmente a RMBH contava com treze municípios, além de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais: Betim, Caeté, Contagem, Ibirité, Lagoa Santa, Nova Lima, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano (CALDAS; MENDONÇA; CARMO, 2008). Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, passou a ser atribuição dos estados a criação de regiões metropolitanas, sendo outros municípios sucessivamente incorporados à RMBH por meio de leis estaduais (IPEA, 2018). Atualmente, a RMBH é constituída por 34 municípios, tendo-se somado aos quatorze municípios originais outros vinte, quais sejam: Baldim, Brumadinho, Capim Branco, Confins, Esmeraldas, Florestal, Igarapé, Itaguara, Itatiaiuçu, Jaboticatubas, Juatuba, Mário Campos, Mateus Leme, Matozinhos, Nova União, Rio Manso, São Joaquim de Bicas, São José da Lapa, Sarzedo e Taquaraçu de Minas¹³.

¹³ A caracterização sociodemográfica dos municípios da RMBH encontra-se no Anexo A.

É importante destacar que a inclusão de novos municípios à RMBH não se deu necessariamente mediante a consideração do grau de integração entre esses, sendo o arranjo metropolitano consequência, em grande medida, de demandas políticas (CALDAS; MENDONÇA; CARMO, 2008). A localização dos municípios que atualmente compõem a RMBH pode ser verificada na Figura 5.1.

Figura 5.1: Localização do municípios da RMBH.

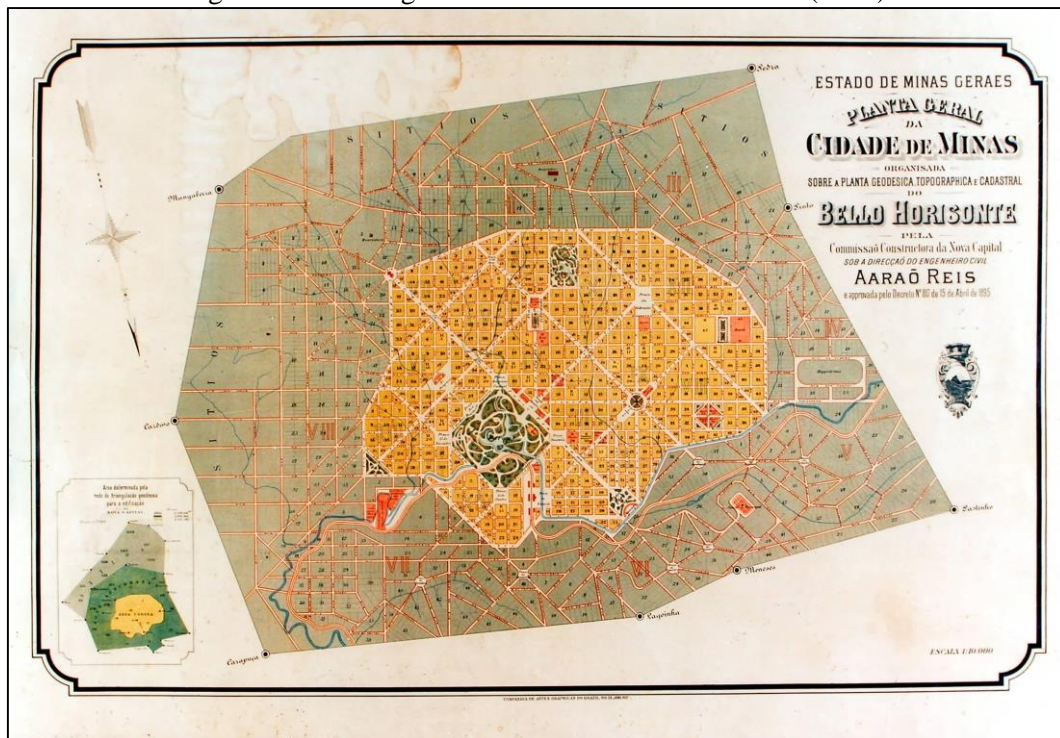


Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2018).

Ainda que a história do processo de ocupação da área que no presente corresponde à RMBH seja anterior à fundação de Belo Horizonte, esta constituiu um ponto de inflexão na dinâmica do desenvolvimento territorial da região. A cidade de Belo Horizonte foi fundada no ano de 1897 – em um momento que se segue à Proclamação da República – com o intuito de ser a nova capital do estado de Minas Gerais. Concebida e planejada nos marcos do racionalismo urbano para ser uma capital moderna, a construção de Belo Horizonte simbolizava, desse modo, uma ruptura com o passado colonial e imperial, ao qual estava atrelada a antiga capital, Ouro Preto (BAGGIO, 2005; PAULA; MONTE-MÓR, 2004; TONUCCI FILHO, 2012).

O planejamento da nova capital, assim como ocorreu em cidades europeias e norte-americanas durante o século XIX, baseou-se em ideais sanitaristas e positivistas. Seguindo as premissas desses ideais, o traçado urbano proposto para Belo Horizonte era altamente organizado e compreensivo, de forma que as novas ruas, avenidas e praças deveriam proporcionar facilidade na circulação de seus habitantes e a higiene ambiental, estando em acordo com os paradigmas de planejamento urbano então vigentes, o que representava uma ruptura radical com o modelo das cidades brasileiras de então, originalmente subordinadas a agricultura comercial e a exploração mineral (CARDOSO, 2007; PASSOS, 2009; SANTOS, 2005; TONUCCI FILHO, 2012). A planta geral da cidade de Belo Horizonte, com seu traçado viário ortogonal de caráter racionalista, elaborado pelo engenheiro Aarão Reis, pode ser observada na Figura 5.2.

Figura 5.2: Planta geral da cidade de Belo Horizonte (1895).



Fonte: APCBH (2020).

Além do racionalismo e do sanitarismo preconizado na proposta de estruturação do espaço urbano pelo traçado viário ortogonal, o plano da nova cidade se baseava no controle do padrão de ocupação por meio de uma legislação urbanística que promovia a setorização funcional dos usos do solo (TONUCCI FILHO, 2012). Esse planejamento de segmentação do espaço urbano em Belo Horizonte se dava, em acordo com a proposta funcional e progressista de urbanismo que se inicia na segunda metade do século XIX, pela classificação e ordenação dos espaços a depender das funções e necessidades sociais preconizadas (PASSOS, 2009). Nesse sentido, em

sintonia com os princípios aplicados pelo Barão de Haussmann na notória reforma urbana de Paris do século XIX, o projeto original previa a divisão de Belo Horizonte em três zonas: urbana, suburbana e rural (CARDOSO, 2007; MONTE-MÓR, 2000).

A zona urbana inserida no interior da Av. do Contorno – que delimita o polígono laranja da Figura 5.2 –, seria constituída por um espaço moderno e ordenado, favorecido pela topografia privilegiada, sendo reservada as elites mineiras. A zona suburbana fora dos limites da Av. Contorno seria caracterizada por suas ruas menores, mais estreitas e com traçado viário adaptado ao relevo acidentado. Por fim, a zona rural deveria constituir um cinturão verde, abastecendo a capital de alimentos e matéria-prima para a construção civil, o que não aconteceu, uma vez que essa zona foi rapidamente incorporada à área de expansão da zona suburbana (PASSOS, 2009; TONUCCI FILHO, 2012). Além disso, era explícito no planejamento da cidade que esta não deveria ter vocação industrial e não seria um polo econômico, de forma que somente atividades econômicas que fossem necessárias ao atendimento das demandas locais por bens e serviços deveriam ser desenvolvidas (PAULA; MONTE-MÓR, 2004).

Nos primórdios da nova capital, a macha ocupacional esteve restrita à zona urbana planejada, de forma que a sua ocupação se deu majoritariamente a partir de uma expansão radial tensionada por essa área (LEMOS, 2003). Entretanto, já no início da década de 1910, uma parcela significativa da população de Belo Horizonte residia nas zonas rurais e suburbanas, contrariando o seu planejamento inicial. A partir de meados da década de 1930, verificou-se um primeiro crescimento relevante, em especial em direção ao vetor oeste¹⁴, resultado da expansão descontínua propiciada pelo desenvolvimento de atividades industriais e de serviços que se estabeleceram nessa região, o que, por sua vez, foi impulsionado pelo início de um significativo processo migratório (LEMOS, 2003; TONUCCI FILHO, 2012). Nesse contexto, pode-se afirmar que a ocupação descontínua e a segregação socioespacial foram fomentadas pelo poder público e agravadas por práticas especulativas desde os primórdios da cidade (TONUCCI FILHO, 2012).

¹⁴ Com o objetivo de facilitar a compreensão espacial das considerações realizadas nesta seção acerca do processo de ocupação metropolitano, bem como da caracterização e discussão dos resultados apresentados no capítulo 6, no Anexo B estão representadas as áreas que compreendem os vetores – também chamados de eixos – que são elencados ao longo deste capítulo.

A partir da década de 1940, verificaram-se uma série de esforços políticos com o objetivo de acelerar o processo de industrialização do estado, baseado, principalmente, no setor minero-metalúrgico. É nessa época que tem início o processo de metropolização de Belo Horizonte, coincidindo com uma série de intervenções na infraestrutura urbana, que ajudaram a consolidar o processo de conurbação da mancha urbana da capital com a de outros municípios limítrofes. Destaca-se nesse período a fundação da Cidade Industrial, no vetor oeste, para onde migrou parte significativa da atividade industrial (IPEA, 2018; TONUCCI FILHO, 2012). Esse período também é marcado pela expansão da mancha urbana em direção ao vetor norte, como consequência da ocupação na região da Pampulha, bem como a verticalização e adensamento da região central, decorrente do aumento da permissividade construtiva nessa região (LEMOS, 2003; PAULA; MONTE-MÓR, 2004; TONUCCI FILHO, 2012).

O período que se estende entre as décadas de 1950 e 1960 foi marcado pela consolidação – e quase esgotamento – do setor industrial em Belo Horizonte, a partir do setor minero-metalúrgico (PAULA; MONTE-MÓR, 2004). Paralelamente, uma série de alterações no sistemas de transportes foram promovidas pelo poder público, com destaque para a primazia do sistema de ônibus frente aos bondes, o que possibilitou o aumento da capilaridade da mancha urbana. Desse modo, verificou-se, em um período de elevado crescimento demográfico, associado ao êxodo rural e à intensificação da industrialização, a expansão da mancha urbana, com um incremento populacional significativo nos municípios adjacentes à Belo Horizonte. Essa expansão da mancha urbana se deu, principalmente, ao longo dos eixos viários, em parcelamentos dispersos situados em novas frentes de expansão periféricas (IPEA, 2018; TONUCCI FILHO, 2012).

Já na década de 1970, com a implementação da política conhecida como nova industrialização mineira, uma nova onda de urbanização foi estimulada, sendo esta caracterizada pela ampliação do setor de serviços e da atividade industrial e pela expansão da cadeia produtiva do complexo minero-metal-mecânico, em especial nos municípios do vetor oeste, nos quais foi consolidada a produção industrial automotiva. Paralelamente, há um agravamento das questões metropolitanas, que passam a ser abordadas pelo poder público em diversas escalas, e a intensificação do processo de verticalização na região central de Belo Horizonte, aumentando a importância do mesmo frente a outras centralidades tradicionais da cidade (CALDAS; MENDONÇA; CARMO, 2008; IPEA, 2018; LEMOS, 2003; TONUCCI FILHO, 2012).

Nas décadas de 1970 e 1980, observou-se a diminuição das taxas de crescimento populacional, fenômeno associado ao crescimento dos valores do solo urbano e, principalmente, a queda brusca nas taxas de fecundidade (PAULA; MONTE-MÓR, 2004), como pode ser observado no Anexo C. Há também, a partir da crise econômica que se inicia no final da década 1970, uma modificação na estrutura produtiva da RMBH, associada ao aumento do subemprego e da precarização das condições de habitação, em especial nas áreas periféricas. Outro marco significativo no processo de ocupação da RMBH foi o movimento – com um perfil característico de autossegregação – dos grupos de alta renda em direção a bairros e condomínios no vetor sul, ocorrido na década de 1980. É também nesse período que se consolida a estrutura metropolitana caracterizada pela concentração de atividades no centro metropolitano e no vetor oeste, consolidando as chamadas cidades-dormitório (TONUCCI FILHO, 2012).

Mais recentemente, segundo o consta no relatório elaborado em 2011 para o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) (MINAS GERAIS, 2011a, p. 186), as características que se sobressaem em cada vetor de desenvolvimento, haja vista a relação com o processo de ocupação metropolitano, são:

No vetor norte, verifica-se ocupação ainda bastante horizontal em parcelamentos com carência de infraestrutura e, nos municípios mais próximos a Belo Horizonte, tendência a alguma verticalização nas áreas bem servidas de infraestrutura e mais próximas da Cidade Administrativa, cuja implantação tem resultado em grande valorização do entorno; e intensificação também dos parcelamentos residenciais fechados voltados para população de alta renda, especialmente nos municípios com este histórico de ocupação, como é o caso de Lagoa Santa. Nos municípios mais distantes, ainda predominam tipos de ocupação mais característicos de cidades sem grande comprometimento com o processo de metropolização, embora, já há algum tempo, venham se implantando, principalmente na direção da Serra do Cipó, os sítios de lazer e parcelamentos fechados de alta renda. Observa-se também o adensamento dos assentamentos precários para a população de baixa renda, especialmente nas áreas de melhor acesso viário, como ao longo da BR-424 da MG-10.

A noroeste, os municípios de Esmeraldas e Ribeirão das Neves são os mais comprometidos com a implantação de parcelamentos precários voltados para a população de baixa renda, sendo que Esmeraldas, nos últimos dez anos, foi o município com maior volume de pedidos de anuência para novos parcelamentos;

No eixo oeste, os municípios de Contagem e Betim se sobressaem pela intensificação da produção de pequenos conjuntos de prédios residenciais, inseridos em áreas já urbanizadas ou de urbanização recente, voltados para as populações de renda média, e também a produção de unidades para populações de menor renda em áreas desocupadas e próximas a Belo Horizonte, incentivada, sobretudo, pelo Programa Federal Minha Casa Minha Vida. Nos demais municípios deste eixo, chama a atenção o grande estoque de lotes sem infraestrutura ou com infraestrutura muito precária (com exceção de Itaguara). Outra característica observada nesses municípios é a ocorrência de chácaras e sítios de lazer mais voltados para camadas de renda média da própria região;

No eixo leste, Sabará apresenta área conurbada com Belo Horizonte, com urbanização precária e tendência à pequena verticalização, abrigando grande parcela da população

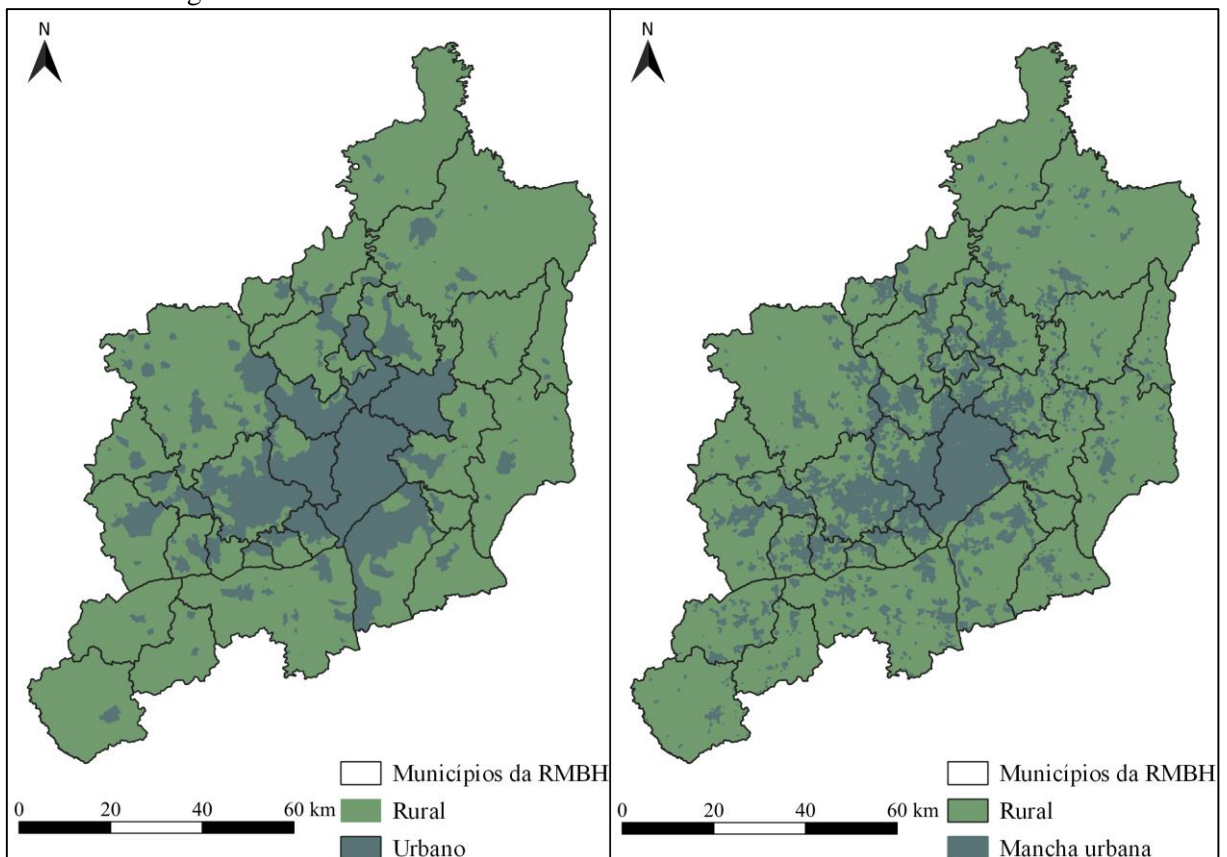
de baixa renda com vínculos com a capital; nos demais municípios, como naqueles mais distantes do aglomerado urbano, o comprometimento com o processo de metropolização se dá pela implantação de chácaras e sítios de lazer voltados para a população de renda média;

No eixo sul, Nova Lima se sobressai por abrigar o transbordamento da ocupação vertical de grande densidade da zona sul de Belo Horizonte na região do Vale do Sereno (Seis Pistas), e os parcelamentos fechados que se expandem em várias frentes de ocupação do município, assim como em parte de Brumadinho e, em menor escala, nos demais municípios;

Em Belo Horizonte, a recente dinamização do setor da construção civil intensificou o processo de verticalização que já vinha ocorrendo em áreas mais dinâmicas, como a região centro-sul, e também em bairros mais distantes das demais regiões. Assiste-se também a ocupação de áreas ainda vazias nos limites de Belo Horizonte, incentivada, sobretudo, pelo Programa Minha Casa Minha Vida e por conjuntos habitacionais de prédios de iniciativa de incorporadoras.

A configuração da mancha urbana resultante deste processo de ocupação é retratada nos mapas que compõem a Figura 5.3. No mapa à esquerda estão representados os setores censitários classificados como urbanos e rurais segundo o Censo de 2010, enquanto no mapa à direita é apresentada a classificação das áreas urbanas e rurais – identificadas a partir de imagens de satélite de 2010 – segundo consta no relatório do Macrozoneamento.

Figura 5.3: Setores censitários urbanos e rurais e mancha urbana da RMBH.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2010) e RMBH (2014).

Em ambos os mapas da Figura 5.3 é possível perceber uma grande concentração da mancha urbana na região central da RMBH, com conurbação significativa somente nas regiões limítrofes de Belo Horizonte, principalmente nos vetores oeste, noroeste e norte. No primeiro mapa, entretanto, verifica-se maior grau de conurbação, em especial ao norte do município de Nova Lima, possivelmente em decorrência da metodologia utilizada para a classificação da ocupação e do tamanho dos setores censitários, que possivelmente extrapolam as áreas que de fato se caracterizam por uma ocupação urbanizada. Assim sendo, pode-se afirmar que a mancha urbana da RMBH se caracteriza por seu perfil descontínuo e com grande quantidade de áreas isoladas, em especial nos municípios mais periféricos.

Ao se analisar as características do processo de ocupação nos diferentes vetores da RMBH, afigura-se evidente que sua dinâmica territorial é conformada por processos econômicos com características particulares, que dependem, dentre outros fatores, dos recursos naturais presentes, do perfil socioeconômico e demográfico já estabelecido e das características geofísicas e da infraestrutura de transportes (MINAS GERAIS, 2011a). Nesse sentido, observa-se a pertinência da discussão apresentada no capítulo 2 para a compreensão da dinâmica territorial da RMBH – discussão essa que será retomada no capítulo 6, na análise dos resultados.

5.2 Sistema de transportes

Nesta seção será apresentada a caracterização do sistema de transportes da RMBH, com foco na descrição da infraestrutura e nos serviços de transportes disponíveis, bem como na descrição dos padrões de deslocamentos observados na última pesquisa origem-destino, realizada 2012. É importante ressaltar que, embora o sistema de transportes da RMBH tenha passado por transformações significativas desde a realização da última pesquisa origem-destino – como criação de um sistema de BRT –, a avaliação desta constitui um instrumento de grande valia para a caracterização das relações de interdependência entre os municípios e para análise dos padrões de deslocamentos.

Por fim, destaca-se que esta seção não tem o objetivo de detalhar os pormenores do sistema de transportes, mas sim contextualizar o mesmo no que tange a problematização do fenômeno estudado. Assim sendo, ainda que os deslocamentos por transporte público não sejam considerados na caracterização da acessibilidade e a análise do padrão de deslocamentos realizados não faça parte do escopo deste estudo, entende-se que é importante que esses

aspectos sejam discutidos para a compreensão crítica e contextualizada da temática da acessibilidade na RMBH.

5.2.1 Infraestrutura e serviços de transportes

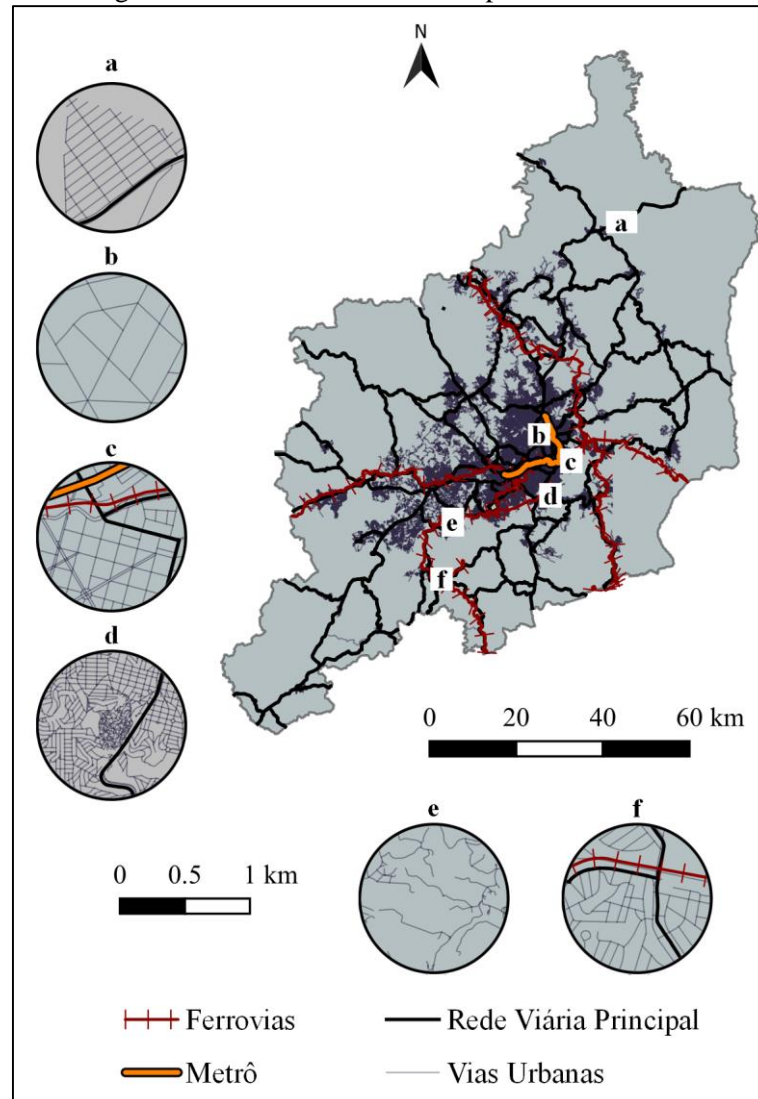
O sistema de transportes da RMBH sofreu drásticas modificações desde a fundação de Belo Horizonte. Se em um primeiro momento havia primazia dos bondes e trens metropolitanos – sendo esses gradualmente substituídos pelos serviços de ônibus e de metrô –, hoje o sistema de transportes se caracteriza por seu caráter rodoviarista (VELOSO, 2015). Ainda assim, a RMBH permanece sendo um importante entroncamento ferroviário nacional, com uma extensa malha que atravessa vinte de seus municípios, situados em todos os vetores, e converge para a região central Belo Horizonte. Esse fato, entretanto, tem pouco impacto na mobilidade urbana de passageiros, uma vez as concessionárias privadas que fazem uso dessa malha operam predominantemente com transporte de carga, estando uma parte significativa da malha ferroviária desativada ou em situação precária (MINAS GERAIS, 2011a).

Atualmente, a RMBH conta com um sistema de metrô, operado pela CBTU (Companhia Brasileira de Trens Urbanos), cuja abrangência é limitada a municípios limítrofes à Belo Horizonte, conectando a região central desta aos vetores norte e oeste. O sistema de ônibus é polarizado por Belo Horizonte e possui gestão fragmentada, contando com serviços municipais e metropolitano (IPEA, 2015). Além do sistema de ônibus, BRT e metrô, a RMBH conta também com taxis municipais – com alguns taxi-lotação operando em rotas fixas – e, mais recentemente, com serviços de transporte por aplicativo (SILVA JUNIOR *et al.*, 2018). Ademais, a RMBH conta com uma malha cicloviária altamente concentrada na região central de Belo Horizonte, ainda que esse modo de transporte seja menos utilizado na capital do que nos demais municípios (BELO HORIZONTE, 2014). A infraestrutura de transporte viário, ferroviário e metroviário na RMBH é representada na Figura 5.4.

Analisando-se a Figura 5.4, é possível perceber as diferenças na estruturação do sistema viário e na oferta de serviços de transporte público no território da RMBH, que refletem a interdependência entre o sistema de transportes e o padrão espacial de ocupação. Se na área correspondente a letra *c* é possível observar a malha ortogonal planejada por Aarão Reis – com seus quarteirões espaçados e permanência de oferta de transporte ferroviário –, na área correspondente a letra *d* é evidente a irregularidade e alta densidade da malha viária que se desenvolve ao longo de uma via arterial. Também é possível observar traçados viários com

menor densidade nas áreas correspondentes as letras *e* e *b*, o que pode denotar uma ocupação menos consolidada, o uso rural ou a presença de grandes equipamentos. Alternativamente, a área correspondente a letra *f*, ainda que afastada da região central, possui uma malha viária densa e conta com oferta de transporte ferroviário, o que pode estar relacionado à uma ocupação urbana mais consolidada.

Figura 5.4: Infraestrutura de transportes da RMBH.



Fonte: Elaboração própria.

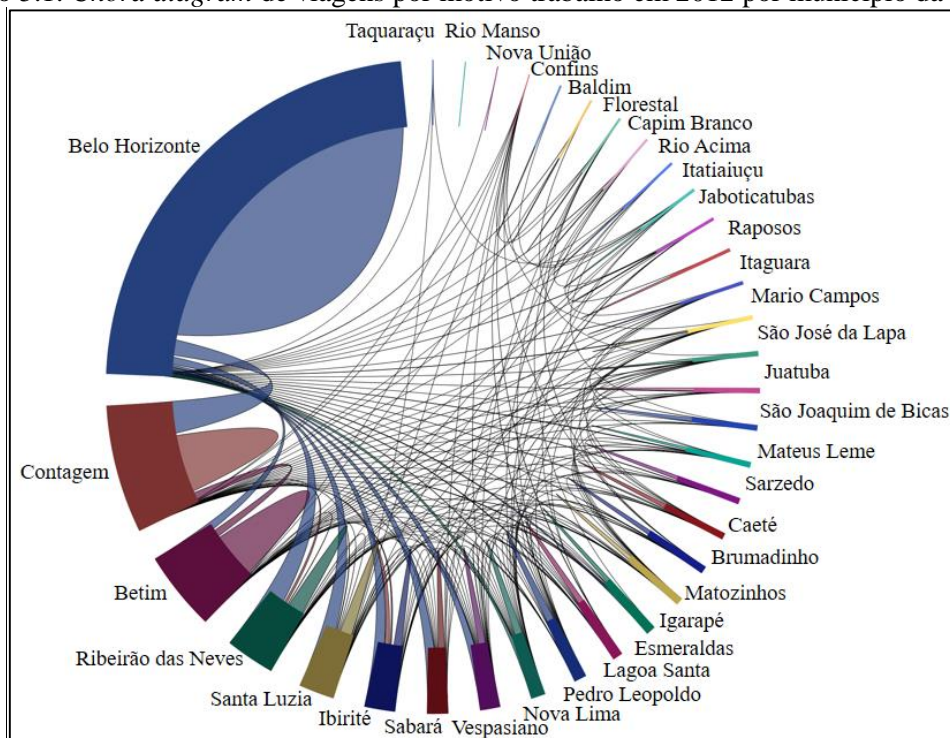
Posto isso, ressalta-se que a variabilidade das características dos sistemas de transporte na área de estudo evidencia a pertinência da análise de acessibilidade – diante da possibilidade de utilização de indicadores mais simples, como a densidade de postos de trabalhos, por exemplo – para caracterização da desigualdade de acesso a oportunidades e da estrutura produtiva da metrópole.

5.2.2 Caracterização dos deslocamentos

O objetivo desta seção consiste em situar a problematização feita neste estudo no que se refere a acessibilidade a oportunidades de trabalho, desigualdades socioespaciais e estrutura produtiva, a partir da análise do padrão de deslocamentos observados. Para tanto, é apresentada uma breve caracterização do padrão de deslocamentos observados na RMBH por meio de indicadores de mobilidade derivados dos resultados da Pesquisa Origem-Destino de 2012 (MINAS GERAIS, 2013).

Ainda que exista uma vasta discussão sob a questão do desenvolvimento de novas centralidades – ou subcentros – na RMBH, que conformariam mudanças nos padrões de distribuição espacial do trabalho (MINAS GERAIS, 2011b), no que se refere aos deslocamentos intermunicipais por motivo trabalho, é notória a prevalência de deslocamentos desse tipo com destino a Belo Horizonte. Essa situação pode ser observada no Gráfico 5.1, que representa o padrão dos deslocamentos metropolitanos por motivo de trabalho agregados por municípios. A largura dos *links* do Gráfico 5.1 é proporcional ao número de pessoas que se deslocam entre dois municípios, sendo as cores dos *links* um indicativo do município que atrai mais deslocamentos, evidenciando, portanto, padrões de interação espacial e, possivelmente, de dependência (SARKAR; WU; LEVINSON, 2018).

Gráfico 5.1: *Chord diagram* de viagens por motivo trabalho em 2012 por município da RMBH.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Pesquisa Origem-Destino (2012).

O Gráfico 5.1 permite identificar a interrelação entre municípios no que tange a relação entre locais de moradia e trabalho. Corroborando a discussão realizada na seção anterior, é perceptível, a partir da análise do Gráfico 5.1, a grande importância relativa de Belo Horizonte e dos municípios do vetor oeste no que tange a localização de postos de trabalho. Também se destaca a magnitude da polarização exercida por Belo Horizonte em relação a toda a RMBH, mesmo quando comparada a de outros municípios com atividade econômica significativa, como Contagem e Betim.

Retomando a discussão realizada no capítulo 3 sobre os preceitos do planejamento orientado à acessibilidade, também se mostra pertinente analisar a segmentação dos deslocamentos realizados quanto ao modo de transporte utilizado, considerando-se que, idealmente, todos os indivíduos deveriam ter acesso às oportunidades desejadas, experimentando níveis satisfatórios de mobilidade, considerando as diferenças existentes entre os grupos. Assim sendo, na Tabela 5.1 é apresentada a matriz modal da RMBH para os anos de 2002 e 2012, considerando os modos de transporte agregados em coletivo, individual e não-motorizado – ou ativo.

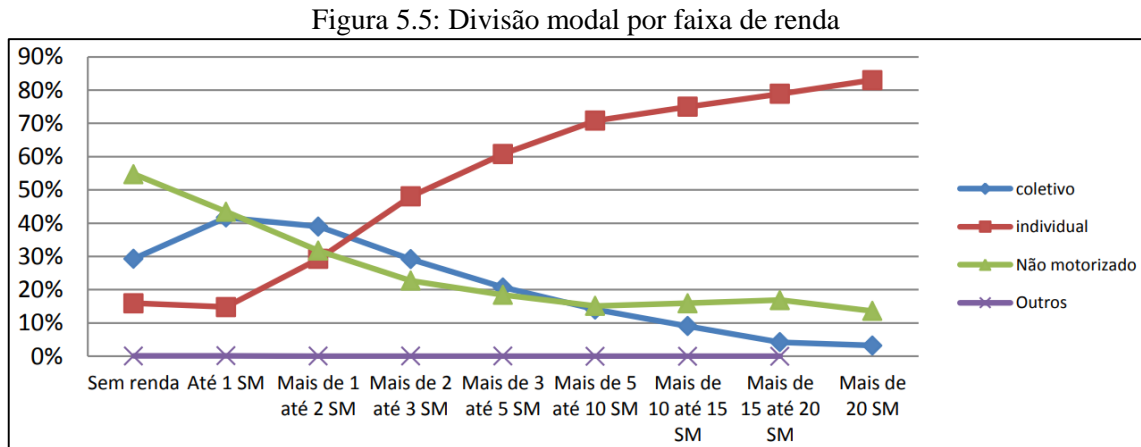
Tabela 5.1: Matriz modal da RMBH em 2002 e 2012.

Modo de Transporte	Participação em 2002	Participação em 2012	Varição
Coletivo	44,20%	31,40%	↓12,8%
Individual	18,20%	30,70%	↑12,5%
Não motorizado	37,40%	37,80%	↑0,4%

Fonte: Adaptado de Minas Gerais (2013).

A partir da análise dessa tabela é perceptível a tendência de aumento do transporte motorizado em relação ao coletivo, o que pode estar associado à uma série de externalidades negativas para o ambiente urbano, impactando de maneira negativa tanto os habitantes das cidades quanto as atividades econômicas que nelas se desenvolvem. Cabe destacar que na Pesquisa Origem-Destino de 2012 os deslocamentos por bicicleta – modo não considerado na análise proposta neste estudo – corresponderam a apenas 0,40% do total (IPEA, 2015). Esse padrão pode estar relacionado à duração média de viagens realizadas, detalhada no Anexo D, que evidencia durações significativamente maiores para deslocamentos realizados pelos modos coletivos em relação aos modos individuais motorizados – fato esse que, por sua vez, pode estar associado às diferenças nas distâncias percorridas nos deslocamentos realizados por cada modo. Ademais, é evidente ao se considerar os gráficos do Anexo D que para os deslocamentos não-motorizados o tempo despendido é usualmente menor do que para os outros modos.

Tendo em vista os resultados da Pesquisa Origem-Destino de 2012, para a RMBH, pode-se concluir também que o modo utilizado por um indivíduo em seus deslocamentos guarda relação direta com o estrato econômico a que este pertence. Essa relação pode ser observada no gráfico apresentado na Figura 5.5, no qual é detalhada a frequência com que cada modo de transporte é utilizado a depender da renda dos indivíduos.



Fonte: Minas Gerais (2013).

A Figura 5.5 evidencia que a utilização de modos individuais motorizados é maior para grupos com rendimentos médios mais elevados. Posto isso, pode-se concluir que o fato de estratos econômicos de renda média e alta estarem mais presentes nas proximidades da área central de Belo Horizonte – com grande oferta de oportunidades –, em comparação com grupos de baixa renda, conforme explicitado na seção anterior, não significa necessariamente que estes fazem mais uso do transporte não-motorizado. Essa situação contribui para o comprometimento da circulação viária nos principais corredores da cidade, situação agravada pela grande concentração de atividades na área central e conseqüente grande número de deslocamentos com destino a essa região (CARDOSO, 2007). Ademais, dado que o tempo de deslocamento para os transportes coletivos, majoritariamente utilizados pelos grupos de menor renda, é consideravelmente maior, verifica-se um contexto de padrões de mobilidade desiguais e inequânimes.

5.3 Considerações finais sobre o capítulo

Embora Belo Horizonte tenha sido concebida com o propósito de ser o centro político e administrativo de Minas Gerais, abrigando uma população de no máximo 200 mil habitantes – valor ultrapassado já em 1940 –, o seu crescimento extrapolou em grande medida aquele planejado (PAULA; MONTE-MÓR, 2004). Esse crescimento se deu de modo extremamente

desigual – tanto no que se refere à localização dos diferentes grupos sociais, quanto às disparidades na localização de atividades econômicas e serviços nos municípios –, dando origem a uma estrutura urbana altamente concentradora e, ao mesmo tempo, fragmentada. Esta estrutura pode ser caracterizada pelas condições limitadas de acesso a oportunidades de parte significativa de seus habitantes, aspecto essencial ao bem-estar urbano.

Esses problemas são agravados pela manutenção da precariedade nos serviços de transporte público, bem como pela ausência ou ineficácia de políticas para o desenvolvimento metropolitano que fomentem um desenvolvimento que potencialize as diferentes vocações regionais, de forma a mitigar esse padrão de ocupação altamente desigual e concentrador (MINAS GERAIS, 2011a). Diante dessa situação, a opção pela RMBH enquanto área de estudo se justifica pela ausência pesquisas de cunho quantitativo que analisem a questão complexa da acessibilidade, que integra aspectos referentes a localização das atividades econômicas, a estrutura sociodemográfica e o transporte – aspectos esses que se caracterizam por sua interdependência, como já pontuado. Destaca-se também a opção por considerar a RMBH – e não só Belo Horizonte – como área de estudo, o que advém do reconhecimento da significativa interação existente entre os municípios que compõem a região metropolitana, que não está condicionada aos limites municipais.

Por fim, é importante ressaltar que aspectos não considerados nesse capítulo foram e são determinantes para a conformação da acessibilidade ao trabalho na RMBH, como questões relativas ao sítio no qual esta se insere ou questões de cunho político, por exemplo. Esses aspectos, entretanto, fogem ao escopo específico da análise proposta e, embora reconheça-se sua importância, neste capítulo buscou-se abordar em maior profundidade somente os aspectos que dialogam diretamente com a abordagem metodológica proposta e com o arcabouço teórico-conceitual apresentado na revisão da literatura.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados advindos da aplicação da abordagem metodológica proposta no capítulo 4, tendo em consideração os aspectos teórico-conceituais abordados na revisão da literatura apresentada nos capítulos 2 e 3, assim como os elementos para o estudo de caso que constam no capítulo 5.

6.1 Representação do fenômeno

Nesta seção serão apresentados os resultados da aplicação da etapa de representação do fenômeno, conforme a abordagem metodológica proposta. A especificação dos indicadores utilizados nas análises foi detalhada anteriormente, no capítulo 4, não sendo, portanto, discutida neste capítulo.

6.1.1 Coleta e modelagem dos dados

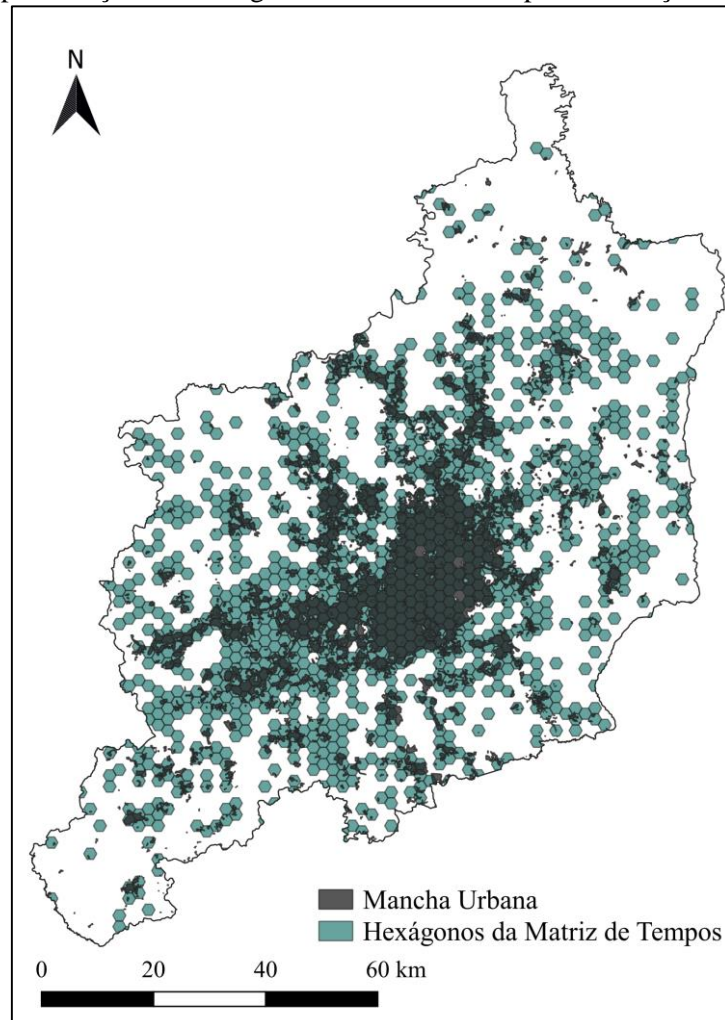
Nesta subseção será apresentada a modelagem dos dados utilizados na composição das variáveis do indicador de acessibilidade e na definição dos estratos socioeconômicos, conforme especificado no capítulo 4. Para a manipulação das bases de dados foram utilizados os softwares R e Excel, sendo os softwares QGis, ArcGIS e GeoDA utilizados na espacialização e visualização dos dados. Adicionalmente, serão apresentadas as estatísticas descritivas e mapas representativos de cada variável, de forma a contextualizar o fenômeno estudado. Para melhor visualização do padrão espacial das variáveis, em todos os mapas as classes de dados numéricos foram segmentados por meio da técnica de quebras naturais.

6.1.1.1 Tempos de Deslocamento

Por meio da aplicação do script detalhado no Apêndice A, foram obtidas matrizes com tempos de deslocamentos entre os centroides de todos os hexágonos para cada modo de transporte considerado, sendo determinados 1.551.338 pares origem-destino para deslocamentos por automóvel e 1.706.950 para deslocamentos a pé, valores significativamente inferior ao número total de pares possível, que seria de 8.667.136. No entanto, esse é um resultado esperado, haja vista o padrão de ocupação espacial disperso e fragmentado da RMBH, com vastas áreas rurais que não possuem acessibilidade aos modos de transporte considerados, conforme discutido no capítulo 5. A sobreposição dos hexágonos para os quais foram encontradas rotas possíveis e da

mancha urbana existente – especificada no Macrozoneamento da RMBH – é detalhada na Figura 6.1, corroborando a afirmação anterior.

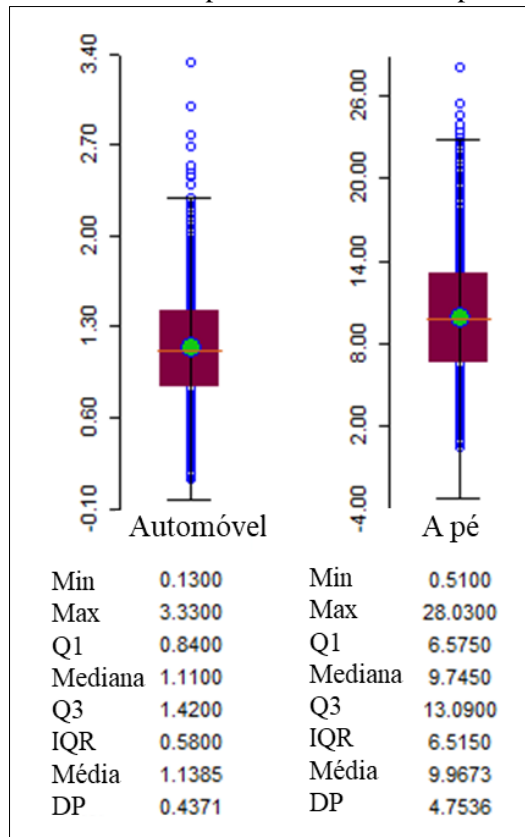
Figura 6.1: Representação dos hexágonos da matriz de tempos em relação à mancha urbana.



Fonte: Elaboração própria.

As estatísticas descritivas relativas ao tempo de deslocamento por modo de transporte associados às unidades espaciais consideradas – para as quais foram encontrados valores diferentes de zero – são apresentadas na Figura 6.2. Assim como as demais figuras em que constam a estatística descritiva das variáveis e indicadores apresentadas neste capítulo, o *BoxPlot* da Figura 6.2 foi gerado por meio do software GeoDA. Na Figura 6.2 constam, para cada variável considerada, os valores mínimos (min.), máximos (máx.), o primeiro quartil (Q1), a mediana, o terceiro quartil (Q3), a amplitude interquartil (IQR), a média e o desvio padrão (s.d.), além da representação do *BoxPlot*.

Figura 6.2: Estatística descritiva dos tempos de deslocamento pelos modos a pé e automóvel.



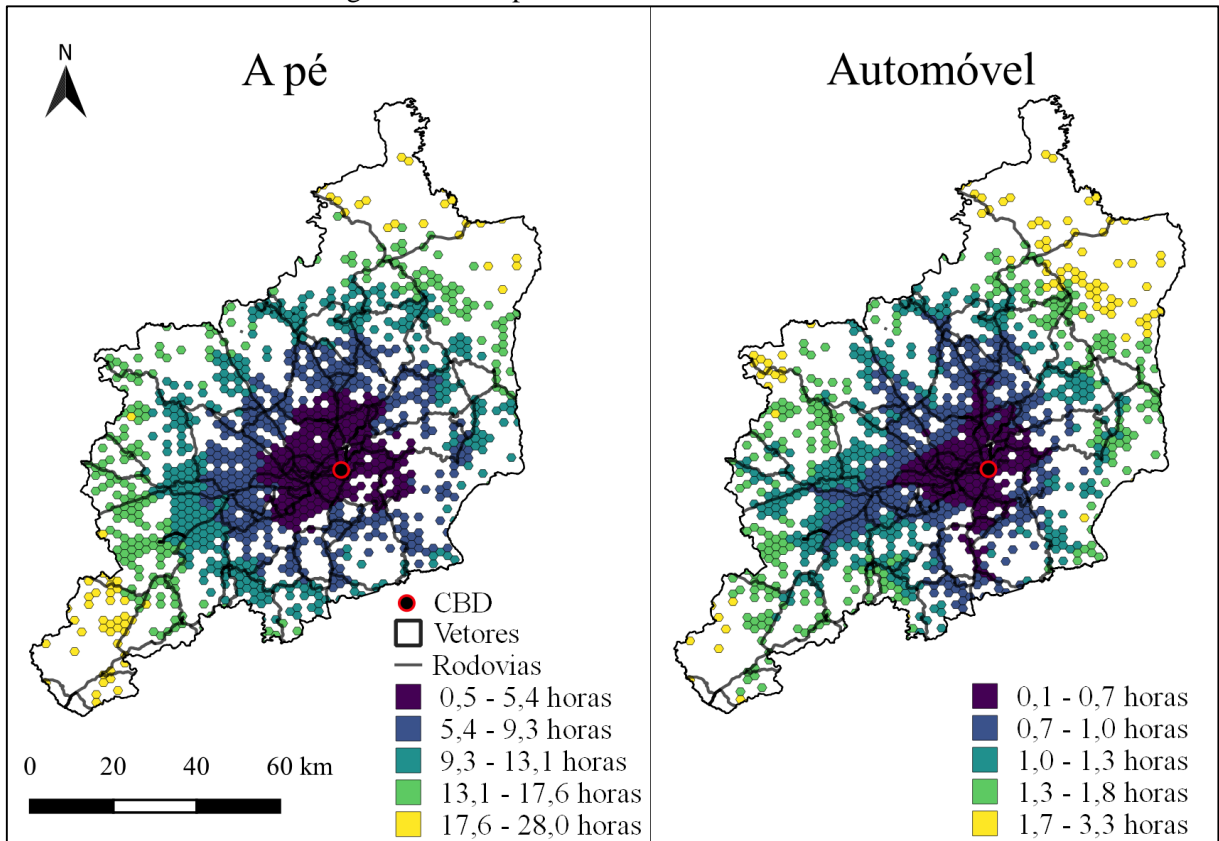
Fonte: Elaboração própria.

Como esperado, é possível observar, na Figura 6.2, diferenças significativas na distribuição dos tempos de deslocamento entre os modos. Os deslocamentos pelo modo a pé são os que apresentam o maior valor máximo – cerca de 8,5 vezes – e o mesmo ocorre para os valores de mínimo, primeiro e terceiro quadrante e média. O menor valor de IQR é verificado pelo modo automóvel, denotando um menor grau de dispersão, o que é esperado tendo em vista a menor variabilidade à medida em que se consideram maiores distâncias a serem percorridas.

Com o objetivo de se avaliar a razoabilidade dos tempos de deslocamento, foram plotados mapas em que representam os tempos de deslocamento entre hexágonos de todos os centroides da área de estudo para os quais foram encontradas rotas possíveis até o CBD da RMBH, assumido como sendo o hexágono que corresponde à área na qual está inscrita o hipercentro de Belo Horizonte. Esses mapas podem ser observados na Figura 6.3 e evidenciam as diferenças significativas entre os tempos de deslocamento para cada modo de transporte, bem como a diferença na conformação espacial desses tempos. Cabe destacar que, para o modo automóvel, verifica-se uma concentração maior de menores tempos de deslocamento nas vias de tráfego

mais rápido, diferenciação que não ocorre para o modo a pé, para o qual a velocidade de deslocamento é o mesmo em todos os trechos viários.

Figura 6.3: Tempos de deslocamento até o CBD.



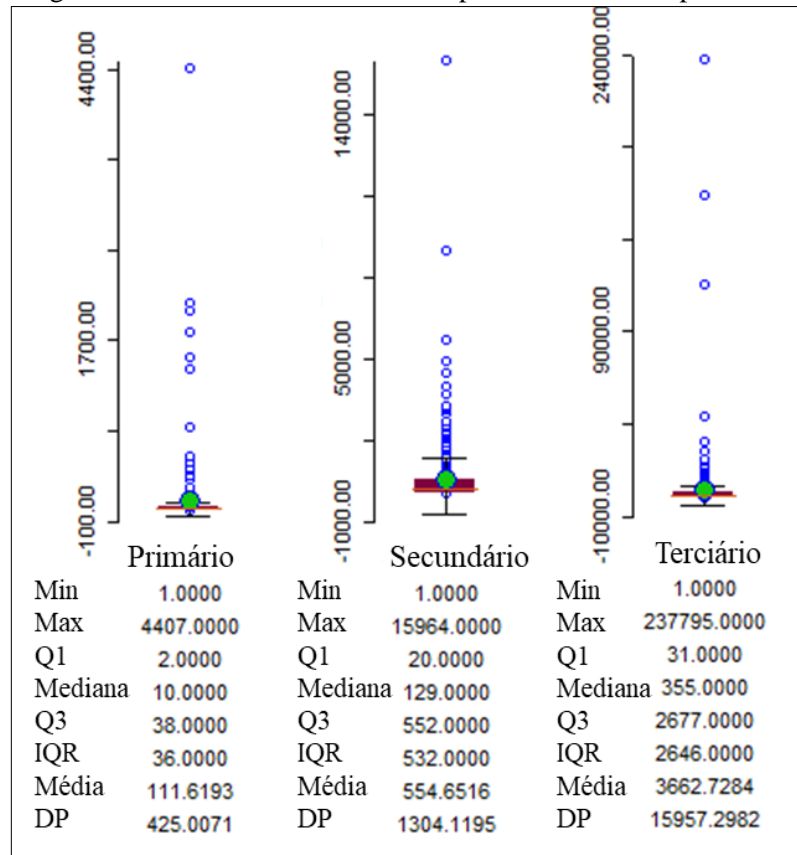
Fonte: Elaboração própria.

Por fim, como forma de verificação adicional da razoabilidade dos tempos de deslocamento encontrados, foram buscados de maneira aleatória tempos de deslocamento para diferentes pares origem-destino por meio do site Google Maps em virtude de sua alta confiabilidade (XIA *et al.*, 2018), sendo os resultados obtidos pelo roteamento feito no OTP assumidos como satisfatórios.

6.1.1.2 Trabalho

De um total de 1.720.880 de vínculos que compõem a base da RAIS de 2017 para os municípios da RMBH, foram geolocalizados um total de 1.702.096, distribuídos entre 238.515 empresas, o que representa cerca de 99% do total de vínculos. As estatísticas descritivas relativas ao número de postos de trabalho por setor associados às unidades espaciais consideradas – para as quais foram encontrados valores diferentes de zero – e a representação do respectivo *BoxPlot* são apresentadas na Figura 6.4.

Figura 6.4: Estatística descritiva dos postos de trabalho por setor.



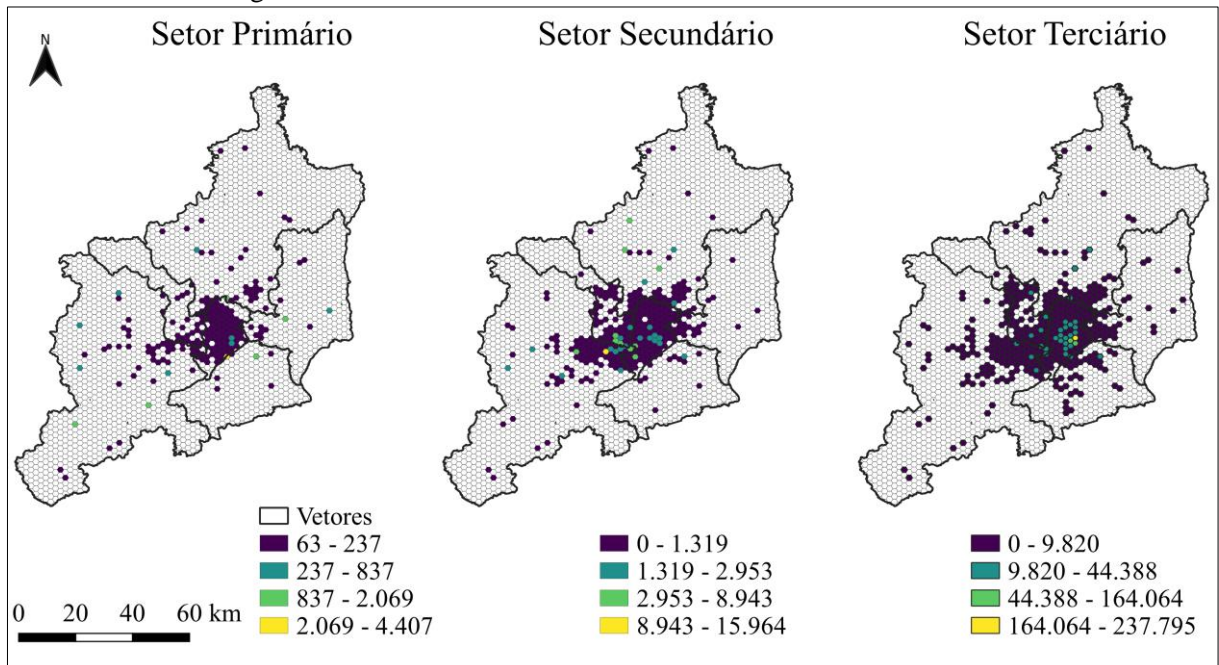
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS (2017).

Como esperado, é possível observar na Figura 6.4 diferenças significativas na distribuição de postos de trabalho entre os setores econômicos. O setor terciário é o que apresenta o maior número de postos de trabalho para um hexágono, a maior mediana e o maior IQR, denotando o maior grau de dispersão entre os setores considerados, o que é esperado tendo em vista a maior variabilidade dos dados ao se agregarem subsetores com padrões de distribuição distintos. Destaca-se também o baixo valor do IQR encontrado para o setor primário, o que era esperado uma vez que as atividades desse setor tendem a se concentrar nas proximidades de áreas em que existem insumos para a produção ou que possuem fatores de produção específicos – conforme discutido no capítulo 2 –, diferentemente dos setores de serviços, por exemplo.

Na Figura 6.5 é apresentada a distribuição espacial do número de postos de trabalhos em cada setor por unidade espacial. É possível constatar, em consonância com o que foi discutido do capítulo 5, uma alta concentração espacial de postos de trabalho na região que corresponde a Belo Horizonte, com exceção do setor primário, para o qual são observadas áreas com alta concentração de postos de trabalho – em termos relativos – em regiões periféricas. Também é

evidente a maior concentração de postos de trabalho no vetor oeste, em especial para o setor secundário.

Figura 6.5: Postos de trabalho nos diferentes setores econômicos.



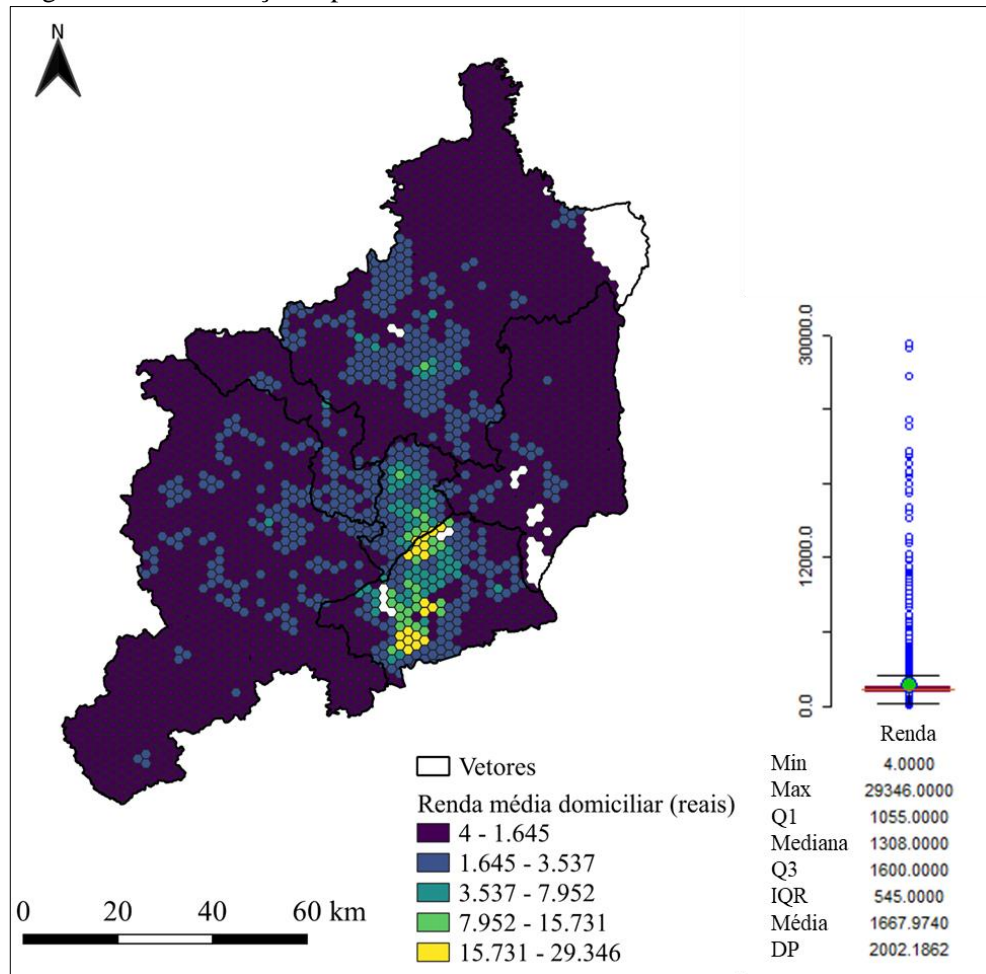
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS (2017).

6.1.1.3 Renda

A partir da modelagem da base de dados de setores censitários do Censo de 2010, detalhada no capítulo 4, foram obtidos os valores de renda domiciliar média a serem utilizados na análise da estrutura urbana. As estatísticas descritivas relativas a renda domiciliar média para as unidades espaciais consideradas – e para as quais foram encontrados valores diferentes de zero – e o mapa em que é representada sua distribuição espacial são apresentados na Figura 6.6.

Ao se analisar o mapa da Figura 6.6 é possível observar uma alta concentração de grupos de alta renda no vetor sul da RMBH, além da presença significativa de grupos de renda média na região de Belo Horizonte e em partes dos vetores noroeste, norte e sul. O padrão espacial verificado corrobora as descrições da ocupação urbana na RMBH apresentada no capítulo 5 no que tange a autosegregação no vetor sul, uma vez que, conforme verificado na Figura 6.5, a maior concentração de postos de trabalho na RMBH se encontra no vetor sul.

Figura 6.6: Distribuição espacial e estatística descritiva da renda média domiciliar.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Censo (2010).

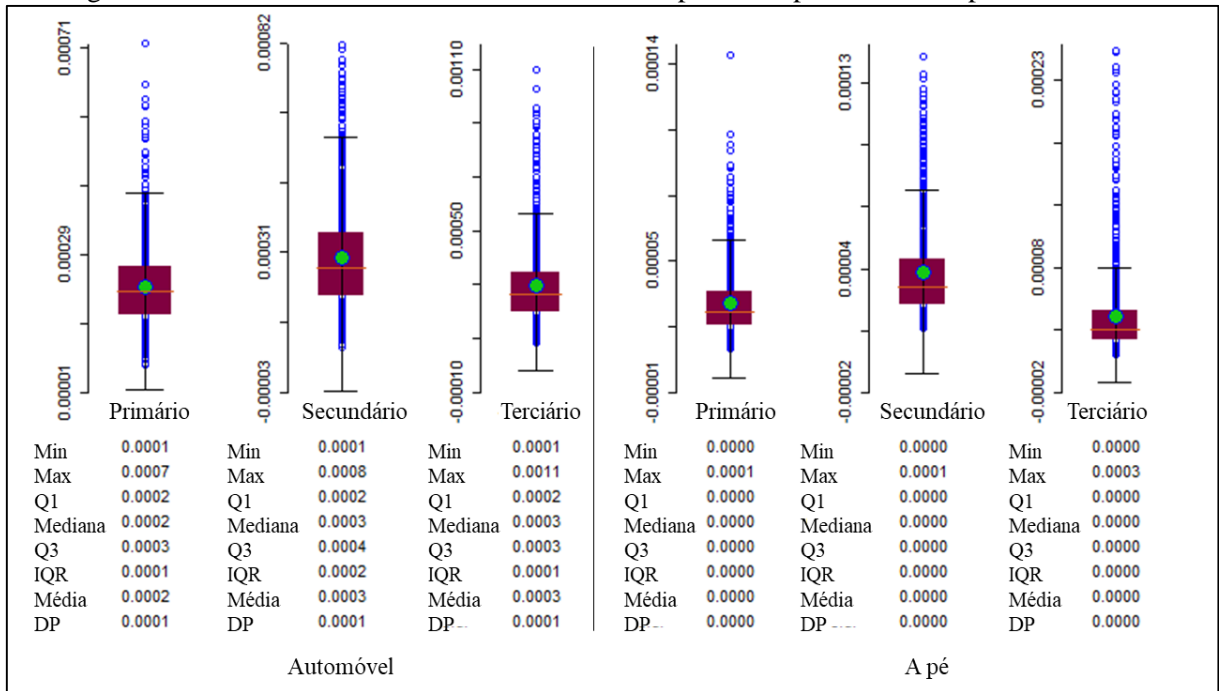
6.2 Caracterização do fenômeno

Neste capítulo será apresentada a caracterização do fenômeno analisado, conforme especificado do capítulo 4. Esta etapa é composta pela descrição do fenômeno e pela análise espacial exploratória, procedimentos cujos resultados serão detalhados nas seções subsequentes.

6.2.1 Descrição do fenômeno

A partir da utilização do indicador de acessibilidade potencial, que depende, simultaneamente, da localização de atividades econômicas e das condições de deslocamento proporcionadas pelo sistema de transportes, nesta seção é apresentada a descrição do fenômeno estudado. Os valores obtidos para os indicadores de acessibilidade potencial para os diferentes modos de transporte e setores econômicos são descritos nesta seção por meio de mapas e da apresentação de medidas de estatística descritiva dos indicadores. As medidas de estatística descritiva da acessibilidade potencial por setor são retratadas na Figura 6.7.

Figura 6.7: Estatísticas descritivas da acessibilidade potencial pelos modos a pé e automóvel.

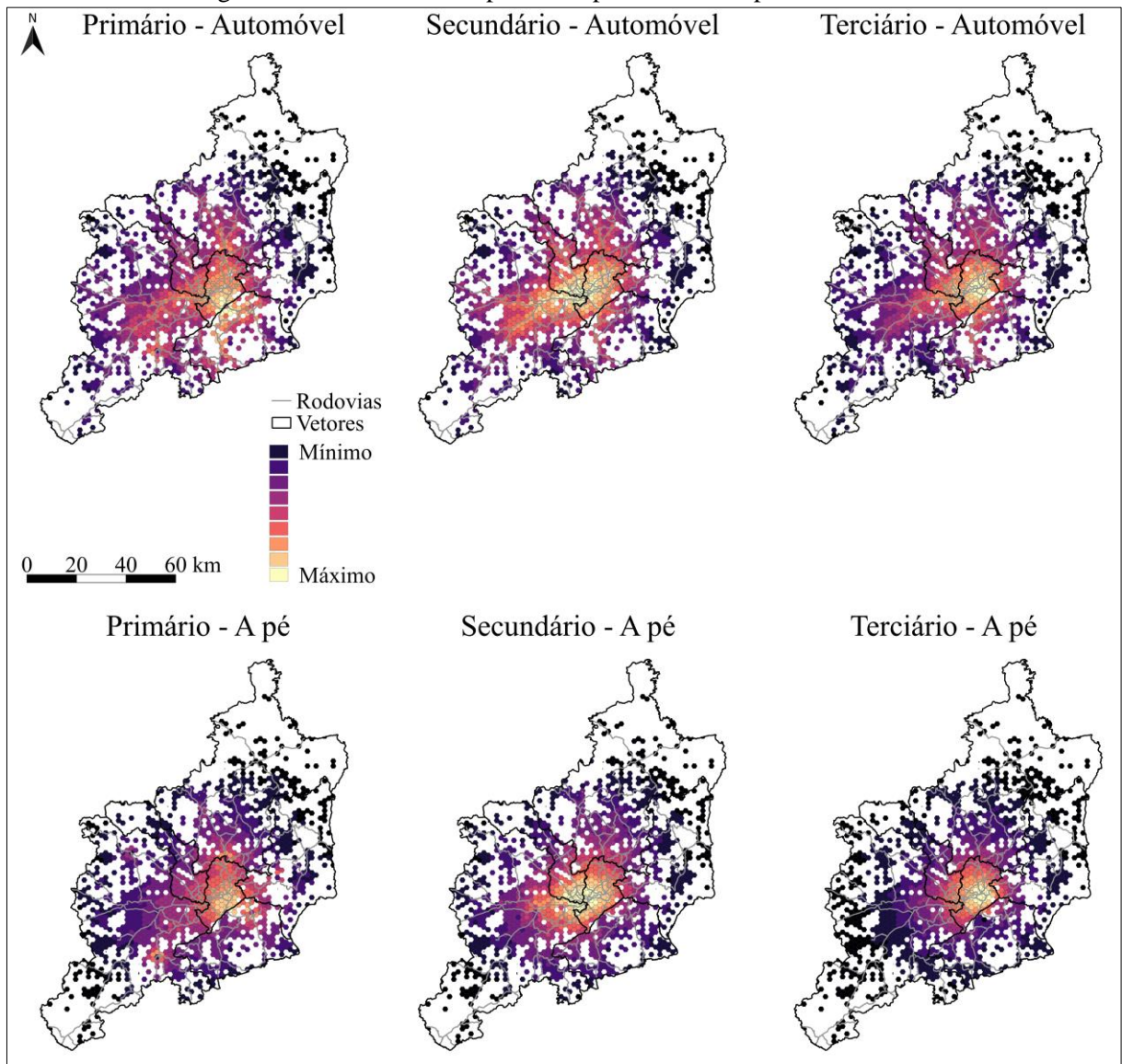


Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS (2017).

Com exceção do setor primário que, para ambos os modos de transporte, apresenta valores para o IQR significativamente menores do que os outros setores, analisando-se as tabelas de estatística descritiva verifica-se pouca variação das medidas, tanto entre os diferentes modos, quanto entre os setores econômicos. Esse é um resultado esperado, vez que a medida de acessibilidade considerada é ponderada pelo número de atividades em cada setor, impossibilitando, portanto, a comparação de indicadores em termos de intensidade do fenômeno.

Por outro lado, a análise dos mapas apresentados na Figura 6.8 é de grande valia para a descrição do fenômeno estudado do ponto de vista qualitativo. Cabe destacar que são apresentados os valores correspondentes à medida de acessibilidade potencial nas legendas destes mapas de acessibilidade potencial. Isso se dá em virtude desses valores não representarem nenhuma grandeza conhecida ou que possa ser facilmente interpretada, de modo que a pertinência da análise desses mapas advém da apresentação dos padrões espaciais da conformação da acessibilidade potencial para cada setor, a depender do modo de transporte.

Figura 6.8: Acessibilidade potencial pelos modos a pé e automóvel.



Fonte: Elaboração própria.

A partir da análise dos mapas apresentados na Figura 6.8, observa-se, para os três setores econômicos considerados, uma alta concentração de valores elevados do indicador de acessibilidade potencial na região central da RMBH para ambos os modos de transporte, correspondente ao município de Belo Horizonte, principalmente para o setor terciário. Esse cenário evidencia a grande importância da capital enquanto centralidade principal da região metropolitana. Para o setor primário, especificamente, verifica-se também áreas significativas com alta acessibilidade potencial nos vetores sul e oeste, enquanto para o setor secundário é possível identificar áreas com alta acessibilidade também no vetor oeste, principalmente ao longo dos eixos viários. Ademais, ao se considerarem as diferenças entre os mapas por modo de transporte, observa-se para o modo automóvel uma maior capilaridade de valores de

acessibilidade potencial ao longo das principais rodovias dos vetores norte, sul e oeste, o que não se observa com a mesma intensidade para o modo a pé.

6.2.2 Análise espacial exploratória

Com o objetivo de investigar quantitativamente os padrões espaciais de distribuição do indicador de acessibilidade potencial, nesta seção são apresentados os resultados da etapa de análise espacial exploratória da abordagem metodológica, que consiste no agrupamento dos indicador de acessibilidade potencial em quartis, na apresentação dos índices de Moran Global e nas análises de *Hot Spot*, para cada modo de transporte e setor considerado.

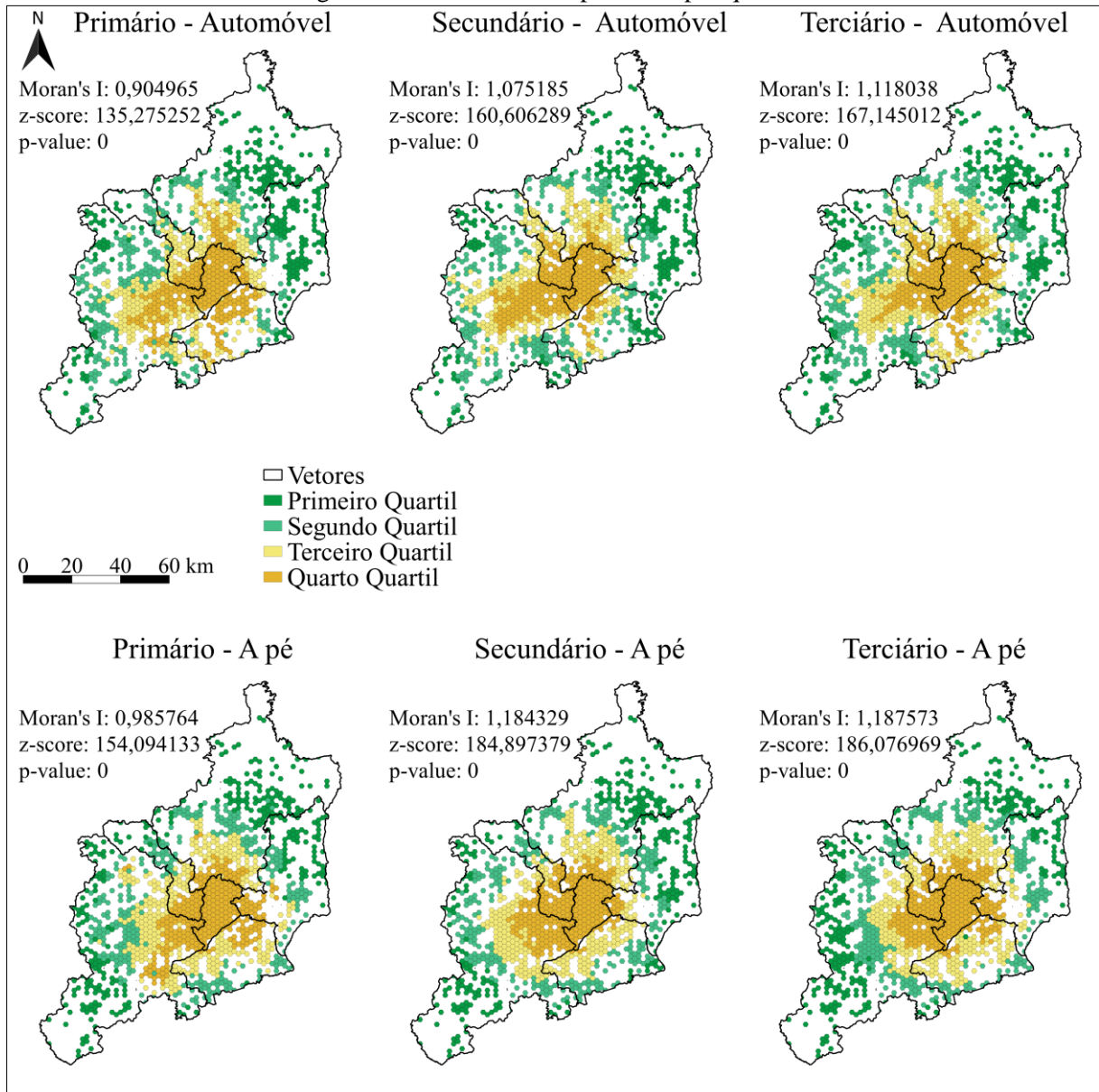
Os valores dos índices de Moran Global, bem como os respectivos p-valores e escores-z, foram adicionados aos mapas de quartis, de modo a facilitar sua visualização. Esses valores foram obtidos por meio de análises feitas no software ArcGIS, cujo exemplo de relatório gerado pode ser observado no Apêndice B. Os mapas de quartis, o índice de Moran Global e os respectivos p-valores e escores-z são apresentados na Figura 6.9.

Ao se analisar os mapas de quartis apresentados na Figura 6.9, é evidente o caráter monocêntrico da distribuição espacial da acessibilidade potencial da RMBH. Essa centralidade é especialmente visível ao se considerar os mapas para o modo a pé, uma vez que as áreas delimitadas pelo primeiro e pelo segundo quartil não se estendem ao longo dos eixos viários principais. A exceção a essa observação são as áreas que se encontram no primeiro quartil dos mapas para o setor primário no vetor oeste, nas proximidades do vetor sul, e que não apresentam continuidade com a mancha ocupada pelo primeiro quartil na área central. Isso possivelmente se deve a existência de um grande número de postos de trabalho no setor minerário nessa região.

A situação relatada acima é corroborada pelos indicadores de Moran Global, para os quais a autocorrelação espacial é positiva se houverem valores semelhantes da variável em análise próximos uns dos outros e negativos se os valores observados forem mais distantes. Os valores próximos de 1 indicam a existência de forte correlação, indicando um padrão não-aleatório. É importante notar que são verificados valores mais baixos dos indicadores de Moran Global para os mapas relativos a acessibilidade potencial ao setor primário, em comparação com os demais setores. Ademais, para todos os mapas o p-valor encontrado foi igual a zero, o que indica que a hipótese de aleatoriedade espacial completa deve ser rejeitada e os *clusters* observados são estatisticamente significativos. Por fim, os valores positivos elevados do escore-z indicam a

existência *clusters* de valores altos, com destaque para os mapas de acessibilidade potencial para os setores secundário e terciário considerando o modo a pé, que possuem o escore-z mais elevados, validando o comentário anterior.

Figura 6.9: Acessibilidade potencial por quartis.

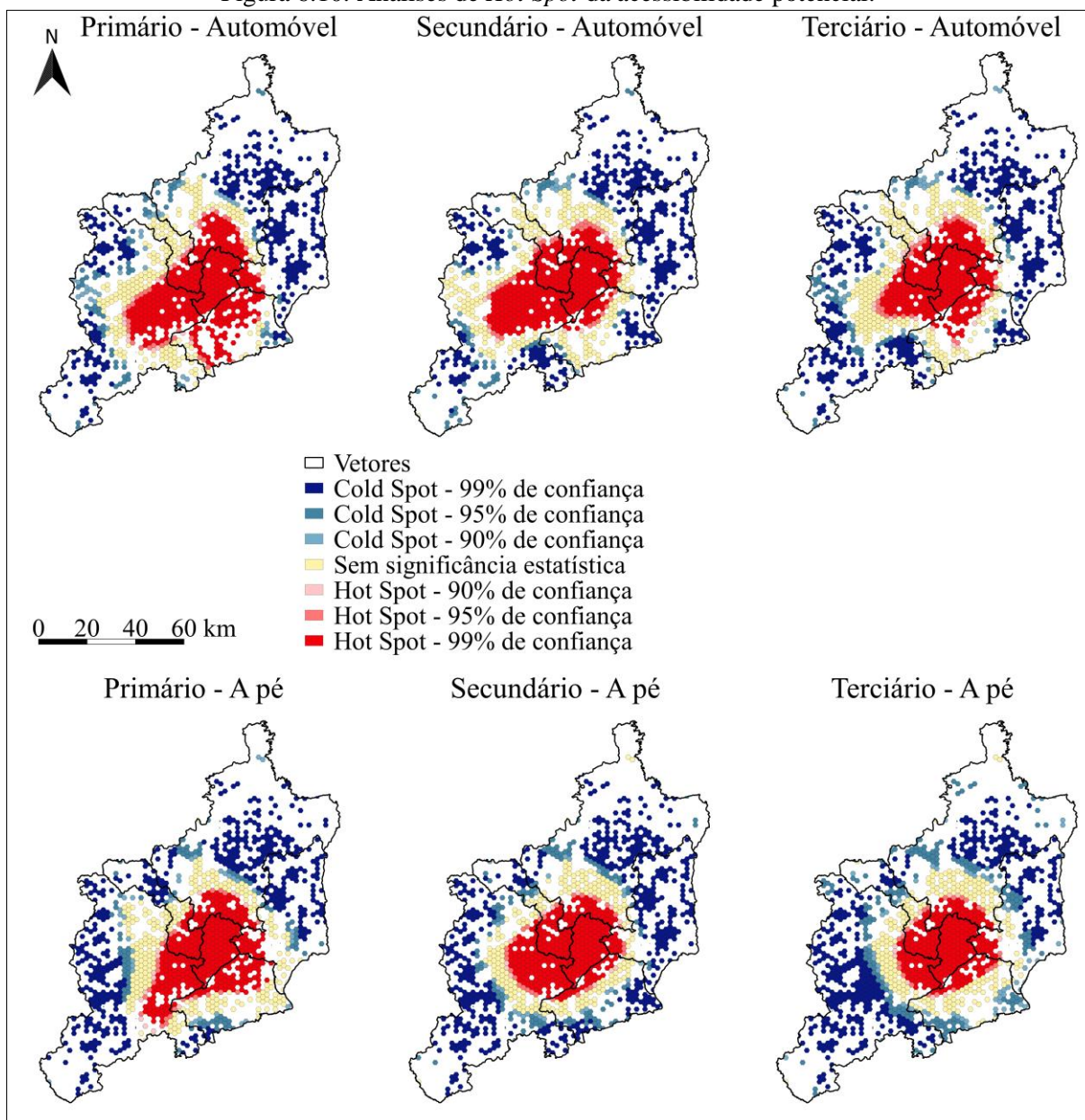


Fonte: Elaboração própria.

A seguir, são apresentados na Figura 6.10 os mapas relativos às análises de *Hot Spot*, utilizados para a identificação de *clusters* de alta e baixa acessibilidade potencial para os modos de transportes e setores econômicos previamente definidos. Essa técnica explicitamente espacial é utilizada em outros campos do conhecimento para detectar aglomerados espaciais estatisticamente significativos ou *hot spots* quando aplicada ao estudo de centros de emprego, a abordagem é eficaz na identificação de centralidades. Além disso, tem a vantagem de não

requerer conhecimento local qualitativo ou pressupostos a priori sobre a distribuição da variável analisada (Arribas-Bel e Sanz-Gracia, 2014). Os resultados obtidos foram utilizados na etapa de análise da estrutura urbana, conforme detalhado na abordagem metodológica descrita no capítulo 4.

Figura 6.10: Análises de *Hot Spot* da acessibilidade potencial.



Fonte: Elaboração própria.

De modo geral, é possível perceber um padrão altamente centralizado da estrutura de acessibilidade ao trabalho, similar ao observado nos mapas da Figura 6.9. Porém, diferentemente dos mapas de quartis, os *clusters* de alta acessibilidade potencial apresentam

maior continuidade, uma vez que consideram não só os valores de cada hexágono, mas também o padrão verificado em suas proximidades por meio de estatística de associação espacial.

Os mapas da Figura 6.10 indicam, para todos os setores econômicos considerados, a existência de *clusters* de valores mais altos de acessibilidade potencial na região central da RMBH, correspondente ao município de Belo Horizonte, evidenciando um padrão espacial bem definido e a centralidade exercida pela capital na dinâmica metropolitana, principalmente para o setor terciário. Ademais, verifica-se para o modo automóvel uma maior capilaridade de valores *hot spots* ao longo das principais rodovias dos vetores norte, sul e oeste, o que não se observa com a mesma intensidade para o modo a pé. No que se refere às diferenças entre os setores, é possível observar uma maior abrangência da área de *hot spots* nos setores primários e secundário, possivelmente relacionada a localização de matéria prima para a produção – em especial no setor de mineração e siderurgia – em áreas mais afastadas do CBD.

Retomando a discussão realizada no capítulo 2, sobre as teorias clássicas do desenvolvimento regional e urbano, é importante notar que os *clusters* de alta acessibilidade potencial do setor de serviços se encontram mais concentrados na área central, o que pode ter relação com o conceito de renda fundiária, de Von Thünen. Isso se dá uma vez que a proximidade ao mercado consumidor no contexto da RMBH se faz mais necessária para esse setor econômico para que a oferta de serviços seja competitiva. Alternativamente, a produção nos setores primário e secundário está direcionada a cadeias produtivas e mercados consumidores não necessariamente internos à RMBH, de modo que o custo de localização mais elevado nas áreas centrais constitui um impeditivo para a instalação das mesmas nessas regiões. Esse aspecto poderia explicar a possível inexistência de *clusters* do setor primário nas com alta concentração populacional, mesmo considerando-se, especificamente, atividades voltadas para o mercado consumidor da RMBH, como a produção de alimentos, por exemplo.

Ainda sobre os *clusters* de alta acessibilidade potencial na área central da RMBH, se faz pertinente retomar os conceitos de população limiar e alcance, da Teoria do Lugar Central de Christaller. O conceito de população limiar se refere a população mínima necessária para que a comercialização de um bem ou serviço em um local seja viável. O alcance, por sua vez, se refere a distância máxima que os indivíduos estão dispostos a se deslocarem para adquirir um bem ou serviço. Caso o alcance seja inferior a distância a ser percorrida, a inconveniência do deslocamento excederá o valor ou a necessidade do bem ou serviço. Desse modo, a localização

de serviços – entendendo-se a localização de postos de trabalho como um *proxy* da oferta de serviços – nas áreas mais centrais pode ser explicada tanto pela necessidade de existência de um mercado consumidor próximo aos mesmo, sob o ponto de vistas das empresas, quanto pela necessidade dos consumidores de minimizar sua inconveniência.

Posto isso, faz-se pertinente a discussão sobre a localização dos *clusters* de alta e baixa acessibilidade potencial aos diferentes setores à luz da estrutura socioespacial da RMBH, para além do entendimento da estrutura produtiva, em consonância com o paradigma do planejamento orientado à acessibilidade, conforme apresentado na seção subsequente.

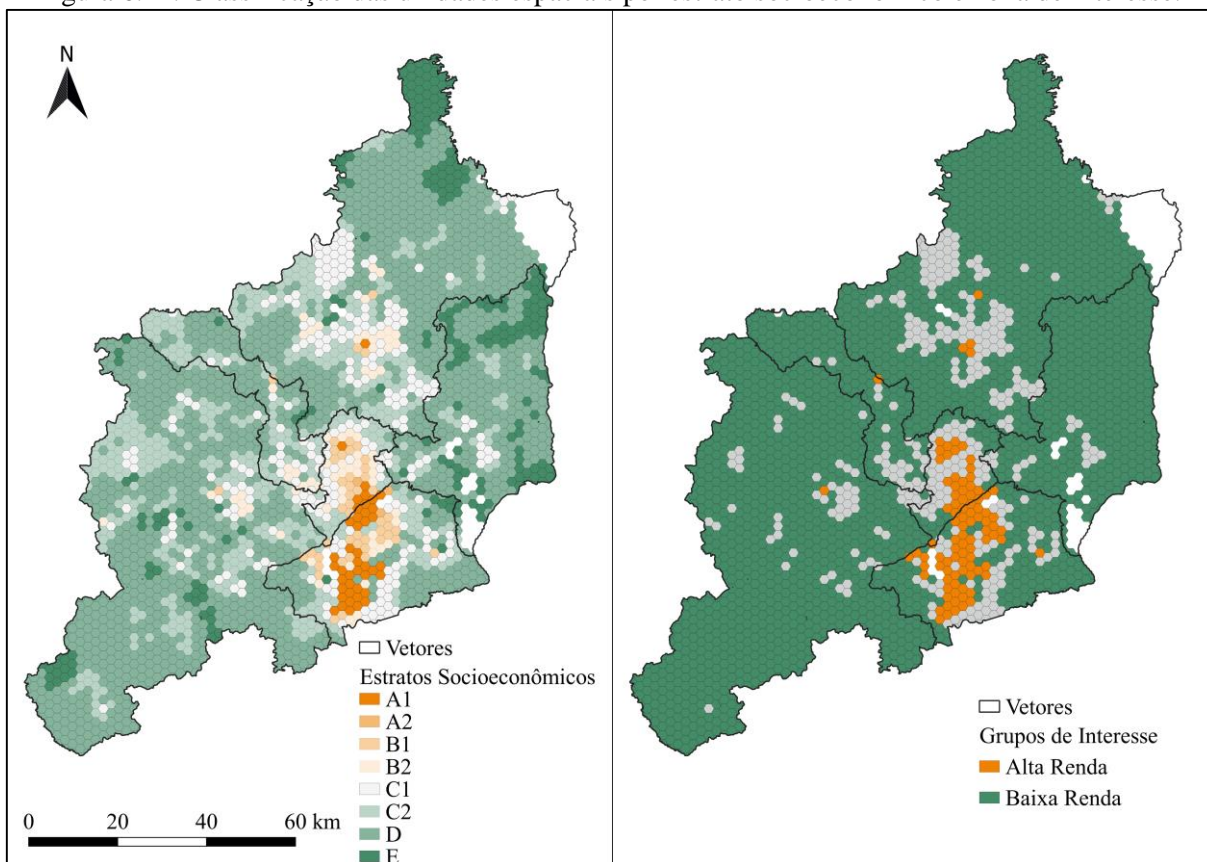
6.3 Análise da estrutura urbana

Nesta seção serão apresentados os resultados da aplicação da proposta de análise da estrutura urbana, composta pelas etapas de identificação de zonas de interesse e definição de tipologia. O propósito desta seção se alinha às premissas do modelo de planejamento orientado à acessibilidade cujo foco é a identificação e análise dos problemas na acessibilidade e mobilidade em suas variadas dimensões, tendo em vista o uso do solo, o sistema de transportes e as características e possibilidades de deslocamento de indivíduos ou grupos sociais.

6.3.1 Identificação de zonas de interesse

Os resultados da aplicação da abordagem metodológica para a determinação de zonas de interesse pode ser observada nos mapas presentes na Figura 6.11. O mapa da esquerda apresenta a estratificação dos hexágonos segundo classes similares as do Critério Brasil. De modo similar, no mapa da direita estão representadas as zonas de interesses, correspondentes aos hexágonos ocupados por grupos definidos como de alta e baixa renda a partir da agregação dos estratos socioeconômicos, conforme delimitado na seção 4.3.1.

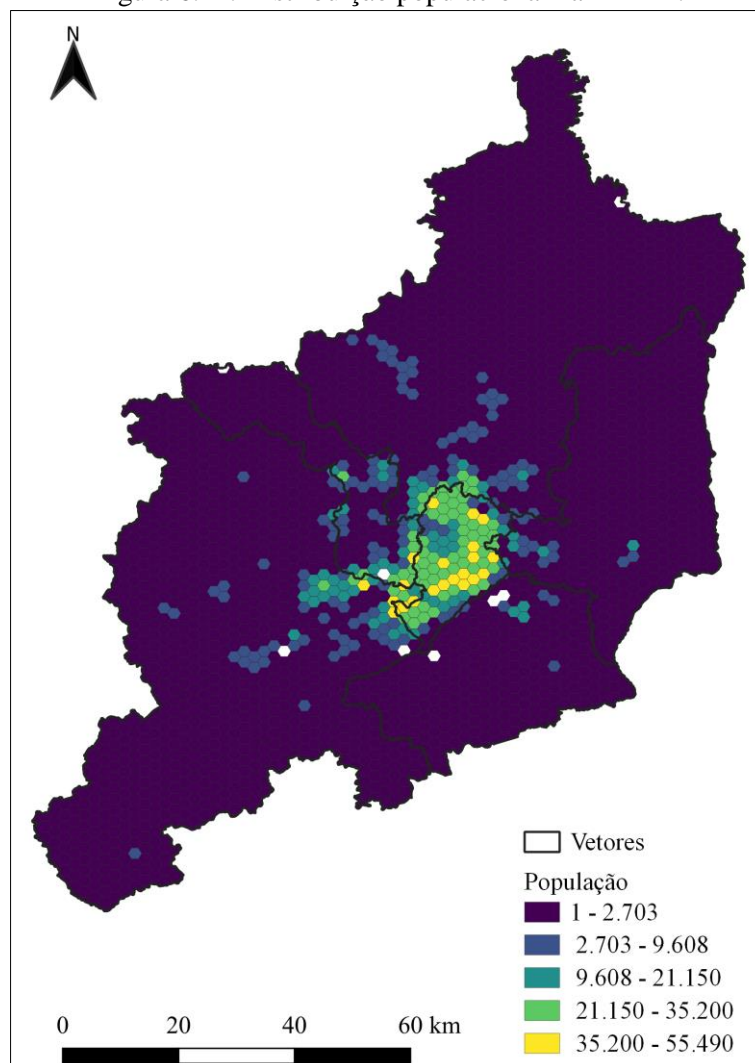
Figura 6.11: Classificação das unidades espaciais por estrato socioeconômico e zona de interesse.



Fonte: Elaboração própria.

Como era de se esperar, observa-se grande semelhança entre a estratificação socioeconômica apresentada nos mapas acima e o padrão espacial da renda média domiciliar, apresentado no Figura 6.6. Com o objetivo de subsidiar a análise das tipologias a serem identificadas na seção 6.3.2, na Figura 6.12 é descrita a distribuição populacional da RMBH, determinada a partir de dados do Censo de 2010 do IBGE.

Figura 6.12: Distribuição populacional na RMBH.

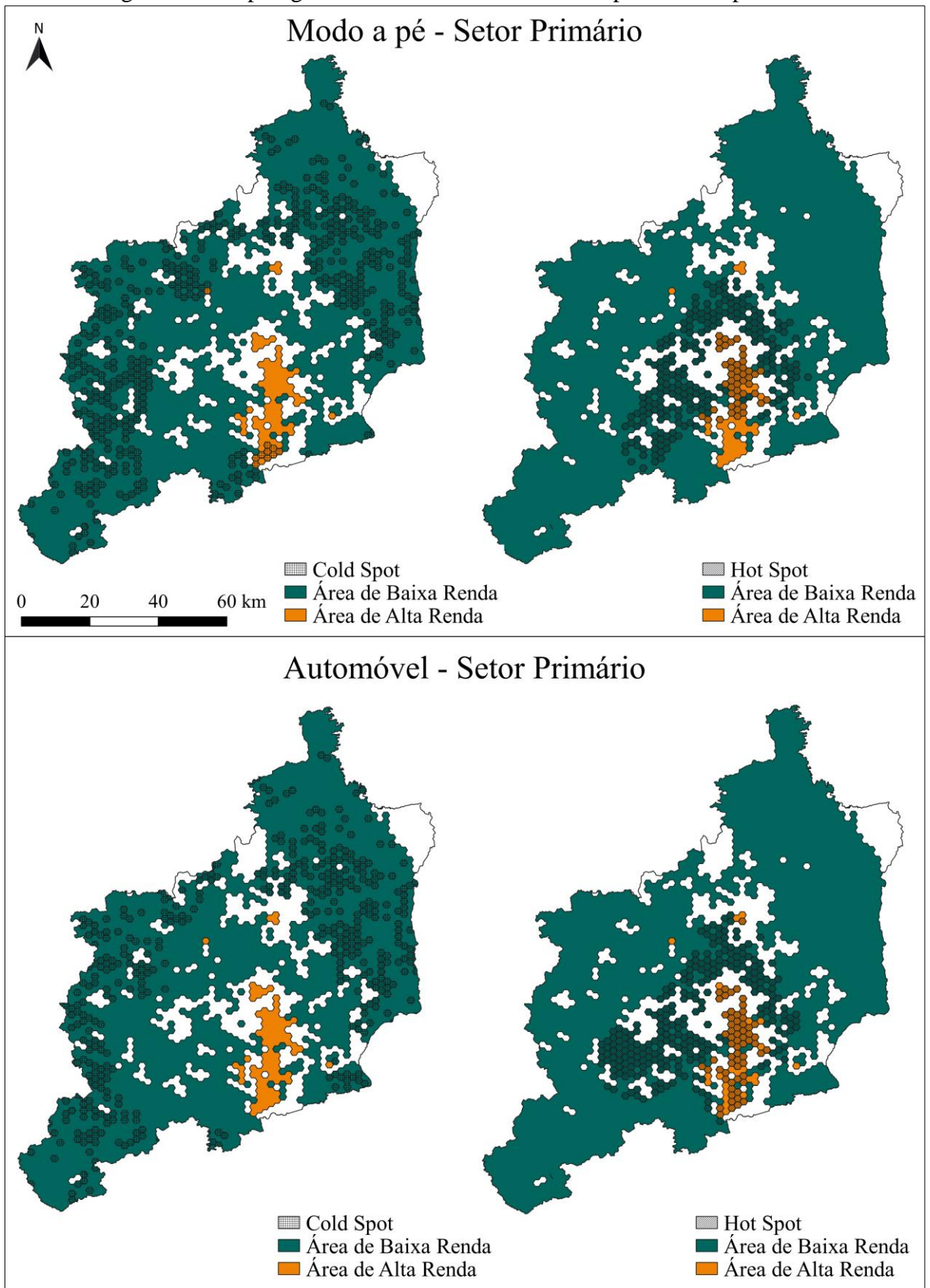


Fonte: Elaboração própria.

6.3.2 Definição de tipologia

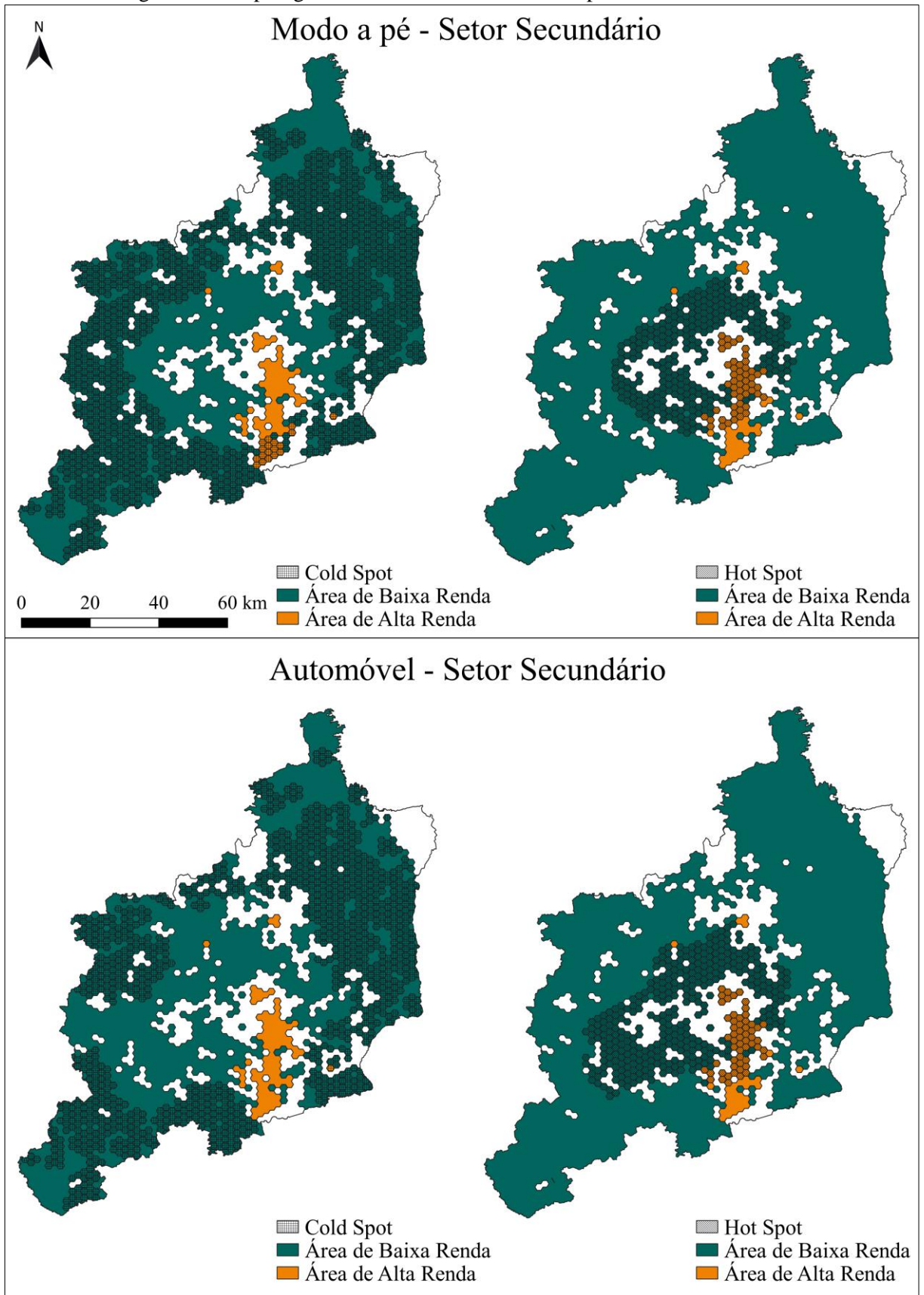
Nesta seção são discutidos os resultados da definição da tipologia proposta, obtida a partir da interseção das áreas com *clusters* de valores baixos e elevados com mais 90% de significância estatística para o indicador de acessibilidade potencial, para os diferentes setores econômicos – determinados por meio de análises de *Hot Spot* –, com as zonas de interesse correspondentes às áreas definidas como de alta e baixa renda. Nas Figura 6.13, 6.14 e 6.15 são apresentados os mapa da tipologia para acessibilidade ao trabalho para o setor primário, secundário e terciário, respectivamente.

Figura 6.13: Tipologia de acessibilidade ao trabalho para o setor primário.



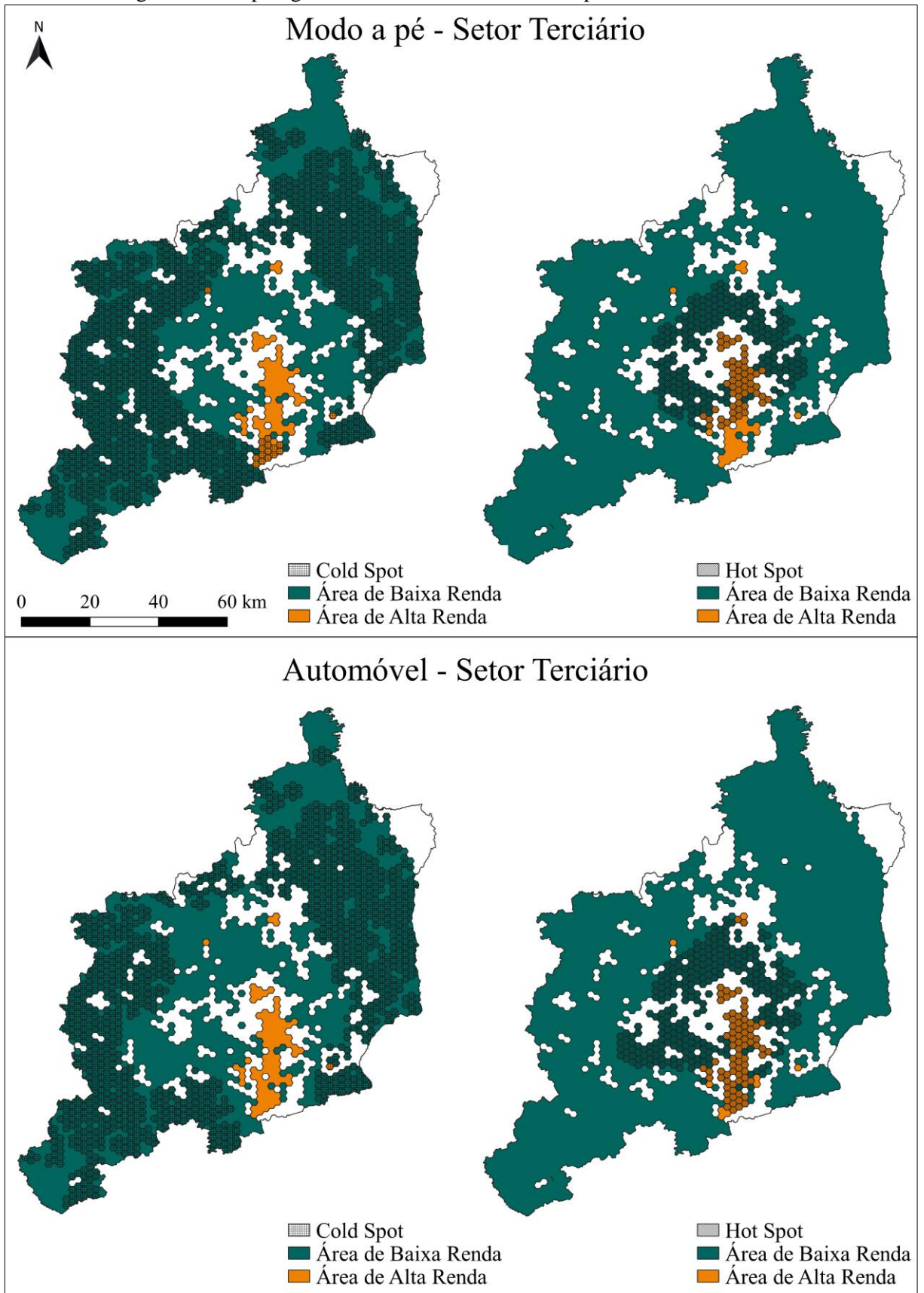
Fonte: Elaboração própria

Figura 6.14: Tipologia de acessibilidade ao trabalho para o setor secundário.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.15: Tipologia de acessibilidade ao trabalho para o setor de terciário.



Fonte: Elaboração própria.

A partir dos mapas acima foi possível definir uma tipologia que permite diferenciar as áreas de alta e baixa renda quanto as condições de acesso ao trabalho – e serviços, para o caso do setor terciário –, bem como destacar as áreas em que se verifica alta e baixa acessibilidade aos diferentes setores quanto renda da população residente nas mesmas. Para além da visualização da estrutura urbana da RMBH, que permite a análise qualitativa da mesma, na Tabela 6.1 é apresentada a síntese da tipologia de acessibilidade potencial para os modo a pé e automóvel para os diferentes setores econômicos, o que permite analisar os resultados obtidos do ponto de vista quantitativo.

Tabela 6.1: Síntese da tipologia de acessibilidade potencial para os modo a pé e automóvel para os diferentes setores econômicos.

A pé						
Zona de Interesse	Hot Spot Primário	Hot Spot Secundário	Hot Spot Terciário	Cold Spot Primário	Cold Spot Secundário	Cold Spot Terciário
Alta Renda (absoluto)	128.444	612.137	612.654	3.775	2.190	2.118
Baixa Renda (absoluto)	709.544	1.589.827	1.480.484	983.456	229.689	288.419
Alta Renda (percentual)	20,83%	99,29%	99,37%	0,62%	0,36%	0,34%
Baixa Renda (percentual)	37,29%	83,56%	77,81%	51,68%	12,07%	15,16%
Automóvel						
Zona de Interesse	Hot Spot Primário	Hot Spot Secundário	Hot Spot Terciário	Cold Spot Primário	Cold Spot Secundário	Cold Spot Terciário
Alta Renda (absoluto)	148.081	612.592	615.274	302	119	119
Baixa Renda (absoluto)	797.602	1.653.795	1.561.920	812.346	158.775	168.932
Alta Renda (percentual)	24,02%	99,36%	99,80%	0,05%	0,02%	0,02%
Baixa Renda (percentual)	41,92%	86,92%	82,09%	42,67%	8,34%	8,88%

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 6.1 confirma a diferença existente na abrangência dos modos a pé e automóvel, com o modo a pé alcançando uma população menor para todos *hot spots* e maior para todos *cold spots*, como esperado. São observadas disparidades mais significativas para os *cold spots*, chegando a quase o dobro para a população residente em um *cold spot* de acessibilidade potencial do setor terciário para o grupo de baixa renda para o modo a pé em relação ao automóvel.

No que se refere às particularidades dos setores econômicos considerados, verifica-se que as áreas de *hot spot* do setor primário abrangem uma parcela da população significativamente menor do que as dos outros setores para os dois grupos de interesse, sendo este o único setor em que se observa uma maior proporção de indivíduos de baixa renda do que de alta renda residente em áreas de *hot spot*. Cabe ressaltar, no entanto, que, para áreas de *cold spot* do

primário, verifica-se uma quantidade de habitantes residentes significativamente alta para o grupo de baixa renda, pois há uma alta concentração de postos de trabalho desse setor na zonas no vetor sul, enquanto a população de baixa renda se encontra distribuída por toda a periferia da RMBH. Os valores obtidos para os setores secundário e terciário são similares, mas observa-se para o setor secundário uma proporção ligeiramente maior de indivíduos de baixa renda residindo em *hot spots*, o que é esperado, dado que existem mais postos de trabalho nesse setor fora da área central, no vetor oeste. Também cabe ressaltar que, para áreas de *cold spot* do primário verifica-se uma quantidade de habitantes residentes significativamente alta para o grupo de baixa renda, pois há uma alta concentração de postos de trabalho desse setor na zonas no vetor sul, enquanto a população de baixa renda se encontra distribuída por toda a periferia da RMBH.

Por fim, destaca-se o alto percentual da população de alta renda que reside em áreas de *cluster* de alta acessibilidade em comparação com os de baixa renda, para todos os setores avaliados, sendo que quase a totalidade da população classificada como de alta renda se encontra em um *hot spot* do setor secundário e terciário. Nesse sentido, é notório que mesmo nas áreas mais afastadas da região central de Belo Horizonte, correspondentes ao condomínios de alta renda no vetor sul – onde é caracterizado o fenômeno da autossegregação –, a população de alta renda se encontra, em sua maioria, em um *cluster* de alta acessibilidade, considerando-se o modo automóvel.

A partir dos dados e da discussão apresentados acima, se faz evidente a desigualdade no acesso a postos de trabalho – e a bens e serviços, tomando-se os postos de trabalho no setor terciário como proxy dos mesmos – existente na RMBH. Ademais, diante dos resultados da Pesquisa Origem-Destino de 2012, apresentados no capítulo 5, pode-se concluir que o modo utilizado por um indivíduo em seus deslocamentos guarda relação direta com o estrato econômico a que este pertence, como discutido anteriormente, sendo o uso do modo individual motorizado mais frequente entre os grupos de mais alta renda, enquanto os modos ativos e o transporte coletivo é mais utilizado por grupos de mais baixa renda.

Essa situação reforça o ciclo vicioso no qual áreas com maior acesso a oportunidades são mais valorizadas, tornando os imóveis distantes dos centros cada vez mais atraentes – em termos relativos –, o que induz ao aumento da demanda por deslocamentos motorizados e dos problemas associados ao uso massivo de automóveis, bem como a intensificação do fenômeno

da segregação socioespacial, tendo em vista a oferta precária e, muitas vezes, proibitiva de transporte público. Também é preciso pontuar que a ausência ou ineficácia de políticas para o desenvolvimento metropolitano que fomentem um desenvolvimento de centralidades e que potencialize as diferentes vocações regionais, de forma a mitigar esse padrão de ocupação altamente desigual e concentrador, contribui para essa situação. Como consequência, tem-se um modelo de planejamento que reforça a dependência da periferia em relação ao centro, e, desse modo, perpetua o cenário de longos deslocamentos pendulares e segregação socioespacial para parcela significativa da população.

Por fim, é preciso salientar que tem-se como limitação da definição das tipologias o fato que existem hexágonos que compõem as áreas dos grupos de interesse para os quais não foi determinado o indicador de acessibilidade. Isso decorre do número significativo de pares origem-destino não encontrados no cálculo da matriz de tempos, conforme detalhado na seção 6.1. Esses hexágonos se encontram, em sua maioria, nas regiões periféricas da RMBH e possuem baixa densidade populacional, tendo, portanto, pouco impacto no resultado final.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo serão feitas as considerações finais sobre este estudo, sendo apresentadas as conclusões derivadas dos resultados obtidos, bem como recomendações para estudos futuros que se relacionem com a investigação das condições de acessibilidade ao trabalho.

7.1 Conclusões

Nesta dissertação foi realizado um estudo de caso de caráter exploratório, consistindo na caracterização e definição de tipologia para a acessibilidade ao trabalho na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Para tanto, foi feito um trabalho de revisão da literatura que abordou a questão discutida sob uma perspectiva teórica e técnica, tendo sido discutidas as teorias fundamentais do desenvolvimento regional e urbano que consideram as condições de acessibilidade na explicação de padrões de localização de atividades econômicas, bem com o paradigma de planejamento orientado à acessibilidade. A partir do trabalho de revisão da literatura, foi proposta uma abordagem metodológica para a caracterização da acessibilidade ao trabalho, considerando os modos a pé e automóvel, a localização das atividades nos diferentes setores econômicos e a estrutura espacial sociodemográfica de ocupação, sendo a estrutura urbana da RMBH analisada a partir da sobreposição de padrões espaciais sociodemográficos e do indicador a acessibilidade potencial ao trabalho.

A abordagem metodológica proposta neste estudo possui limitações inerentes a qualquer tipo de modelagem por meio do qual se busque representar um fenômeno complexo, como é o caso da conformação da acessibilidade ao trabalho em um contexto metropolitano. Podem-se destacar também as dificuldades existentes na representação de um fenômeno espacial contínuo a partir de unidades espaciais discretas. Além disso, o escopo desta proposta metodológica considera somente a localização do trabalho formal, o que exclui parte significativa do mercado de trabalho no contexto da RMBH. Essa limitação se deve, principalmente, ao fato de ter sido feita a opção por utilizar exclusivamente a base da RAIS para a localização dos postos de trabalho em função de sua facilidade de obtenção e alta confiabilidade, ainda que estes sejam restritos ao mercado de trabalho formal.

Apesar das limitações evidenciadas acima, os resultados obtidos neste estudo representam uma contribuição fenomenológica significativa diante do esforço existente para a promoção de políticas integradas para o transporte e uso do solo à luz do paradigma de planejamento

orientado à acessibilidade. Nesse sentido, os resultados obtidos apontam para importantes considerações para a formulação de políticas para o desenvolvimento territorial no contexto da RMBH, indicando que a acessibilidade aos postos de trabalho pode variar significativamente a depender dos setores econômicos e do modo de transporte considerados, o que impacta de maneira particular indivíduos de diferentes estratos socioeconômicos. Assim sendo, salienta-se a necessidade de que as políticas para a mobilidade urbana sejam formuladas tendo-se em conta a dinâmica econômica e sua relação com o sistema de transportes.

7.2 Recomendações

Para trabalhos futuros recomenda-se que sejam considerados dados sobre a oferta de transporte público, que não foram incluídos neste trabalho diante da inexistência de arquivos do tipo GTFS publicamente disponíveis. Também sugere-se que o indicador de acessibilidade potencial seja calibrado a partir de uma função de impedância ajustada ao padrão de deslocamentos que é de fato observado. Ademais, a consideração de outros indicadores de acessibilidade, como o de acessibilidade cumulativa ou outros que incorporem a demanda por acesso, como os de tempo de equilíbrio, pode favorecer a compreensão do fenômeno estudado por um público leigo, no caso do primeiro, e agregar valor às análises da estrutura espacial, no caso do segundo.

No que se refere ao escopo do estudo, recomenda-se a realização de análises com foco em setores econômicos específicos – como a indústria de alta tecnologia ou a produção agrícola – e grupos sociais específicos, considerando-se diferentes recortes setoriais e sociais. Desse modo, entende-se que se possa contribuir para a compreensão da medida em que os custos de transportes podem ser determinantes para a localização das atividades econômicas, bem como para o maior entendimento das disparidades no acesso a oportunidades entre os diferentes grupos sociais.

Por fim, sugere-se ainda a elaboração de estudos com o intuito de avaliar os impactos de intervenções no sistema de transporte nas condições de acessibilidade por meio de análises do tipo *ex-ante* e *ex-post*, considerando-se diferentes escalas urbano-regionais, de forma a subsidiar a formulação de políticas mais efetivas para o desenvolvimento territorial e para a promoção do acesso a oportunidades.

REFERÊNCIAS

- ABRAMO, Pedro. O mercado de solo informal em favelas e a mobilidade residencial dos pobres nas grandes cidades brasileiras: notas para delimitar um objeto de estudo. **Território e planejamento**, p. 217-236, 2011.
- ALMEIDA, Cláudia Maria de; CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira. **Geoinformação em urbanismo: cidade real× cidade virtual**. Oficina de Textos, 2007.
- ALMEIDA, Luiz Felype Gomes de. O Estatuto da Cidade e o cumprimento da função social da propriedade: o que ficou, para onde vai? In: **Anais XVI Encontro Nacional da ANPUR**. Belo Horizonte, 2015.
- ALMEIDA, Luiz Felype Gomes de; MONTE-MÓR, Roberto Luís de Melo. Formação e recuperação de “mais-valias fundiárias urbanas”: das esferas do debate ao caso do Vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte. **Seminário sobre a Economia Mineira**, v. 15, 2010.
- ALMEIDA, Renan Pereira; MONTE-MÓR, Roberto Luís de Melo. Renda da terra e o espaço urbano capitalista contemporâneo. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 37, n. 2, p. 417-436, 2017.
- ALSTADT, Brian; WEISBROD, Glen; CUTLER, Derek. Relationship of transportation access and connectivity to local economic outcomes: Statistical analysis. **Transportation Research Record**, v. 2297, n. 1, p. 154-162, 2012.
- AMARAL, Marcelo Cintra do. **A mobilidade da cidade aos pedaços: espaço-tempo-corpo dos deslocamentos em Belo Horizonte**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.
- AMANAJÁS, Roberta; KLUG, Letícia Becalli. **Direito à cidade, cidades para todos e estrutura sociocultural urbana**. Brasília: Ipea, 2018.
- ANAS, Alex; ARNOTT, Richard; SMALL, Kenneth A. Urban spatial structure. **Journal of economic literature**, v. 36, n. 3, p. 1426-1464, 1998.
- ANDRADE, Luciana Teixeira de; MENDONÇA, Jupira Gomes de; DINIZ, Alexandre Magno Alves (Ed.). **Belo Horizonte: transformações na ordem urbana**. Letra Capital, 2015.
- ARANTES, Pedro Fiori. Da (anti) reforma urbana brasileira a um novo ciclo de lutas nas cidades. **Jornadas de junho: a revolta popular em debate**, p. 41-46, 2014.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Transporte humano: cidades com qualidade de vida**. ANTP, 1997.
- BAGGIO, Ulysses da Cunha. **A luminosidade do lugar-circunscrições intersticiais do uso de espaço em Belo Horizonte: apropriação e territorialidade no bairro de Santa Tereza**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2005.
- BANISTER, David. The sustainable mobility paradigm. **Transport Policy**, v. 15, n. 2, p. 73–80, 2008.

- BANISTER, David. The trilogy of distance, speed and time. **Journal of Transport Geography**, v. 19, n. 4, p. 950-959, 2011.
- BANISTER, David; BERECHMAN, Joseph. **Transport Investment and Economic Development**. UCL Press, 2000.
- BELO HORIZONTE. **Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte – PlanMob BH**, 2014.
- BERTOLINI, Luca; LE CLERCQ, Frank; KAPOEN, Loek. Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward. **Transport policy**, v. 12, n. 3, p. 207-220, 2005.
- BHAT, Chandra R. *et al.* Assessment of Accessibility Measures. **Work**, v. 7, p. 74, 2001.
- BOCAREJO, Juan Pablo S.; OVIEDO, Daniel Ricardo H. Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. **Journal of Transport Geography**, v. 24, p. 142–154, 2012.
- BOISJOLY, Geneviève; EL-GENEIDY, Ahmed M. How to get there? A critical assessment of accessibility objectives and indicators in metropolitan transportation plans. **Transport Policy**, v. 55, p. 38–50, 2017.
- BOISJOLY, Geneviève; EL-GENEIDY, Ahmed M. The insider: A planners' perspective on accessibility. **Journal of Transport Geography**, v. 64, p. 33–43, 2017b.
- BOISJOLY, Geneviève; MORENO-MONROY, Ana Isabel; EL-GENEIDY, Ahmed. Informality and accessibility to jobs by public transit: Evidence from the São Paulo Metropolitan Region. **Journal of Transport Geography**, v. 64, p. 89–96, 2017.
- BRASIL. **Estatuto da Cidade: Lei nº 10.254**, 2001.
- BRASIL. **Estatuto da Metrópole: Lei 13.08**, 2015.
- BRASIL. **Guia para Elabora o e Revisão de Planos Diretores**, 2019.
- BRASIL. **Política Nacional de Mobilidade Urbana**, 2012.
- BRUECKNER, Jan K. **Lectures on Urban Economics**. Cambridge: The MIT Press, 2011.
- BRUECKNER, Jan K.; MARTIN, Richard W. Spatial mismatch: An equilibrium analysis. **Regional Science and Urban Economics**, v. 27, n. 6, p. 693–714, 1997.
- BURGER, Martijn; MEIJERS, Evert. Form follows function? Linking morphological and functional polycentricity. **Urban Studies**, v. 49, n. 5, p. 1127–1149, 2012.
- CALDAS, Maria Fernandes; MENDONÇA, Jupira Gomes De; CARMO, L lio Nogueira do. **Estudos Urbanos: Belo Horizonte - 2008: transforma es recentes na estrutura urbana**. Belo Horizonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 2008.
- CAMBRIDGE DICTIONARY. **Cambridge Essential British English Dictionary**. Disponível em: < <https://dictionary.cambridge.org/pt/>>. Acesso em: 10 jul. 2019, 2019.

- CARDOSO, Leandro. **Transporte público, acessibilidade urbana e desigualdades socioespaciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.
- CASCETTA, Ennio; CARTENÌ, Armando; MONTANINO, Marcello. A behavioral model of accessibility based on the number of available opportunities. **Journal of Transport Geography**, v. 51, p. 45-58, 2016.
- CASTRO, Isabela Ribeiro de. **Compreensão das Mudanças no Uso do Solo e na Acessibilidade ao Trabalho da População de Baixa Renda em Fortaleza**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- CERVERO, Robert. **Accessible Cities and Regions: A Framework for Sustainable Transport and Urbanism in the 21st Century**. 2005.
- CERVERO, Robert. Integration of urban transport and urban planning. **The challenge of urban government: Policies and practices**, v. 41181, n. 4, p. 407, 2001.
- CESAR, Ramon Victor. Geografia da Acessibilidade Rodoviária em Minas Gerais: avaliação de impactos espaciais do “PROACESSO”. 2010. 258 p. Tese (Doutorado). **Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais**. 2010.
- CHEN, Ying; JAUPART, Pascal; MORENO-MONROY, Ana; PICARELLI, Nathalie. Unequal commutes. Job accessibility & employment in Accra. **International Growth Centre (IGC)**, v. 2, p. 2019, 2017.
- CHRISTALLER, Walter. **Central Places in Southern Germany**. Nova Jersey: Prentice-Hall, 1966.
- COSTA, Marco Aurélio Organizador; THADEU, Marcos Organizador; FAVARÃO, Cesar Bruno Organizador. **A Nova agenda urbana e o Brasil: insumos para sua construção e desafios a sua implementação**. 2018.
- CRUZ, Bruno de Oliveira Organizador *et al.* **Economia regional e urbana: teorias e métodos com ênfase no Brasil**. 2011.
- CUI, Boer *et al.* Accessibility and the journey to work through the lens of equity. **Journal of Transport Geography**, v. 74, p. 269–277, 2019.
- CURTIS, Carey; SCHEURER, Jan. Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. **Progress in Planning**, v. 74, n. 2, p. 53–106, 2010.
- DAVIS, Mike. **Planet of Slums**. Verso, 2006.
- DAWKINS, Casey; MOECKEL, Rolf. Transit-Induced Gentrification: Who Will Stay, and Who Will Go?. **Housing Policy Debate**, College Park, v. 26, n. 4–5, p. 801–818, 2016.
- DEBOOSERE, Robbin; EL-GENEIDY, Ahmed M.; LEVINSON, David. Accessibility-oriented development. **Journal of Transport Geography**, v. 70, p. 11–20, 2018.
- DIAS, Laísa Rachter de Sousa; SIMÕES, Rodrigo Ferreira. **Infraestrutura de transportes e a alocação das atividades econômicas: um estudo do PROACESSO em Minas Gerais**. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 2013.

DINIZ, Célio Campolina; CROCCO, Marco. **Economia Regional e Urbana Contribuições Teóricas Recentes**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

DURANTON, Gilles; PUGA, Diego. Diversity and specialization in cities: Why, where and when does it matter? **Urban Studies**, Glasgow, v. 37, p. 533–555, 2000.

DURANTON, Gilles; GUERRA, Erick. Urban accessibility: Balancing land use and transportation. **The Geography of Transport Systems**, Nova Iorque, p. 352, 2016.

FUJITA, Masahisa; KRUGMAN, Paul. La nueva geografía económica: pasado, presente y futuro. **Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research**. Madrid, v. 4, p. 117–206, 2004.

FUJITA, Masahisa; KRUGMAN, Paul; VENABLES, Anthony J. **The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade**. Cambridge: MIT Express, 1999.

FUJITA, Masahisa; THISSE, Jacques-François. **Economics of Agglomeration: cities, industrial location, and globalization**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

FUJITA, Masahisa; THISSE, Jacques-François. Economics of Agglomeration. **Journal of the Japanese and International Economies**, v. 10, n. 4, p. 339–378, 1996.

FURTADO, Bernardo Alves. **Modeling social heterogeneity, neighborhoods and local influences on urban real estate prices: spatial dynamic analyses in the Belo Horizonte Metropolitan Area, Brazil**. Tese (Doutorado). Utrecht University, Royal Dutch Geographical Society. 2009.

GARCIA, Camila Soares Henrique Fontenele; MACÁRIO, Maria do Rosário Maurício Ribeiro; MENEZES, Ezequiel Dantas de Araújo Girão; LOUREIRO, Carlos Felipe Grangeiro. Strategic Assessment of Lisbon's Accessibility and Mobility Problems from an Equity Perspective. **Networks and Spatial Economics**, v. 18, n. 2, p. 415–439, 2018.

GARCIA, Camila Soares Henrique Fontenele. **Strategic assessment of accessibility on urban mobility networks**. 2016. Tese (Doutorado em Sistemas de Transportes) – IST Técnico Lisboa, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.

GARRISON, William L.; LEVINSON, David M. **The Transportation Experience: Policy, Planning and Deployment**. Oxford: Oxford University Press, 2006.

GETIS, Arthur; ORD, Keith. The analysis of spatial association by use of distance statistics **Geographical Analysis** 24 (3): 189–206. 1992.

GEURS, Karst T. Transport Planning With Accessibility Indices in the Netherlands. **International Transport Forum**, Enschede, p. 28, 2018.

GEURS, Karst T.; VAN ECK, Jan R. Ritsema. Evaluation of accessibility impacts of land-use scenarios: The implications of job competition, land-use, and infrastructure developments for the Netherlands. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 30, n. 1, p. 69–87, 2003.

GEURS, Karst T.; VAN WEE, Bert. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. **Journal of Transport Geography**, v. 12, n. 2, p. 127–140, 2004.

- GEURS, Karst T.; WEE, Bert Van. Accessibility measures: a literature review. **Journal of Transport Geography**, v. 12, p. 127–140, 2004.
- GUAN, Cheng He; PEISER, Richard. Accessibility, urban form, and property value: A study of Pudong, Shanghai. **Journal of Transport and Land Use**, v. 11, n. 1, p. 1057–1080, 2018.
- GUZMAN, Luis A.; OVIEDO, Daniel. Accessibility, affordability and equity: Assessing ‘pro-poor’ public transport subsidies in Bogotá. **Transport Policy**, v. 68, n. June 2017, p. 37–51, 2018.
- HADDAD, Eduardo A.; VIEIRA, Renato. S. Mobilidade, Acessibilidade e Produtividade: Nota Sobre a Valoração Econômica do Tempo de Viagem na Região Metropolitana de São Paulo. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 19, n. 3, p. 343–365, 2015.
- HANDY, Susan. L.; NIEMEIER, Debbie A. Measuring accessibility: An exploration of issues and alternatives. **Environment and Planning A**, v. 29, n. 7, p. 1175–1194, 1997.
- HANSEN, Walter G. How Accessibility Shapes Land Use. **Journal of the American Planning Association**, v. 25, n. 2, p. 73–76, 1959.
- HERNANDEZ, Diego. Uneven mobilities, uneven opportunities: Social distribution of public transport accessibility to jobs and education in Montevideo. **Journal of Transport Geography**, v. 67, p. 119–125, 2018.
- HICKMAN, Robin *et al.* **Handbook on transport and development**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2017.
- HOLL, Adelheid. Transport Infrastructure, Agglomeration Economies, and Firm Birth: Empirical Evidence from Portugal. **Journal of Regional Science**, v. 44, n. 4, p. 693–712, 2004.
- IBRAEVA, Anna *et al.* Transit-oriented development: A review of research achievements and challenges. **Transportation Research Part A**, v. 132, n. October 2019, p. 110–130, 2020.
- IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **A implementação do estatuto da metrópole na região metropolitana de Belo Horizonte**. Brasília: Ipea, 2018.
- ITDP Brasil. **Metodologia para avaliação de corredores de transporte de média e alta capacidade**, 2014.
- JABER, Aimée Aguilar; SAMSONOVA, Tatiana; BLANCO, Joshua Paternina. **Improving Transport Planning and Investment Through the Use of Accessibility Indicators**. OECD Publishing, 2019.
- JACOBS, Jane. **Morte e Vida de Grandes Cidades**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2000 1961.
- KAIN, John F. Housing Segregation, Negro Employment, and Metropolitan Decentralization. **Oxford University Press**, v. 82, n. 2, p. 175–197, 1968.
- KNEIB, Erika Cristine. Centralidades urbanas e sistemas de transporte público em Goiânia, Goiás. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 8, n. 3, p. 306–317, 2016.
- KNOX, Paul; PINCH, Steven. **Urban Social Geography: An Introduction**. Nova Iorque: Routledge, 2010.

KRUGMAN, Paul. **Development, geography and economic theory**. Cambridge: MIT Press, 1998.

KRUGMAN, Paul. Increasing Returns and Economic Geography. **Journal of Political Economy**, v. 99, n. 3, p. 483–499, 1991.

KRUGMAN, Paul; VENABLES, Anthony. Integration, Specialization, and Adjustment. **European Economic Review**, v. 40, p. 959-967, 1993.

LAHOORPOOR, Bahman; LEVINSON, David M. The Transit Travel Time Machine: Comparing Three Different Tools for Travel Time Estimation. **Transportation Research Board Conference**, 2019.

LAKSHMANAN, T. R.; CHATTERJEE, Lata R. Economic consequences of transport improvements. **ACCESS magazine**, v. 1, n. 26, p. 28-33, 2005.

LEMOS, Celina Borges. **Questões Urbanísticas e Socioculturais do Município de Belo Horizonte - MG**. Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 2003.

LEMOS, Maurício Borges. **Espaço e capital: um estudo sobre a dinâmica centro x periferia**. São Paulo: UNICAMP, 1988.

LEVINSON, David M.; KING, David A. **A Political Economy of Access: Infrastructure, Networks, Cities, and Institutions**. Network Design Lab, 2019.

LI, Si Ming; LIU, Yi. Land use, mobility and accessibility in dualistic urban China: A case study of Guangzhou. **Cities**, v. 71, n. July, p. 59–69, 2017.

LIMA, Lara Silva. **Espraiamento urbano por autossesregação e seus impactos na acessibilidade urbana de Fortaleza**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Universidade Federal do Ceará, 2017.

LITMAN, Todd. **Evaluating Accessibility for Transport Planning**. Victoria Transport Policy Institute, 2017.

LITMAN, Todd; BRENNAN, Marc. A New Social Equity Agenda for Sustainable Transportation. **Transportation Research Board Annual Meeting**, n. March, p. Paper 12-3916, 2012.

LOPES, André Soares. **Transportes, Uso Do Solo E Atividades - Modelagem Conceitual Para O Planejamento Da Acessibilidade Urbana**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes), Universidade Federal do Ceará, 2015.

MARICATO, Ermínia. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias. In: **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. Petrópolis: Editora Vozes, 2000.

MARICATO, Ermínia. Informalidade urbana no Brasil: a lógica da cidade fraturada. In: **A cidade de São Paulo: relações internacionais e gestão pública**. São Paulo: EDUC, 2009.

MAZZULLA, Gabriella; FORCINITI, Carmen. Spatial association techniques for analysing trip distribution in an urban area. **European Transport Research Review**, v. 4, n. 4, p. 217-233, 2012.

MEIJERS, Evert; HOEKSTRA, Joris; LEIJTEN, Martijn; LOUW, Erik; SPAANS, Marjolein. Connecting the periphery: distributive effects of new infrastructure. **Journal of Transport Geography**, v. 22, p. 187–198, 2012.

MINAS GERAIS. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte - Relatório Final**, 2011a.

MINAS GERAIS. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte - Propostas de Políticas Setoriais, Projetos e Investimentos Prioritários**, 2011b.

MINAS GERAIS. **Relatório final e banco de dados completo da Pesquisa Origem-Destino 2012 da Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 2012.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **PlanMob - Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**. Brasília, 2015.

MONTE-MÓR, Roberto Luís. As teorias urbanas e o planejamento urbano no Brasil. **Economia regional e urbana: Contribuições teóricas recentes**. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 61-85, 2006.

OSTRENSKY, Vitor Pestana. **Dois ensaios sobre a relação entre infraestrutura de transporte urbano e gentrificação**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, 2018.

OVIEDO, Daniel; SCHOLL, Lynn; INNAO, Marco; PEDRAZA, Lauramaria. Do Bus Rapid Transit Systems improve accessibility to job opportunities for the poor? The case of Lima, Peru. **Sustainability** (Switzerland), v. 11, n. 10, 2019.

PACIONE, Michael. Quality-of-life research in urban geography. **Urban geography**, v. 24, n. 4, p. 314-339, 2003.

PACIONE, Michael. **Urban geography: a global perspective**. Routledge Taylor & Francis Group, 2005.

PÁEZ, Antonio; SCOTT, Darren M.; MORENCY, Catherine. Measuring accessibility: Positive and normative implementations of various accessibility indicators. **Journal of Transport Geography**, v. 25, p. 141–153, 2012.

PAPA, Enrica; SILVA, Cecília; BRÖMMELSTROET, Marco te; HULL, Angela. Accessibility instruments for planning practice: a review of European experiences. **Journal of Transport and Land Use**, v. 9, n. 3, p. 57–75, 2015.

PARNREITER, Christof. **Geografía económica: una introducción contemporánea**. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía, 2018.

PASSOS, Daniela Oliveira Ramos Dos. A formação do espaço urbano da cidade de Belo Horizonte: um estudo de caso a luz de comparações com as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. **Mediações - Revista de Ciências Sociais**, v. 21, n. 2, p. 332, 2017.

PASSOS, Daniela Oliveira Ramos Dos. A formação urbana e social da cidade de Belo Horizonte: hierarquização e estratificação do espaço na nova capital. **Temporalidades -**

Revista Discente do Programa de Pós-Graduação em História da UFMG, v. 1, p. 37–52, 2009.

PAULA, José Antônio; MONTE-MÓR, Roberto Luís. Formação histórica: três momentos da história de Belo Horizonte. Belo Horizonte: **Universidade Federal de Minas Gerais**, 2004.

PEREIRA, Rafael Henrique Moraes. **Justiça Distributiva e Equidade no Transporte: Legado dos Megaeventos e Desigualdades de Acesso a Oportunidades no Rio de Janeiro**. Ipea, 2019.

PEREIRA, Rafael Henrique Moraes; BANISTER, David; SCHWANEN, Tim; WESSEL, Nate. Distributional effects of transport policies on inequalities in access to opportunities in Rio de Janeiro. **Journal of Transport and Land Use**, v. 12, n. 1, p. 741-764, 2019.

PINHO, Breno A. T.de. de, ROCHA, Alane. Siqueira, e BRITO, Fausto. A mobilidade pendular dos trabalhadores: uma análise do mercado de trabalho na RMBH. **Anais do XIX Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, p. 1–19, 2014.

BELO HORIZONTE. **Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte – PlanMob-BH**. p. 0–59, 2014.

PRITCHARD, John P. et al. An International Comparison of Equity in Accessibility to Jobs: London, São Paulo, and the Randstad. **Transport Findings**, p. 1–10, 2019.

ROKICKI, Bartłomiej; STĘPNIAK, Marcin. Major transport infrastructure investment and regional economic development—An accessibility-based approach. **Journal of Transport Geography**, v. 72, p. 36-49, 2018.

RODRIGUE, Jean-Paul; COMTOIS, Claude; SLACK, Brian. **The Geography of Transport Systems**. 3. ed. Taylor & Francis e-Library, 2013.

RODRIGUE, Jean-Paul; COMTOIS, Claude; SLACK, Brian. **The Geography of Transport Systems**, Hofstra University, Department of Global Studies & Geography, Disponível em: <<https://transportgeography.org/>>. Acesso em: 10 jun. 2019, 2019.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira**. Edusp, 1993.

SANTOS, Odirley Rochas dos Santos. **Influência da localização de instalações logísticas na região metropolitana de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

SARKAR, Somwrita; WU, Hao; LEVINSON, David M. Measuring polycentricity via network flows, spatial interaction and percolation. **Urban Studies**, v. 57, n. 12, p. 2402-2422, 2020.

SILVA JUNIOR, Luiz Carlos Alves; OLIVEIRA, Renata Lúcia Magalhães de; PEREIRA, Danayla Lorraine; FAUSTINO, Thiago Henrique de Oliveira. Transporte urbano de passageiros com rota semifixa por meio de e-hailing: um diagnóstico para Belo Horizonte. In: **32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte**, 2018.

SCOTT, Allen J.; STORPER, Michael. Regions, globalization, development. **Regional Studies**, v. 37, n. 6–7, p. 579–593, 2003.

SCOTT, Allen J.; STORPER, Michael. The nature of cities: The scope and limits of urban theory. **International Journal of Urban and Regional Research**, v. 39, n. 1, p. 1–15, 2015.

SCOTT, Allen. Metrópole ressurgente: economia, sociedade e urbaniza o em um mundo interconectado. **GEOgraphia**, v. 16, n. 32, p. 8-37, 2014.

SENNA, Luiz Afonso dos Santos. Economia e planejamento dos transportes. **São Paulo: Campus**, 2014.

SHEN, Yao. **Understanding functional urban centrality: spatio-functional interaction and its socio-economic impact in central Shanghai**. Tese de Doutorado. University College London, 2017.

SHIMBO, Lucia; RUFINO, Beatriz. **Financeiriza o e estudos urbanos na América Latina**. Letra Capital Editora LTDA, 2019.

SIMÕES, Rodrigo Ferreira. **Localiza o industrial e rela es intersetoriais: uma análise de “fuzzy cluster” para Minas Gerais**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, 2003.

SINCLAIR, Robert. Von Thünen and urban sprawl. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 57, n. 1, p. 72-87, 1967.

SIQUEIRA, Luiz Paulo Ribeiro. **Identifica o de subcentros na cidade de São Paulo: uma abordagem ligada   nova economia urbana**. Disserta o (Mestrado em economia política), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2012.

SLOVIC, Anne Dorothée; TOMASIELLO, Diego Bogado; GIANNOTTI, Mariana; ANDRADE, Maria de Fatima; NARDOCCIC, Adelaide C. The long road to achieving equity: Job accessibility restrictions and overlapping inequalities in the city of São Paulo. **Journal of Transport Geography**, v. 78, n. March, p. 181–193, 2019.

SMITH, Duncan A.; VARGAS-RUIZ, Camilo; BATTY, Michael. Simulating the spatial distribution of employment in large cities: with applications to greater London. In: **Employment Location in Cities and Regions**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. p. 79-106.

SOJA, Edward W. **Postmetropolis**. Blackwell, 2000.

SOL , Ana Gil; VILHELMSON, Bertil; LARSSON, Anders. Understanding sustainable accessibility in urban planning: Themes of consensus, themes of tension. **Journal of Transport Geography**, v. 70, n. May, p. 1–10, 2018.

SOUSA, Francelino Franco Leite de Matos. **Diagnóstico estrat gico das desigualdades socioespaciais na acessibilidade ao trabalho em Fortaleza**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará. 2019.

SPIEKERMANN, Klaus; NEUBAUER, J rg. European accessibility and peripherality: Concepts, models and indicators. **Nordregio**, n. 9, p. 46, 2002.

STORPER, Michael. Keys to the city: **How economics, institutions, social interaction, and politics shape development**. Princeton University Press, 2013.

SUN, Tieshan; FAN, Yingling. Inequitable job accessibility across educational and hukou groups in Beijing: An analysis of transit-based accessibility to sectoral jobs. **Journal of Transport and Land Use**, v. 11, n. 1, p. 791–803, 2018.

SUZUKI, Hiroaki; CERVERO, Robert; IUCHI, Kanako. **Transforming cities with transit: Transit and land-use integration for sustainable urban development**. World Bank Publications, 2013.

TANIGUCHI, Eiichi; THOMPSON, Russell G.; YAMADA, Tadashi. New Opportunities and Challenges for City Logistics. **Transportation Research Procedia**, v. 12, p. 5–13, 2016.

TONUCCI FILHO, João Bosco Moura. **Dois momentos do planejamento metropolitano em Belo Horizonte: um estudo das experiências do Plambel e do PDDI-RMBH**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, 2012.

UN. **The speed of urbanization around the world**. **Population Facts**, n. No. 2018/1, p. 1–2, 2018a.

UN. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. **United Nations Economic & Social Affairs**, p. 1–2, 2018b.

VASCONCELOS, Pedro de Almeida; CORRÊA, Roberto Lobato; PINTAUDI, Silvana Maria (Orgs.). **A cidade contemporânea: segregação espacial**. São Paulo: Contexto, 2013.

VECCHIO, Giovanni; TIZNADO-AITKEN, Ignacio; HURTUBIA, Ricardo. Transport and equity in Latin America: a critical review of socially oriented accessibility assessments. **Transport Reviews**, v. 40, n. 3, p. 354-381, 2020.

VELOSO, André Henrique de Brito. **O ônibus, a cidade e a luta: a trajetória capitalista do transporte urbano e as mobilizações populares na produção do espaço**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.

VENABLES, Anthony. **New Economic Geography: The New Palgrave Dictionary of Economics**, 2008.

VICKERMAN, Roger. Location accessibility and regional development. **Transport Policy**, v. 2, n. 4, p. 225–234, 1995.

VULEVIC, Ana. Accessibility concepts and indicators in transportation strategic planning issues: theoretical framework and literature review. **Logistics & Sustainable Transport**, v. 7, n. 1, p. 58-67, 2016.

WARADE, Ritesh K. **The accessibility and development impacts of new transit infrastructure: the circle line in Chicago**. Tese (Doutorado). Massachusetts Institute of Technology, 2007.

WEGENER, Michael; FUERST, Franz. Land-Use Transport Interaction: State of the Art. **SSRN Electronic Journal**, n. October, 2004.

ZANDONADE, Patricia; MORETTI, Ricardo. O padrão de mobilidade de São Paulo e o pressuposto de desigualdade. **EURE (Santiago)**, v. 38, n. 113, p. 77-97, 2012.

ZEGRAS, Chris. **Sustainable urban mobility: exploring the role of the built environment**. Tese (Doutorado). Massachusetts Institute of Technology, 2005.

APÊNDICE A – Script para o cálculo da matriz de tempos de deslocamento.

```
#!/usr/bin/jython

import csv

from org.opentripplanner.scripting.api import OtpsEntryPoint

# Instantiate an OtpsEntryPoint

otp = OtpsEntryPoint.fromArgs(['--graphs', '.',
                              '--router', ""])

# Start timing the code

import time

start_time = time.time()

# Get the default router

router = otp.getRouter("")

#router = otp.getRouter()

basepath = '/home/brunoro/Dropbox/otp/'

modes = ['BICYCLE', 'WALK', 'CAR']

for mode in modes:

# Create a default request for a given departure time

    req = otp.createRequest()

    req.setDateTime(2020, 03, 04, 07, 00, 00) # set departure time

#req.setMaxTimeSec(7200)           # set a limit to maximum travel time (seconds)

#req.setModes('WALK,BUS,RAIL')     # define transport mode

    req.setModes(mode)             # define transport mode

#req.setClampInitialWait(0)        # clamp the initial wait time to zero

# req.maxWalkDistance = 3000        # set the maximum distance (in meters) the user is willing to
walk

# req.walkSpeed = walkSpeed         # set average walking speed ( meters ?)

# req.bikeSpeed = bikeSpeed         # set average cycling speed (miles per hour ?)
```

```

# ?ERROR req.setSearchRadiusM(500)          # set max snapping distance to connect trip origin to
street network

# for more routing options, check:
http://dev.opentripplanner.org/javadoc/0.19.0/org/opentripplanner/scripting/api/OtpsRoutingRequest.html

# Read Points of Destination - The file points.csv contains the columns GEOID, X and Y.

points = otp.loadCSVPopulation(basepath+'points.csv', 'Y', 'X')
dests = otp.loadCSVPopulation(basepath+'points.csv', 'Y', 'X')

# Create a CSV output

matrixCsv = otp.createCSVOutput()

matrixCsv.setHeader([ 'origin', 'destination', 'walk_distance', 'travel_time', 'boardings' ])

# Start Loop

for origin in points:

    print "Processing origin: ", origin

    req.setOrigin(origin)

    spt = router.plan(req)

    if spt is None: continue

    # Evaluate the SPT for all points

    result = spt.eval(dests)

    # Add a new row of result in the CSV output

    for r in result:

        matrixCsv.addRow([ origin.getStringData('GEOID'), r.getIndividual().getStringData('GEOID'),
r.getWalkDistance() , r.getTime(), r.getBoardings() ])

# Save the result

outcsv = basepath+mode+'.csv'

print('write ' + outcsv)

matrixCsv.save(outcsv)

mat = []

print('reading ' + outcsv)

with open(outcsv, 'r') as infile:

```

```

rd = csv.reader(infile, delimiter=',')

mx = 0

next(rd)

for x, y, d, t, b in rd:

    mx = max(mx, int(x), int(y))

print(str(mx) + ' rows')

mat = [[] + [j+1 for j in range(mx)]]

for i in range(mx):

    mat = mat + [[i+1] + (["" * mx)]

infile.seek(0)

next(rd)

for x, y, d, t, b in rd:

    if x == y:

        continue

    #print(x, y, t)

    mat[int(x) - 1][int(y) - 1] = t

outmat = basepath+mode+'_matrix.csv'

print('write ' + outmat)

with open(outmat, 'w') as outfile:

    ot = csv.writer(outfile, delimiter=',')

    for row in mat:

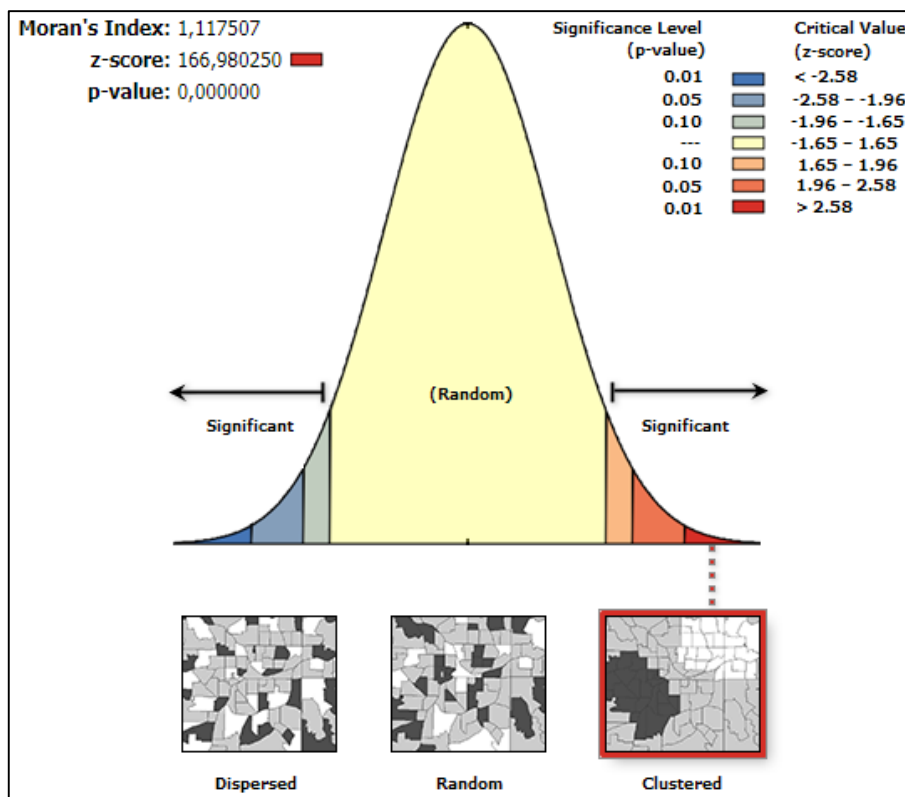
        ot.writerow(row)

# Stop timing the code

print("Elapsed time was %g seconds" % (time.time() - start_time))

```

APÊNDICE B – Exemplo de relatório do indicador de Moran Global.

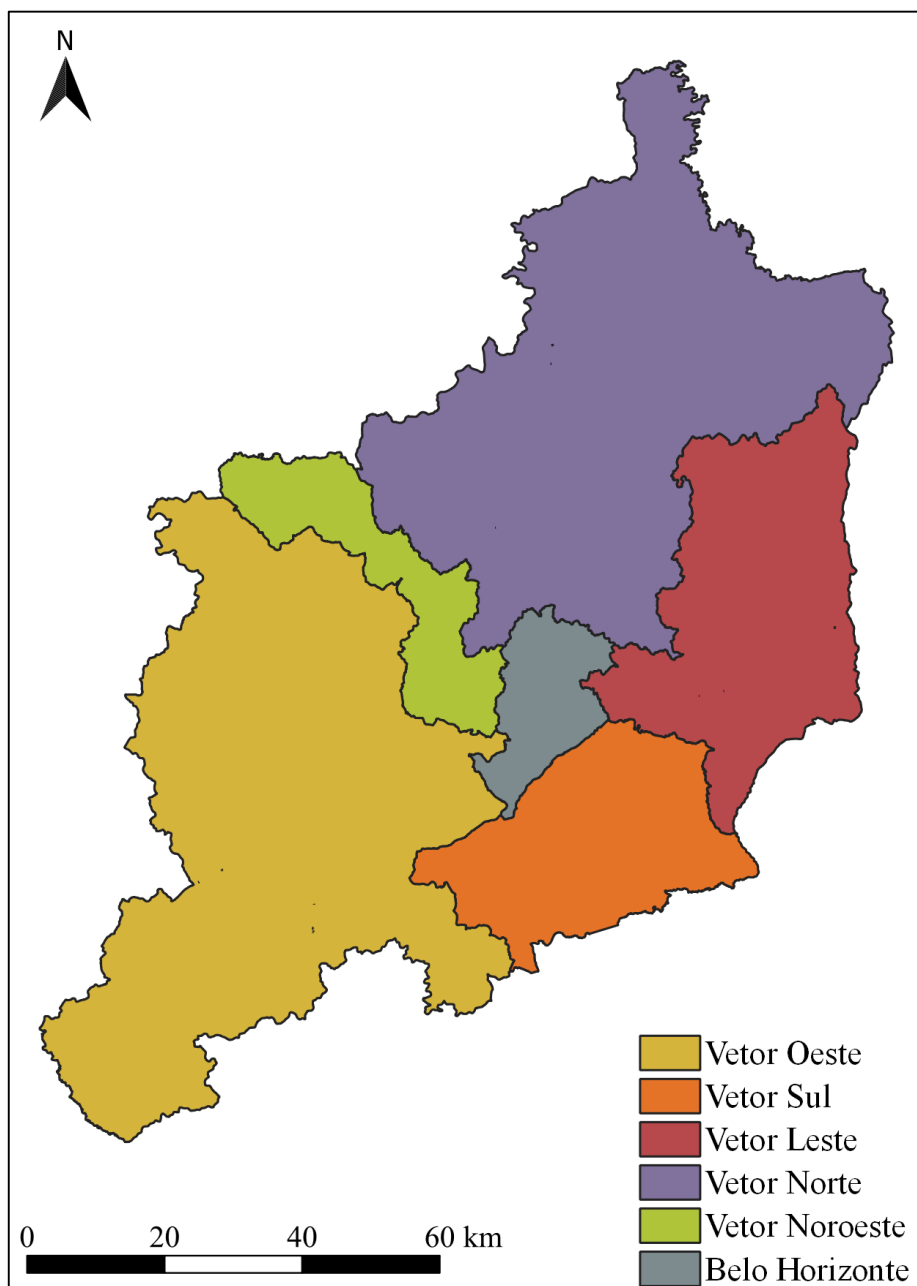


Fonte: Elaboração própria.

ANEXO A – Caracterização sociodemográfica dos municípios da RMBH.

Município	População estimada [2019]	Área (km²)	Densidade demográfica (hab./km²)	PIB per capita (R\$) [2017]	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal [2010]
Baldim	7.826	556,3	14,1	13.369,77	0,671
Belo Horizonte	2.512.070	331,4	7580,2	35.245,02	0,810
Betim	439.340	343,7	1278,3	54.052,13	0,749
Brumadinho	40.103	639,4	62,7	51.164,41	0,747
Caeté	44.718	542,6	82,4	13.021,84	0,728
Capim Branco	9.754	95,3	102,4	8.901,97	0,695
Confins	6.730	42,4	158,7	160.153,00	0,747
Contagem	663.855	195,3	3399,2	44.015,99	0,756
Esmeraldas	70.552	909,5	77,6	9.796,15	0,671
Florestal	7.461	191,4	39,0	14.988,34	0,724
Ibirité	180.204	72,6	2482,1	12.227,37	0,704
Igarapé	43.045	110,3	390,3	15.758,76	0,698
Itaguara	13.358	410,5	32,5	20.111,97	0,691
Itatiaiuçu	11.146	295,1	37,8	87.446,99	0,677
Jaboticatubas	20.143	1.115,00	18,1	10.503,70	0,681
Juatuba	5.725	99,5	57,5	46.449,90	0,717
Lagoa Santa	26.946	229,3	117,5	26.899,69	0,777
Mario Campos	64.527	35,2	1833,2	10.334,55	0,699
Mateus Leme	15.416	302,7	50,9	22.568,25	0,704
Matozinhos	31.086	252,3	123,2	26.866,90	0,731
Nova Lima	37.820	429	88,2	98.855,84	0,813
Nova União	94.889	171,5	553,3	14.155,82	0,662
Pedro Leopoldo	64.258	292,9	219,4	22.513,16	0,757
Raposos	16.354	72,2	226,5	18.181,13	0,730
Ribeirão das Neves	334.858	155,5	2153,4	11.723,14	0,684
Rio Acima	10.312	229,8	44,9	13.003,57	0,673
Rio Manso	5.832	231,5	25,2	14.003,50	0,648
Sabará	136.344	302,2	451,2	18.562,94	0,731
Santa Luzia	219.134	235,3	931,3	17.291,87	0,715
São Joaquim de Bicas	31.578	71,6	441,0	19.984,58	0,662
São José da Lapa	23.766	47,9	496,2	21.422,67	0,729
Sarzedo	32.752	62,1	527,4	28.837,28	0,734
Taquaraçu de Minas	4.077	329,2	12,4	11.591,17	0,651
Vespasiano	127.601	71,2	1792,1	21.216,30	0,688

Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE (2020).

ANEXO B – Vetores de expansão da RMBH.

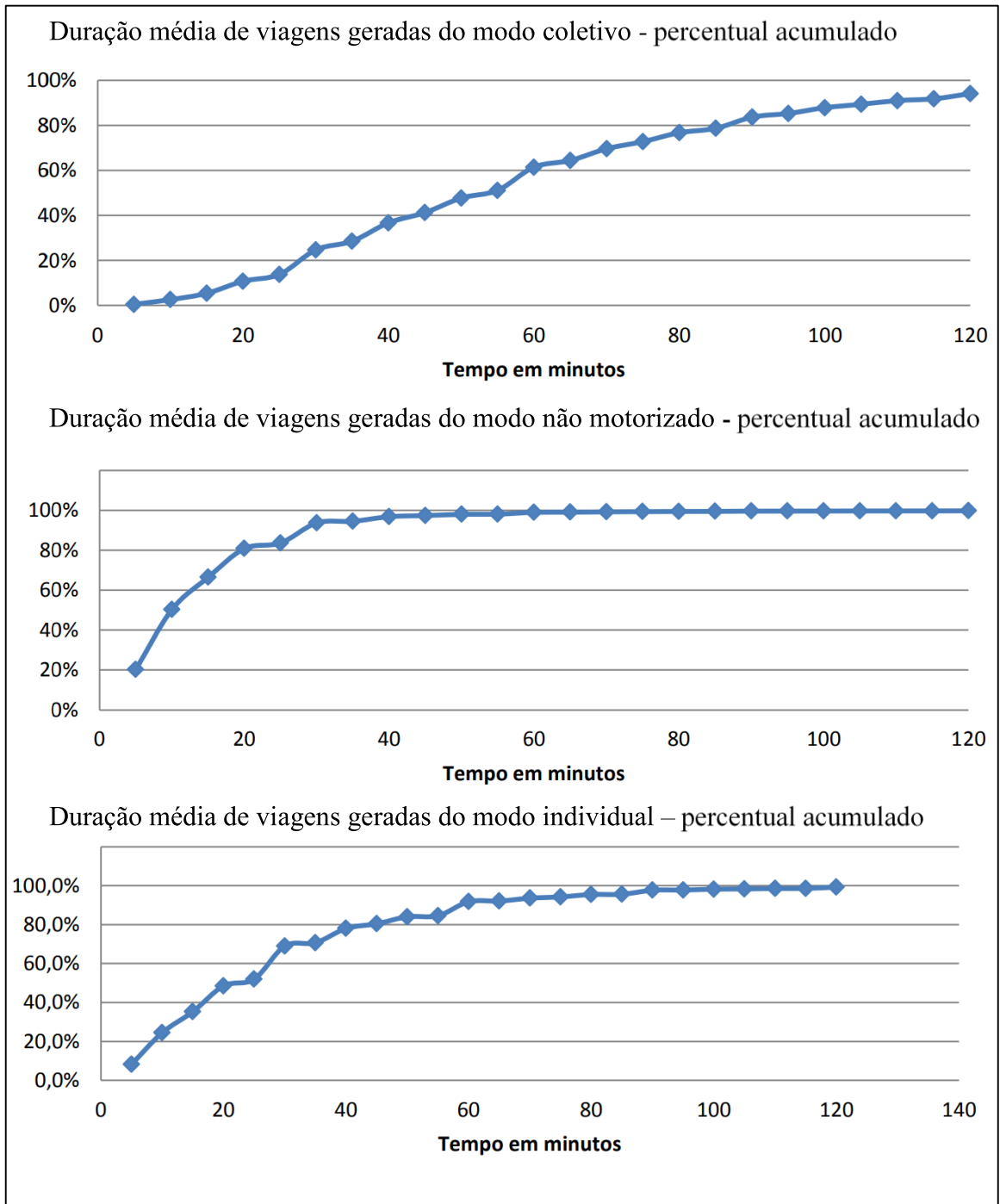
Fonte: Adaptado de Minas Gerais (2013).

ANEXO C – Crescimento populacional de Belo Horizonte e demais municípios da RMBH.

Ano	Belo Horizonte		RMBH		% da população BH/RMBH
	População	Crescimento ao ano	População	Crescimento ao ano	
1950	352.724	-	599.738	-	58,80%
1960	683.908	6,85%	1.012.964	5,38%	67,50%
1970	1.235.030	6,09%	1.717.216	5,42%	71,90%
1980	1.780.855	3,73%	2.681.754	4,56%	66,40%
1991	2.020.161	1,15%	3.519.535	2,50%	57,40%
2000	2.238.526	1,15%	4.357.942	2,40%	51,40%
2010	2.375.151	0,59%	4.883.970	1,15%	48,60%

Fonte: Adaptado de Belo Horizonte (2014).

ANEXO D – Duração média de viagens na RMBH.



Fonte: Adaptado de Minas Gerais (2013).